

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK,
en el rendimiento de arveja en vaina verde (*Pisum sativum* L)
variedad Remate, Pampa del Arco 2750 m.s.n.m.-Ayacucho**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Walter GARCIA PARIONA

ASESOR:
M.Sc. Federico QUICAÑO SUAREZ

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

*A la memoria de mi querida madre Claudia
Pariona Quispe.*

*A mi querido padre: Simión García
Hinostroza y a mi madre política
Maximiliana Pariona Quispe, con mucho
amor y gratitud.*

*A mis hermanos: Fredy, John Nelsón,
Wilber, Franklin y en especial a la memoria
de mi querida hermana Vilma, con mucho
amor y orgullo.*

A Ines, mi compañera de vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Alma Mater de mi formación profesional, por permitir forjarme profesionalmente en su recinto académico y abrirme las puertas del conocimiento científico.

Al M.Sc. Federico Quicaño Suarez, amigo y maestro asesor de tesis, por su apoyo incondicional y permanente durante la ejecución y elaboración de la presente tesis con su valioso conocimiento y aporte científico, así como también guiarme, motivarme y ser el gestor para lograr uno de mis mayores anhelos.

A los miembros del jurado presidida por la Ph.D. Marleni Cerda Gómez, por su aporte y sugerencias en la elaboración del presente trabajo de tesis.

Al Dr. José Antonio Quispe Tenorio, por su apoyo incondicional en el trabajo estadístico.

A mis padres y hermanos quienes fueron los promotores de mis logros, por cada día confiar y creer en mí, por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, y ser los artífices de mi logro profesional.

A mi esposa Ines, por siempre alentarme a seguir avanzando y a concluir con mis metas profesionales.

A mis hermanos de la Tuna de Medicina Veterinaria por su apoyo en las labores agronómicas y toma de muestras, quienes de una u otra manera contribuyeron a la ejecución del presente trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes de la investigación	3
1.2 Generalidades de la labranza	4
1.2.1 <i>Historia de la labranza</i>	4
1.2.2 <i>Labranza</i>	5
1.2.3 <i>Tipos de labranza</i>	5
1.2.4 <i>Sistemas de labranza</i>	7
1.3 Generalidades del cultivo de arveja	12
1.3.1 <i>Origen y distribución del cultivo de arveja</i>	12
1.3.2 <i>Clasificación taxonómica</i>	13
1.3.3 <i>Valor nutricional</i>	13
1.3.4 <i>Características morfológicas</i>	14
1.3.5 <i>Fenología del cultivo</i>	17
1.3.6 <i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	20
1.3.7 <i>Requerimientos nutricionales</i>	21
1.3.8 <i>Característica varietal de arveja variedad Remate</i>	21
1.3.9 <i>Manejo agronómico</i>	22
1.3.10 <i>Cosecha</i>	24
1.3.11 <i>Rendimiento</i>	25
CAPÍTULO II	26
METODOLOGÍA	26
2.1 Ubicación del terreno experimental	26
2.2 Materiales y equipos	27

2.2.1	<i>Material genético experimental</i>	27
2.2.2	<i>Maquinaria e implementos agrícolas</i>	27
2.2.3	<i>Fertilizantes</i>	27
2.2.4	<i>Herramientas manuales y equipos</i>	28
2.3	Metodología.....	28
2.3.1	<i>Historial del campo experimental</i>	28
2.3.2	<i>Análisis físico químico del suelo</i>	28
2.4	Características climáticas.....	30
2.5	Factores en estudio.....	33
2.5.1	<i>Métodos de labranza (L)</i>	33
2.5.2	<i>Niveles de fertilización (F) kg ha⁻¹</i>	33
2.6	Tratamientos.....	33
2.7	Diseño experimental.....	33
2.8	Características del campo experimental.....	34
2.9	Características a evaluar.....	36
2.9.1	<i>Altura de planta (cm)</i>	36
2.9.2	<i>Número de vainas por planta</i>	37
2.9.3	<i>Longitud de vainas (cm)</i>	37
2.9.4	<i>Número de granos por vaina</i>	37
2.9.5	<i>Rendimiento en vaina verde</i>	37
2.9.6	<i>Rentabilidad económica</i>	37
2.10	Instalación y conducción del experimento.....	37
2.10.1	<i>Limpieza del terreno</i>	37
2.10.2	<i>Demarcación del terreno</i>	38
2.10.3	<i>Preparación del terreno</i>	38
2.10.4	<i>Surcado</i>	38
2.10.5	<i>Fertilización</i>	38
2.10.6	<i>Siembra</i>	38
2.10.7	<i>Riego</i>	39
2.10.8	<i>Deshierbos</i>	39
2.10.9	<i>Control fitosanitario</i>	39
2.10.10	<i>Aporque</i>	39
2.10.11	<i>Cosecha</i>	39
CAPÍTULO III.....		40

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
3.1 Altura de planta	40
3.2 Número de vainas por planta.....	42
3.3 Número de granos por vaina	46
3.4 Longitud de vaina.....	48
3.5 Rendimiento de vainas en verde.....	51
3.6 Rentabilidad económica	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1	<i>Valor nutricional de la arveja fresca en 100 g de sustancia</i>	14
Tabla 2.1	<i>Historial de siembra del campo Pampa del Arco - UNSCH.....</i>	28
Tabla 2.2	<i>Características físicas y químicas del suelo del campo experimental Pampa del Arco – UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho</i>	29
Tabla 2.3	<i>Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016 – 2017, registrado en la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho.....</i>	31
Tabla 2.4	<i>Métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK en el rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum L.). Pampa del Arco 2750 msnm. Ayacucho.....</i>	33
Tabla 3.1	<i>Análisis de varianza para altura de planta, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.) Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho</i>	40
Tabla 3.2	<i>Análisis de varianza para número de vainas por planta, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho</i>	42
Tabla 3.3	<i>Prueba de Tukey para número de vainas por planta, para el efecto principal de tipo de labranza en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho.....</i>	43
Tabla 3.4	<i>Análisis de varianza para número de granos por vaina, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho</i>	46
Tabla 3.5	<i>Análisis de varianza para longitud de vaina, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho</i>	48
Tabla 3.6	<i>Análisis de varianza para rendimiento de vainas en verde, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho</i>	51
Tabla 3.7.	<i>Mérito económico de métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, según tratamientos</i>	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Ubicación aérea del centro experimental Pampa del Arco, Huamanga, Ayacucho – UNSCH</i>	26
Figura 2.2 <i>Arado de discos y rastra de discos utilizados en los diferentes métodos de labranza</i>	27
Figura 2.3 <i>Diagrama de temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016 – 2017, registrado en la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho</i>	32
Figura 2.4 <i>Croquis de la unidad experimental.....</i>	35
Figura 2.5 <i>Representación gráfica de la distribución de los tratamientos en el área experimental</i>	36
Figura 3.1 <i>Regresión para altura de planta por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m.–Ayacucho</i>	41
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey para número de vainas por planta para el efecto tipo de labranza en el cultivo de arveja.....</i>	44
Figura 3.3 <i>Regresión para número de vainas por planta por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho.....</i>	45
Figura 3.4 <i>Regresión para número de granos por vaina por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho.....</i>	47
Figura 3.5 <i>Regresión para longitud de vaina por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho</i>	49
Figura 3.6 <i>Regresión para rendimiento de vainas en verde por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo (Pisum sativum L), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho</i>	52

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Gráficos de promedios de los parámetros evaluados del cultivo de arveja..</i>	62
Anexo 2. <i>Promedios generales de los parámetros evaluados del cultivo de arveja.....</i>	67
Anexo 3. <i>Disposición de los tratamientos.....</i>	68
Anexo 4. <i>Análisis de suelo</i>	69
Anexo 5. <i>Costos y presupuestos por cada tratamiento.....</i>	70
Anexo 6. <i>Panel fotografico</i>	82

RESUMEN

La mecanización agrícola es una de las prácticas más comunes en la agricultura moderna, ya que permite optimizar el uso adecuado del suelo con eficiencia y menor esfuerzo humano en comparación con los métodos tradicionales. En este contexto, la investigación tiene por finalidad generar resultados que permitan mejorar las prácticas agronómicas, contribuyendo así el incremento de la productividad en este caso del cultivo de la arveja que fue motivo de investigación, planteando como objetivo la evaluación de los métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK. El trabajo de investigación se realizó en el Centro experimental de Pampa del Arco, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho a una altitud de 2750 m.s.n.m. durante los meses de enero y abril del año 2017. Para el análisis estadístico se usó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3 métodos de labranza mecanizada y 4 niveles de fertilización N-P₂O₅-K₂O con 12 tratamientos, encontrando interacción positiva entre el método de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK en su efecto sobre el rendimiento de arveja en vaina verde, destacando el tratamiento T12 (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 kg ha⁻¹ de NPK) con rendimiento de 9.670 t ha⁻¹. El testigo tuvo el rendimiento más bajo, 2.993 t ha⁻¹ con (rastra + surcadora) y 0-0-0 kg ha⁻¹ de NPK (T1). La labranza mecanizada (arado + arado + rastra + surcadora) resultando ser estadísticamente significativa, siendo mayor que el tratamiento de labranza (rastra + surcadora); de modo que para obtener un rendimiento satisfactorio de arveja variedad Remate se recomienda la fertilización con la incorporación de 43.4 – 108.6 – 43.4 kg ha⁻¹ de NPK, bajo labranza con arado + arado + rastra + surcadora, para condiciones de Pampa del Arco.

Palabra clave: Labranza mecanizada, niveles de fertilización, arveja y variedad Remate

INTRODUCCIÓN

La labranza mecanizada representa una herramienta clave para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad en la producción de arveja y otros cultivos. Combinada con buenas prácticas agronómicas (rotación, manejo de residuos, conservación del suelo), contribuye significativamente al desarrollo de una agricultura moderna, tecnificada y sostenible. Así mismo, la fertilización es una práctica fundamental en la agricultura porque asegura que el suelo disponga de los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento y desarrollo de los cultivos.

La arveja es una leguminosa sensible a la compactación del suelo y requiere una buena estructura para un desarrollo óptimo de raíces y nódulos fijadores de nitrógeno. La labranza mecanizada nos ofrece un suelo suelto y aireado para una buena germinación y el establecimiento de plántulas, como también mejora la infiltración y buen drenaje evitando encharcamientos que dañan las raíces de la arveja, una buena labranza elimina drásticamente la cantidad de malezas, permite una buena profundidad y espaciamiento constante incrementando el rendimiento para favorecer el desarrollo radicular y la eficiencia en la fijación biológica del nitrógeno. La arveja es un cultivo muy importante en la agricultura nacional e internacional puesto que es uno de los alimentos esenciales en los hogares peruanos y extranjeros.

La labranza mecanizada, así como la fertilización NPK en el cultivo de la arveja cumplen un papel esencial en su productividad, son fundamentales para optimizar las buenas condiciones físicas del suelo durante la siembra, mientras que la fertilización NPK proporciona los nutrientes clave que complementan su productividad, sostenibilidad y rentabilidad del cultivo. En este contexto, la investigación desarrollada tiene la finalidad de generar información que permita optimizar las prácticas agronómicas del cultivo en zonas altoandinas, contribuyendo al incremento de la productividad agrícola regional y al fortalecimiento de la seguridad alimentaria local, planteando los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar los métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el rendimiento de arveja en vaina verde (*Pisum sativum* L.) variedad Remate, bajo condiciones de Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m.

Objetivos específicos

1. Determinar los métodos de labranza mecanizada en el rendimiento en vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate.
2. Determinar los niveles de fertilización NPK en el rendimiento en vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación

Juna (2009) evaluando sistemas de labranza (convencional, mínima y cero) y métodos de siembra (mecanizada y manual) más adecuado para el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) var. Televisión en el sitio experimental Tunshi-ESPOCH, donde las parcelas de diseño se dividen en arreglos bifactoriales con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Llegó a la conclusión de que el mejor método para cultivar arvejas es la labranza convencional y siembra mecánica (T1), que produjo el mayor rendimiento ($7225,15 \text{ kg ha}^{-1}$), porcentaje de emergencia (95,23%), altura a la cosecha y número de vainas por planta. Sin embargo, fue más tarde para los días de floración y cosecha. El método de menor rendimiento fue sin labranza y siembra manual (T6), que produjo $4932,71 \text{ kg ha}^{-1}$, el más temprano para los días de cosecha y floración, y menos vainas por planta (11,13). En comparación con los otros tratamientos, la técnica tradicional de labranza y siembra mecánica (T1) tuvo la máxima rentabilidad, con una ganancia neta de 1948 U.S.D. El sistema menos lucrativo, el sistema de labranza cero y siembra manual (T6), generó una ganancia neta de 842,51 U.S.D con una tasa marginal de rendimiento del 167,36%.

Antonio (2018) evaluando optimización de NPK para arveja (*Pisum sativum L.*), variedad Remate, con la técnica de parcelas de inclusión y omisión, evaluó la extracción de nutrientes del suelo empleando como fuentes de NPK; urea, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio, planteó un diseño experimental con 08 tratamientos y 3 repeticiones, concluyó: 1) Toda la terapia se representa gráficamente utilizando el enfoque de inclusión y omisión. Se logró un mayor rendimiento de vainas verdes de arveja con $90-120-80 \text{ kg ha}^{-1}$ con NPK (T8), rindiendo $12,7 \text{ t ha}^{-1}$ y una rentabilidad del 277,24%. 2) Con un coeficiente aparente de uso de fertilizantes del 41,36%, el potasio fue el nutriente que más utilizó el cultivo de guisantes. 3) Cuando se trata de una

fertilización completa, la ausencia de nitrógeno (T7) y potasio (T4) tiene el mayor impacto en la producción de guisantes, seguida de la ausencia de fósforo (T6). Además, en comparación con el control, la adición de nitrógeno (T2) produce la respuesta de rendimiento más alta en comparación con la adición de potasio (T5) y fósforo (T3) por separado.

Cabrera (2004) evaluando la fertilización biológica de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad Remate con *Rhizobium leguminosarum* bv. Viceae, con cepas de *Rhizobium* y un nivel de fertilización de 00-50-30 NPK para tratamientos (T1 a T5), fertilización orgánica de 12 t ha⁻¹ con estiércol de 60-100-60 NPK (T8), sin cepa y sin fertilización (T6), y sin cepa y fertilización mineral de 00-50-30 NPK (T7). Dado que no hubo diferencias estadísticamente significativas, concluyó que todos los tratamientos tuvieron el mismo crecimiento, longitud y ancho de las vainas en proporción a la altura de la planta. Esto sugiere que la fertilización biológica no tuvo ningún efecto en el crecimiento, la longitud o el ancho de las vainas de ninguno de los tratamientos.

1.2 Generalidades de la labranza

1.2.1 Historia de la labranza

Alvarado (2004) en su libro, menciona que, la humanidad alguna vez estuvo formada por pequeños grupos nómadas que dependían de los recursos naturales para su sustento y crecimiento. Una parte significativa del desarrollo humano, dependiendo de la evolución de la agricultura en sí, comenzó con ellos a medida que pasaban de un estilo de vida nómada al sedentario. Esta actividad ahora se conoce como agricultura. Antes de la invención de las primeras herramientas, que se desarrollaban muy lentamente, la agricultura era bastante primitiva y los primeros agricultores tenían que labrar la tierra a mano. Más tarde, ciertos animales, como caballos y bueyes, entre otros, fueron domesticados para ayudar a los humanos en su doble tarea de cultivar cultivos y cultivar alimentos. Herramientas más avanzadas, siempre impulsadas por animales, se desarrollaron como resultado del trabajo animal. Se han inventado el arado y varios otros dispositivos, y en los últimos años, los materiales de sus componentes han cambiado. Otro factor que ha contribuido a cambios significativos en la agricultura es la gran variedad de cultivos, lo que ha obligado a los humanos a crear maquinaria especializada para cada tipo de cultivo. Una de las áreas más innovadoras de la agricultura en las últimas décadas es la introducción de la mecanización o máquinas para la labranza agrícola. (p.3)

1.2.2 Labranza

Acevedo y Silva (2003) mencionan que, la labranza generalmente implica invertir y cubrir la capa superior del suelo (15-30 cm) con arados y rastros, que, cuando se ejecutan con suficiente humedad, hacen que el suelo se descomponga y se cubra con mantillo, mejorando sus cualidades mecánicas para una intervención posterior. Agregan que la labranza es una técnica que facilita el trabajo agrícola. Cosas como desherbar, hacer semilleros que ayuden a las plantas a germinar y crecer fuertes, enmendar el suelo con fertilizantes e insecticidas y trabajar con materia orgánica y restos de cultivos son parte del proceso.

Crovetto (1999) define que, en el pasado, los agricultores dependían de arados, rastras, cinceles y otros cultivadores para preparar el terreno para plantar semillas. Sin embargo, hoy en día, las sembradoras modernas pueden eliminar con precisión las raíces y los rastros, colocando las semillas en el lugar perfecto para la germinación y el crecimiento, todo al tiempo que garantizan una cosecha abundante.

FAO (2019) señala que labrar el suelo influye en el desarrollo de las plantas durante las fases de germinación, plántula y establecimiento de un cultivo. Si desea que sus cultivos produzcan bien, necesita programar sus plantaciones y preparar su terreno correctamente. Una invasión severa de malezas puede resultar de una preparación inadecuada y retrasada del suelo.

1.2.3 Tipos de labranza

Ibañez (1985) menciona que, existen dos métodos principales para preparar el suelo: labranza primaria y labranza secundaria. El arado es el método principal, y su objetivo principal es aflojar y eliminar el suelo a profundidades superiores a 15 cm para que se puedan plantar las plantas, se puedan establecer y desarrollar las raíces, pueda circular el agua y se puedan mover el dióxido de carbono y el oxígeno. El acolchado y el emparejamiento del suelo son subproductos de la labranza secundaria, que también sirve para controlar las malezas, absorber fertilizantes y enmiendas orgánicas en el suelo y romper el sello superficial del suelo. Las herramientas utilizadas para este proceso también incorporan desechos vegetales y fertilizantes.

a) Arado de discos

Carrasco (1998) menciona que, el arado de disco imita al arado de vertedera en su funcionamiento: corta, invierte y remueve el suelo a profundidades superiores a 15 cm. Está compuesto por una serie de discos cóncavos, cada uno montado de forma independiente y soportado por un "chasis" que gira alrededor de un eje que pasa por el centro o poste. Los discos varían en ancho de 18 a 31 cm y pueden tener entre uno y siete en número. Los discos con diámetros y radios de curvatura variables están disponibles para adaptarse a una amplia gama de tareas y tipos de pisos. A continuación, el autor también detalla los beneficios y desventajas de esta herramienta agrícola.

Ventajas

- Además, puede rodar sobre impedimentos ocultos como troncos o piedras grandes sin romperse ni dañarse, a diferencia del arado de vertedera. Esto ahorra tiempo y dinero.
- Con discos y raspadores limpios y controlados, puede arar adecuadamente en suelos arcillosos y húmedos.
- Funciona bien en lugares con mucha vegetación. Elevar la velocidad de operación del disco y el ángulo de inclinación vertical mejora la inversión del suelo y la asimilación de la cubierta de crecimiento. La razón de esto es porque las malas hierbas que se reproducen vegetativamente se cortarían más intensamente y con menos gasto si el ángulo de inclinación fuera menor, lo que fomentaría su multiplicación.
- Supera a los arados de vertedera en suelos arenosos y otros terrenos sueltos que han sido arados o rastreados anteriormente.
- La gran área de corte de los discos provoca desgaste en cada unidad, lo que significa que se reduce el costo de reparación o reemplazo individual de aquellos que causan dificultades en el filo.
- El arado con discos giratorios requiere menos tracción por ancho de corte que con otros tipos de arados, principalmente debido a la menor fricción entre el disco y el suelo cortado.

Limitaciones

- En cuanto a cobertura y control de malezas, la inversión del suelo es solo un 60% tan buena como lo que le brinda el arado de vertedera.

- Usarlo sin la capacitación adecuada podría empeorar las inconsistencias del suelo, lo cual es especialmente problemático en tierras irrigadas, ya que necesitaría más dragado para corregir los errores de arado.
- Su peso restringe su uso como equipo integrado a no más de cuatro o cinco unidades de rotura, ya que afecta la profundidad de arado. El peso adicional hace que la estabilidad del tractor disminuya y que su sistema hidráulico se dañe.
- Debido a que presiona el suelo con su peso, el arado tiene un impacto más profundo en la compactación del subsuelo que otros arados.
- Fomenta la propagación de malezas a través de la reproducción vegetativa.

b) Rastra de discos

Carrasco y Riquelme (2008) mencionan que, la capacidad de controlar las malas hierbas después de cada temporada de cosecha es la principal ventaja de la grada de discos. Esto se debe al hecho de que el manejo de malezas no recibe suficiente atención durante la etapa de recolección del cultivo anterior, lo que lleva a una acumulación de malezas que otros tipos de rastras no pueden manejar adecuadamente. Continúan diciendo que las gradas de discos son ampliamente utilizadas por los productores, pero que existen tres problemas principales al usarlas para preparar el suelo. El multiplicador de malezas de reproducción vegetativa es la primera y más crucial parte que se recorta para ayudar a la invasión, ya que produce nuevas plantas. El segundo punto es que las anomalías de la superficie se verán exacerbadas por los operadores de tractores sin la capacitación adecuada. En tercer lugar, queremos crear un "pie de arado", una zona donde se compacta la suciedad. Las gradas de discos pueden comprimir el suelo a profundidades de 15 a 25 cm, según la textura del suelo y el peso de la grada, según una investigación realizada por INIA-Chile.

1.2.4 Sistemas de labranza

Benítez (1992) menciona que, los diferentes métodos de labranza tienen un efecto en las diferentes cualidades del suelo, lo que influye en los rendimientos de los cultivos. Factores como el contenido de materia orgánica, la compactación, la disponibilidad de humedad, la temperatura, la erosionabilidad, la fertilidad, el pH, los residuos superficiales de cultivos anteriores, la frecuencia de plagas y enfermedades, etc., forman parte de la ecuación.

Álvarez (2005) menciona que, “existen varios métodos para realizar la labranza. Para comenzar esa preparación, utilicé la rejilla y el arado de vertedera durante bastante tiempo. Esta máquina cortaba la parte superior de 18 a 20 cm del suelo y luego los sostenía boca abajo en el costado de donde los había sacado. La vertedera era la herramienta que convertía la parrilla en una cuchilla, y la parrilla en una máquina que picaba el suelo. Es posible que haya más o menos rejillas funcionando a la vez en los arados, dependiendo de la fuerza de tracción disponible (caballos al principio y luego tractores). Dos o tres meses antes de la siembra, el arado recorrería el área, invirtiendo la franja de terreno designada. Esto enterraría los restos de cultivos sobrantes, a menudo conocidos como rastros, y así comenzaría el barbecho. Con el fin de manejar plagas (como insectos, malezas y enfermedades), refinar el suelo e implementar un pase de grada de dientes, se utilizaron dos o tres pases de grada de discos y tapas. Cuando llegó el momento de plantar, el suelo se había trabajado hasta un punto en el que estaba suelto, aireado y mezclado, lo que permitía que el agua penetrara más fácilmente y evitaba la propagación de plagas. Labranza convencional es el nombre común para este tipo de preparación del suelo. Implica el uso de máquinas para el manejo de malezas en las primeras fases del cultivo. El arado de disco, que usaba una tapa circular cóncava para cortar e invertir el suelo, eventualmente suplantó al arado de rejilla y vertedera, aunque el primero todavía estaba en uso. La erosión del área arada requirió la adopción de prácticas de labranza menos agresivas a lo largo del tiempo, lo que no resultó en la inversión total de los pocos centímetros superiores del suelo. Una herramienta hecha de púas que astillan los quince a veinte centímetros superiores de tierra, el cincel suplantó la reja del arado y la vertedera. Después de eso, se retiró la labranza profunda y se instaló el pasaje único de las gradas de discos y dientes. Estos métodos de labranza son ampliamente utilizados en la actualidad y se conocen como labranza reducida, conservacionista o labranza vertical, según sus variaciones. La práctica de la siembra directa o sin labranza ganó popularidad en la década de 1990. En este escenario, el residuo de la cosecha anterior se deja encima y no se realiza la labranza. Los herbicidas se usan para combatir las malas hierbas tanto antes como después de los cultivos. Las sembradoras cortan a través de una capa de rastrojo que cubre el suelo durante la temporada de siembra, creando una incisión de 3 a 7 centímetros de profundidad, donde se deposita la semilla; la profundidad de la incisión varía con el cultivo. La técnica evita que la suciedad se lave, aunque puede endurecer la superficie del suelo” (p.19).

Benítez (1992) las labranzas se clasifican de acuerdo con la intensidad de la labranza en la labranza convencional y de conservación, pero existen varios criterios más que se pueden utilizar para clasificar los sistemas de labranza. Esto nos ayuda a comprender los métodos de labranza más comunes en el país y en América Latina.

Cortazar (2001) sugiere que los rendimientos de los cultivos podrían ser aproximadamente los mismos al principio debido a la degradación del suelo muy trabajado, pero después de un par de años, el suelo podría mostrar mejoras en sus propiedades físicas y químicas, lo que sería bueno para los cultivos.

a) Labranza convencional

Faiguenbaum (2003) el término "labranza convencional" evoca imágenes del método anticuado de labrar la tierra mediante arados y rastras, que altera principalmente la composición estructural del suelo. Consistentemente, este método promueve el deterioro, la erosión y la compactación del suelo sin tener en cuenta los criterios de conservación.

Cortez (2009) el método convencional de labranza implica invertir el suelo para evitar malezas, luego preparar el lecho de siembra a través de diversas operaciones; se utilizan arados para la labranza primaria, seguidos de gradas para la labranza secundaria.

La FAO (1992) señala que varias naciones emergentes sufren una erosión significativa del suelo debido a las prácticas tradicionales de labranza, que utilizan tractores y arados. "El uso generalizado de tractores llevó a muchos campesinos a suponer que labrando la tierra más a fondo se obtendrían mayores cosechas. En las regiones más cálidas, donde la capa superior del suelo es más delgada, una mayor labranza en realidad acelera la erosión y el deterioro del suelo. En realidad, generalmente no es necesario arar en suelos tropicales. Si desea facilitar la labranza, simplemente deje una capa de las hojas, tallos y varillas de la cosecha pasada encima. Además de ahorrar combustible y reducir el desgaste del tractor, los sistemas de labranza cero proporcionan cultivos más nutritivos".

Faiguenbaum (2003) afirma que la labranza tradicional tiene un alto precio y reduce el rendimiento de los cultivos debido a la descomposición estructural, el aumento

de la compactación del suelo (en términos de dureza y grosor de la pata del arado) y la disminución de los niveles de materia orgánica. La calidad del suelo está disminuyendo en todos los ámbitos, lo que tendrá un impacto notable en las cosechas con el tiempo.

Pitty (1997) enfatiza el uso generalizado y de larga data de la labranza convencional en la producción agrícola. La superficie del suelo queda completamente expuesta con partículas de suelo extremadamente finas y poco o ningún desperdicio de plantas cuando el arado es seguido por varios pases de grada o cultivadores; este método se usa a menudo en la agricultura. A pesar de su uso generalizado en los sistemas agrícolas, la labranza convencional está plagada de problemas, según él. Estos incluyen un mayor consumo de combustible y mano de obra, disminución del contenido de materia orgánica, alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y aumento de la erosión.

Violic (1989) menciona las siguientes ventajas y limitaciones para la labranza convencional.

Ventajas

- Reduce efectivamente la necesidad de pesticidas y malezas.
- El suelo tarda menos en alcanzar la temperatura de siembra.
- Esto facilita el manejo mecánico de las malas hierbas.
- Al enterrar rastrojos agrícolas, permite el manejo de enfermedades e insectos.
- Antes de plantar, es más fácil mezclar cal, fertilizantes, pesticidas y herbicidas.
- El perfil, las capas compactadas y las costras se pueden desatar más fácilmente con su ayuda.
- Apto para su uso en programas de rotación de cultivos que incluyan pastos.
- Solo se necesita una pasada para hacer la superficie rugosa, lo que aumenta la penetración de la lluvia.

Limitaciones

- Debido a la falta de cobertura, los suelos son vulnerables a la erosión por el agua y el viento, así como a la formación de costras.
- Sus muchos procesos necesitan una cantidad sustancial de equipo.

- Los tractores grandes y pesados tienden a exacerbar la compactación, aunque normalmente se utilizan porque ahorran tiempo.
- Lleva más tiempo sembrar y es menos adaptable cuando el clima afecta la temporada de siembra debido al mayor uso de combustible.
- Si las propiedades físicas y químicas del subsuelo son desfavorables, puede llegar a la superficie en algún momento, lo que dificultaría la germinación y el desarrollo temprano del cultivo.
- Debido a la inversión y la gran cantidad de labranzas, el suelo es blando y se compacta fácilmente.
- La base de la vertedera alisa el suelo, lo que obstruye los poros y reduce la permeabilidad de la capa superficial.
- Una zona compactada llamada "piso del arado" se crea cuando se ara la misma profundidad todos los años. Esto sucede a menudo cuando hay un alto contenido de humedad a 20 cm de profundidad en el suelo que, de lo contrario, está seco en la parte superior.
- Para preparar el lecho de siembra, se requiere una gran cantidad de labranzas, lo que drena el suelo. Esto significa que incluso si el suelo estaba lo suficientemente húmedo para la germinación antes de que comenzaran las labranzas, podría estar demasiado seco para sembrar al final de la preparación. En este caso, esperar otra lluvia es la única opción.

b) Labranza mínima o reducida

Sheng (1990), por definición, este tipo de labranza implica el mínimo de perturbación del suelo requerida para cosechar los cultivos. Lo que implica es labrar solo las porciones de siembra, germinación y establecimiento del cultivo. La erosión se minimiza ya que no altera demasiado los suelos.

FAO (2007) se usa para describir métodos de labranza que usan labranza menos frecuente o menos intensa que el método tradicional. Dada la amplitud de esta descripción, labranza reducida puede referirse a una variedad de sistemas de labranza que difieren en las herramientas utilizadas, la frecuencia de labranza y la intensidad de la labranza. El número de pasadas y el tipo de instrumentos utilizados pueden marcar una gran diferencia; como resultado, algunas técnicas casi no dejan rastros, mientras que otras dejan más del 30%. Como resultado, no todas las prácticas de labranza reducida se

consideran labranza de conservación. Es una práctica común no utilizar el arado de vertedera o el arado de discos con técnicas mínimas de labranza.

Gil (1991) como alternativa a los métodos agrícolas convencionales, enfatiza las técnicas de labranza mínima, que ayudan a reducir la erosión del suelo y allanan el camino para una agricultura sostenible en áreas donde son factibles.

c) Labranza cero

Naderman, G; Vieira, M (1992), explican que la siembra sin labranza es una técnica que no requiere labrar el suelo antes de sembrar las semillas; lo único que se necesita son inyecciones de fertilizantes y una forma de abrir el suelo a la profundidad necesaria.

Bolaños (1989) la evidencia sugiere que la labranza cero ha aumentado la macroporosidad y la infiltración. Esto se debe a que el sistema poroso puede fluir mejor a través del suelo, lo que es posible gracias a un mayor contenido de materia orgánica. Los suelos no se alteran bajo este sistema de labranza, y la presencia de microcanales y canales creados por la fauna del suelo, como raíces y gusanos, mejora enormemente la infiltración y aireación.

1.3 Generalidades del cultivo de arveja

1.3.1 Origen y distribución del cultivo de arveja

Montory (1995), afirma que la planta de arveja cultivada, científicamente conocida como (*Pisum sativum L.*), probablemente se originó en Etiopía. Luego migró al área mediterránea, Asia y zonas templadas de todo el mundo. Los españoles fueron quienes lo introdujeron en América. “Las naciones de Etiopía, India, Birmania, el Congo y Marruecos tienen la mayor producción, seguidas de las de África oriental que bordean el lago Victoria”. Los principales productores sudamericanos son de Ecuador, Perú y Colombia. Entre 400 y 920 kg ha⁻¹ es el rango típico de rendimientos en estas naciones. Sin embargo, cuando se cultiva en un ambiente ideal, la planta puede proporcionar rendimientos inferiores a tres o cuatro veces los rendimientos indicados.

Bocanegra y Echandi (1972) los lugares en las tierras altas entre 1600 y 3000 metros sobre el nivel del mar son los más significativos para el cultivo de guisantes en

Perú, según sus hallazgos. Las provincias norteñas de Ancash, Cajamarca y La Libertad son los principales lugares para su cultivo. Tarma, Jauja, Huancayo, Huánuco y Ayacucho se encuentran en el centro del país. Las regiones sureñas de Paucartambo y Paruro, así como las provincias de Arequipa.

1.3.2 Clasificación taxonómica

Alcocer (2003) clasifica a la arveja de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
Clase	: Angiosperma
Sub clase	: Dicotiledónea
Orden	: Rosales
Familia	: Leguminosas
Sub familia	: Papilionáceas
Tribu	: Viciae
Género	: Pisum
Especie	: sativum
Nombre científico	: <i>Pisum sativum</i> L.
Nombre común	: Arveja, guisante; chicharos, etc.

1.3.3 Valor nutricional

Según el Instituto Nacional de Nutrición, citado por Camasca (1994), los siguientes contenidos nutricionales están asociados con 100 g de parte comestible de arvejas frescas.

Tabla 1.1

Valor nutricional de la arveja fresca en 100 g de sustancia

Componentes	Valor nutricional
Agua	72.6%
Energía	106 cal
Grasa	0.60 g
Proteínas	7.10 g
Carbohidratos	18.8 g
Calcio	27 mg
Fosforo	134 mg
Potasio	139 mg
Hierro	1.7 mg
Vitamina A	29 mg
Vitamina B1	0.28 mg
Vitamina B2	0.18 mg
Vitamina C	22.30 mg

Nota. Reproducido de *Cultivo de la arveja (Camasca 1994)*.

1.3.4 Características morfológicas

a) Raíz

Moroto (2000) sugiere que el sistema radicular general está subdesarrollado, con una raíz principal bien desarrollada y muchas raíces colaterales que albergan nódulos fijadores de nitrógeno de la bacteria rhizobium.

Campos (1992) el sistema radicular general está subdesarrollado, señala, pero la raíz crucial puede alcanzar profundidades de 80 a 100 cm. Debido a las condiciones ideales de aireación, las nodulaciones son más frecuentes en los 10-30 cm superiores de profundidad del suelo. La formación de nódulos está inextricablemente asociada con el crecimiento del sistema radicular, ya que la infección por rhizobium ocurre a través de los pelos radiculares.

b) Tallo principal

Maroto (2000) afirma que los tallos son lisos, cilíndricos, huecos, a veces ramificados, erguidos y capaces de trepar. Su tamaño varía de enano a alto, con recuentos de nudos que oscilan entre 10 y 35. Particularmente en variedades de crecimiento medio, se pueden producir ramas adicionales a partir de las tres ramas primarias que se colocan lateralmente.

Faiguenbaum (1993) afirma que los tallos son débiles, angulares o redondos y huecos, en las que pueden ser de tipo enanos que están entre los 15 a 90 cm, medios de 90 a 150 cm y altos de 150 cm a más de altura.

c) Tallos

Faiguenbaum (1993), el hecho de que las brácteas trifidas crezcan en los nudos sugiere que las plantas de guisantes a menudo se ramifican basalmente. Una serie de factores, incluidos la herencia, la calidad del suelo, la disponibilidad de agua y la densidad de población, determinarán la cantidad de plantas que eventualmente producirán ramas. Aunque el número de nodos vegetativos y reproductivos liberados por las ramas basales es menor que el del tallo principal, son capaces de un desarrollo robusto y contribuyen significativamente a la producción de plantas a través de las vainas.

d) Hojas

Camarena (2003), su descripción de la hoja de una planta de arveja incluye dos estípulas en la base del tallo, dos conjuntos de folíolos lanceolados opuestos o alternos y tres o cinco zarcillos que la planta usa para trepar por la punta. Los cultivares que producen granos más grandes a menudo también tienen folíolos y estípulas más grandes.

e) Flores

Maroto (2000) las flores florecen solas o en racimos de tres o cuatro, se someten a una fertilización autógama controlada por un mecanismo de cleistogamia y, por lo general, tienen una corola blanca en los tipos productores de semillas. Las variedades pueden variar en cuanto a dónde emergen las flores en el tallo. Los pétalos de las flores varían de un amarillo pálido a un púrpura intenso, y las alas son un tono más oscuro que la inserción axilar típica en las estípulas en forma de corazón que tienen bordes dentados en la base.

Faiguenbaum (1993) las flores de arveja suelen estar papilionadas porque sus pétalos desplegados dan la impresión de las alas de una mariposa y porque los ganglios reproductivos se encuentran en cada lugar donde se ve una inflorescencia. El recuento de nodos reproductivos de una planta responde altamente tanto a su entorno inmediato como a las prácticas utilizadas para el manejo de cultivos. Hay más nodos reproductivos producidos por cultivares semitardíos en comparación con los cultivares tempranos. Asimismo, el autor describe las estructuras presentes en una flor que serían lo siguiente:

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

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

Corola. Cinco pétalos blancos o blanco violáceo lo componen, con un solo enorme que sirve como estandarte para rodear a los demás. “Las alas se reflejan en dos pétalos laterales adicionales que se curvan hacia afuera y se adhieren centralmente a la quilla. La quilla, que a menudo es de color verdoso, está formada por dos pequeños pétalos fusionados que encierran el androceo y el gineceo”.

Androceo. Tiene dos conjuntos de estambres, lo que lo hace diadelfo. Hay 10 estambres en una flor, y nueve de ellos tienen filamentos confluentes que se abren en un tubo en la parte superior. El primer estambre que libera polen es el estambre vexilar, que está libre y ubicado más cerca del estándar.

Gineceo. Tiene dos hileras de óvulos que provienen de placentas parietales paralelas y contiguas, es unilocular, curvada y de ovario monocarpelar. El estilo filiforme se coloca en ángulo recto con el ovario.

f) Inflorescencia

Camarena (2003) menciona que, las arvejas tienen inflorescencias axilares escalonadas con una o más flores; los primeros tipos son más pequeños y no florecen hasta más tarde en la temporada. Al ser pentámeras heteroclámidas, las flores autógamas están reguladas por un mecanismo de cleistogamia.

Faiguenbaum (1993) Afirma que los dos tipos más comunes de arveja son las arvejas de flores blancas y los guisantes de flores de colores. En Perú, las arvejas blancas en flor constituyen la gran mayoría de las arvejas utilizadas como alimento o alimento para animales. Estas variedades no tienen taninos y tienen semillas que son amarillas o azul verdosas. Las semillas de piel oscura que dan lugar a muchas flores contienen taninos. Actualmente, solo para consumo humano se cultiva este tipo de arveja.

g) Fruto

Faiguenbaum (1993) afirma que las arvejas realmente crecen en vainas. El endocarpio, una membrana similar al pergamino, recubre el interior; las arvejas comestibles no tienen esto. La vaina a menudo se divide a lo largo de dos suturas y contiene de dos a diez semillas. Estas semillas pueden ser redondas o angulosas, lisas o arrugadas, y de una variedad de colores, incluidos el verde y el amarillo. Las vainas pueden variar en tamaño desde extremadamente pequeñas (entre 3 y 4,5 cm) hasta muy grandes (entre 10 y 15 cm), con un amplio rango intermedio.

h) Semilla

Evans (1983) menciona que las semillas pueden ser redondas, cuadradas, lisas o ásperas, y que hay de 4 a 12 semillas en cada vaina. La mayoría de los folíolos de las especies incluyen un desarrollo de tejido esclerenquimatoso, a menudo conocido como pergamino, en su interior.

1.3.5 Fenología del cultivo

Evans (1983) señala que, hay una serie de etapas en el ciclo de vida de los cultivos básicos como las legumbres, pero esencialmente hay dos períodos distintos.

a) Fase vegetativa

Durante esta fase se experimentan las siguientes etapas fenológicas: desde el momento de la germinación de la semilla hasta que aparecen las primeras flores, la planta atraviesa muchas etapas de desarrollo. Esta sección también aborda cómo crecen y maduran los componentes vegetativos de la planta.

b) Fase reproductiva

Todo, desde la creación de gametos hasta la floración, la polinización, la fertilización, el desarrollo y llenado de las vainas y, finalmente, la cosecha, es parte del proceso.

c) Germinación

Faiguenbaum. (1993) menciona que, después de sembrar las semillas, comienzan a desarrollarse absorbiendo agua a través de sus tallos y micropilos. En realidad, hay dos fases en este proceso. La primera, que dura aproximadamente dos días, es la fase de

absorción rápida de agua, durante la cual la semilla experimenta un aumento significativo de volumen. Sin mencionar la lenta tasa de absorción de agua de la semilla y su mayor actividad metabólica. El autor también menciona que las actividades enzimáticas permiten que el eje embrionario acceda gradualmente a parte del material de reserva de los cotiledones. Este desarrollo dicta cómo se ve la radícula, y aproximadamente uno o dos días después de eso, la plúmula generalmente emerge de su posición inicial rizada entre los cotiledones, protegiendo la punta del brote de daños. A medida que la plúmula se acerca al final de su etapa de crecimiento, comienza a enderezarse gradualmente hasta que ocurre la emergencia. Los dos primeros conjuntos de hojas reales se desarrollan después de que la plúmula haya caído, y parecen completamente dobladas cuando emergen inicialmente. En ese momento, el epicotilo, una estructura con dos hojas primitivas llamadas brácteas trífidas, se hace evidente debajo de las hojas reales. Debido a que esta especie exhibe germinación hipógena, los cotiledones permanecen debajo del suelo y conservan su forma y tamaño al principio. Después de la primera hoja verdadera, los cotiledones comienzan a deteriorarse ya que ya no proporcionan nutrientes a las plántulas para su crecimiento. A pesar de ello, su contribución al crecimiento temprano es significativa.

d) Formación de tallos

Bidwel (1983) el hecho de que la mayoría de los meristemos apicales tengan dos zonas primarias está respaldado por esto. Encima del meristemo está la túnica, que consta de una o más capas de células alineadas en filas regulares; debajo está el cuerpo, una masa de células agrupadas de una manera menos organizada. Una variedad de planos está involucrada en la división celular en todo el cuerpo, pero en la túnica, las células generalmente se dividen perpendicularmente a la superficie del meristemo. El tejido epidérmico a menudo se origina en la túnica, mientras que la masa interior del tallo y las hojas es producida por el cuerpo.

e) Formación de raíces

Bidwel (1983) La estrella principal del xilema está situada entre las dos extremidades del xilema, como se muestra en esto. El periciclo es una capa de células fuera del floema que continúa participando activamente en los procesos meristemáticos. Las raíces laterales se originan en el periciclo, que es una etapa crucial del desarrollo.

f) Etapa de floración

Faiguenbaum (1993) señala que las hojas más altas encierran los botones florales a medida que crecen. Cinco sépalos completamente unidos rodean toda la floración al final. Apenas unos días después, las hojas inmaduras se separan y los tallos asoman la cabeza; este es el inicio del período de fertilización, que dura hasta que florecen las flores. Los siguientes pasos se realizan en la secuencia especificada en cada nodo reproductivo a lo largo del tallo principal de la planta. Para que se considere que está completamente florecido, aproximadamente un tercio de los ganglios reproductivos deben contener flores abiertas. Aunque es un rasgo hereditario, los factores ambientales y de gestión impactan sustancialmente en la cantidad de ganglios reproductivos que generan las plantas. Cualquiera que sea el caso, cuando se someten a los mismos factores ambientales, los cultivares semitardíos producen más nodos reproductivos que los cultivares tempranos.

g) Etapa de crecimiento de vainas

Faiguenbaum (1993) señala que, cuando tiene lugar la fertilización, los pétalos de la flor vuelven a envolver el ovario fertilizado. Casi inmediatamente después de eso, los pétalos se desvanecen y se caen, dejando atrás una pequeña vaina con la parte superior del peinado aún visible. Por el contrario, los filamentos del estambre envuelven la vaina al principio, pero se secan y se desprenden rápidamente. Al igual que las frutas, las vainas o las legumbres contienen un pericarpio formado por dos valvas; al igual que las vainas, la longitud del pedicelo puede ser recta o curva, y el ápice puede ser agudo o truncado.

h) Etapa de llenado de granos

Faiguenbaum (1993) señala que, la división celular en los granos comienza justo antes de que las vainas alcancen su longitud máxima, por lo que hay cierta superposición entre los períodos en que se cosechan las vainas y cuando se cosechan los granos. Después de unos días de desarrollo bastante moderado, los granos inician un período de rápida expansión, como se ve por el abultamiento de las vainas, que se hacen cada vez más grandes como resultado del creciente crecimiento de los granos. Cuando las judías verdes alcanzan el punto de desarrollo en el que se pueden comer, las vainas están casi llenas. Las vainas de los nodos reproductivos iniciales tienen un retraso en el crecimiento después de alcanzar la primacía del crecimiento; en otras palabras, no alcanzan la madurez de consumo verde al mismo ritmo que las vainas de los nodos superiores. Específicamente, la investigación en dos cultivares semi tardíos encontró que las vainas

de quinto nodo recolectaban entre un 40 y un 50% más de materia seca por día que las vainas de primer nodo durante el tiempo mencionado anteriormente. Los niveles de humedad de los granos que oscilan entre el 72 y el 74% indican que las verduras están listas para la ingestión. Los cultivares determinan principalmente el tamaño promedio del grano en esta etapa de madurez. Entonces, hay variedades de guisantes que se conocen como "petit pois" o ultrafinos, y los granos de estas variedades a menudo miden menos de 7,1 mm de diámetro.

1.3.6 Requerimientos edafoclimáticos

a) Altitud

INIA (1998) indica que el cultivo de arveja se desarrolla óptimamente entre los 1700 y 3200 msnm. Asimismo, Villavicencio (1995) menciona que la altitud óptima para el crecimiento del cultivo de la arveja se encuentra entre los 1600 a 3700 msnm.

b) Clima

Maroto (2000) señala que esta planta se encuentra principalmente en el hogar en regiones húmedas y templadas, mientras que muchas de sus variaciones son vulnerables al frío. Un rango de temperatura de 14 a 26 grados Celsius es adecuado para un desarrollo óptimo.

FAO (2018) menciona que “Como mínimo, se requieren 400-600 mm de precipitación. No puede soportar períodos prolongados de lluvia ya que es un cultivo de secano” (p.72)

Villavicencio (1995) sugiere que el cultivo es muy sensible a la sequía y necesita ubicaciones con fácil acceso al riego, así como suelos que retienen mucha agua.

c) Suelo

Camarena (2003) las arvejas pueden adaptarse a una amplia variedad de tipos de suelo, pero les va mejor en los suelos más livianos y porosos que no retienen demasiada agua y no se compactan demasiado para evitar una circulación de aire suficiente. Al igual que otros cultivos importantes, los guisantes pueden prosperar en suelos con un pH entre 5,5 y 8. Los problemas con la clorosis férrica pueden surgir en suelos que contienen cantidades excesivas de calcio.

1.3.7 Requerimientos nutricionales

Leñano (1980) las arvejas no reaccionan tan fuertemente a los fertilizantes nitrogenados como lo hacen otras legumbres. Agregar nitrógeno a los suelos que ya tienen suficiente fósforo y potasio puede reducir los rendimientos, pero el potasio es más efectivo que el fósforo. Para aprovechar al máximo el fertilizante, aplíquelo 2,5 cm por debajo de la semilla y a 5 cm de distancia de ella; esto equivale a 250 kg / ha en suelos con baja concentración de potasio. La relación NPK recomendada es de 0:1:2.

1.3.8 Característica varietal de arveja variedad Remate

INIA (2004) indica que, las características morfológicas y agronómicas de esta variedad son:

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

INIA (2004) indica que, el rendimiento promedio de esta variedad es:

- En vaina verde : 10 000 kg ha⁻¹ con tutores y 6 300 kg ha⁻¹ sin tutores.
- En grano seco : 2 000 kg ha⁻¹ con tutores y 1 600 kg ha⁻¹ sin tutores.

INIA (2004) indica que, el sistema de producción de esta variedad es:

- Época de siembra : Septiembre – Diciembre.
- Cantidad de semilla : 70 kg ha⁻¹
- Distanciamiento : 0,80 m entre surco a chorro continuo.
- Profundidad de siembra : 5 cm.
- Germinación (inicio) : 7 a 10 días.

1.3.9 Manejo agronómico

a) Preparación del terreno

López (1994), el invierno es la estación ideal para preparar el suelo ya que saca a relucir sus mayores cualidades físicas y químicas. Trabajos como labranza (1), grada (2), surco (1), con tracción animal o mecanizados, ayudan a airear el suelo y distribuyen el agua adecuadamente, asegurando que las semillas y raíces de las plántulas no tengan que ejercer una presión indebida durante la brotación y el desarrollo radicular.

Maroto (2000) enfatiza la necesidad de ser meticuloso para que el piso quede con una excelente circulación de aire y un acabado impecablemente esponjoso. Después de una labranza de 30 centímetros de profundidad con vertedera o subsolador para incorporar el fertilizante del fondo al suelo, se utilizan una o dos gradaciones para romper el suelo superficialmente.

b) Sistemas de siembra

INIA (2004) sugiere plantar solo un cultivo a la vez, con o sin maestros. La calidad y el rendimiento del grano mejoran cuando se cultiva con tutores. Para asegurar un establecimiento y crecimiento exitoso del cultivo, se siembran 70 kg ha⁻¹ de semilla certificada. Las semillas se esparcen a 80 cm de distancia en surcos poco profundos y se siembran a una profundidad de 5 cm utilizando un flujo continuo.

Manual Agropecuario (2002) enfatiza que esparcir tres o cuatro semillas cada diez a quince centímetros en agujeros de cuatro o cinco centímetros de profundidad en surcos separados de cuarenta a ochenta centímetros es una práctica estándar. Sugiere 40-60 kg de semilla por hectárea y una densidad de 100.000–140.000 plantas, con un espaciado de 1-1, 2 m entre surcos y 5-10 cm entre plantas al enseñar.

c) Fertilización

INIA (2004) señala que la fertilización es un método para aumentar la fertilidad que depende de las propiedades del suelo, el clima y el tipo de cultivo. Para mejorar la calidad del suelo, sugiere agregar 10 t ha⁻¹ de materia orgánica mientras se prepara el campo. El examen químico del suelo se realiza antes de plantar para determinar la cantidad de fertilizantes que se utilizarán. Se aconseja fertilizar con 40-80-60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O. Se recomienda aplicar el P-K y el 50% del N mientras se prepara el

suelo para la siembra o al mismo tiempo que la siembra. Luego, aplique el 50% restante de N durante la siembra.

Tineo (2009) señala que la extracción para la arveja se estima en: 125-45-90 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, para un rendimiento de 10 t ha⁻¹.

Maroto (2000) dependiendo de factores como el entorno físico, el cultivar y la cepa de Rhizobium, las arvejas involucradas en la fijación simbiótica de nitrógeno pueden recolectar entre 17 y 100 kg ha⁻¹, y del 22 al 95% de esta cantidad se destina al desarrollo de la planta.

Caritas del Perú (2007) Los nutrientes como el nitrógeno, el fósforo y el potasio se consideran macronutrientes, mientras que el azufre, el calcio, el magnesio y el zinc se consideran nutrientes secundarios. El hierro, el cobre, el boro y el molibdeno se consideran micronutrientes.

Para determinar la necesidad de fertilizante, se debe realizar una prueba de suelo con anticipación. Las tasas de aplicación de fertilizantes deberían ser más altas para las variedades mejoradas en comparación con las variedades nativas, y para los cultivos de regadío en general, a diferencia de los cultivos a corto plazo, en particular. Los fertilizantes tienen propósitos cruciales para las plantas, incluidos estos:

Rol del nitrógeno. Bidwell (1983) menciona el hecho de que el nitrógeno es responsable de los tonos verdes de las plantas, acelera su desarrollo y aumenta sus rendimientos. Un aumento en la síntesis de clorofila y un aumento en la proliferación de células meristemáticas conducen a un crecimiento indeterminado en las plantas cuando los niveles de nitrógeno son altos.

Rol del fósforo. Tisdale (1985) se requiere una cantidad suficiente de fósforo para la división y el desarrollo celular, al igual que para la activación del crecimiento de raíces y tallos. Esto se debe a que el fósforo se encuentra en el núcleo de cada célula vegetal. El fósforo es un químico de reserva que retienen las semillas. Las plantas lo absorben, particularmente cuando sus raíces son jóvenes, lo que les ayuda a tener un comienzo

rápido. Aumenta la resiliencia a los efectos de las bajas temperaturas invernales, acelera la madurez y ayuda al desarrollo de las semillas, y promueve la floración.

Rol del potasio. Tisdale (1985) menciona que, el potasio es un nutriente osmorregulador que controla la cantidad de agua que absorben las plantas, las hace más fuertes y resistentes a las enfermedades, hace que los granos y las semillas se llenen mejor, mantiene el crecimiento de raíces y tubérculos, evita que las plantas se caigan y es crucial para hacer y transferir azúcares, aceites y almidones.

d) Riego

INIA (2004) menciona el punto de que, durante la producción de vainas, el cultivo de arvejas necesita más agua de lo habitual. Si bien la cantidad de riego necesaria varía según el tipo de suelo y la temporada de siembra, es mejor remojar bien las plantas de 20 a 25 días después de la siembra para un crecimiento vegetativo óptimo. A continuación, asegúrese de regar antes y después de la floración, y por último, cuando las vainas estén llenas, para evitar el exceso de humedad, lo que fomenta la presencia de infecciones, especialmente hongos.

e) Control de malezas

Cultivos y Sectores (2017), con alrededor de 10 a 15 centímetros de altura, recomiendan hacer el pase del cultivador, que mata cualquier maleza que pueda haber germinado en el suelo y vuelve a esponjar el suelo. A pesar de que los tratamientos con herbicidas ahora han suplantado la erradicación de malezas.

f) Aporque

INIA (2004) aconseja hacer el aporque 45 días después de la siembra para aumentar la estabilidad del cultivo, proporcionar aireación del sistema radicular y prevenir malezas en el campo.

1.3.10 Cosecha

Manual Agropecuario (2002) es posible cosechar arvejas de 80 a 120 días después de la siembra, cuando su grano está seco o verde, como señala. Las judías verdes tardan entre 50 y 80 días en madurar después de la siembra, y entre 80 y 120 días en las judías

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del terreno experimental

La investigación, tuvo lugar en Pampa del Arco, una ciudad universitaria en la división Ayacucho de la provincia de Huamanga, que es controlada por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Según Holdrige (1970), se encuentra en la zona natural habitable del Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), a una altitud de 2750 metros sobre el nivel del mar y con una pendiente que oscila entre el 1,5 y el 2%. Las coordenadas específicas para esta zona son 13° 08 38 de Latitud Sur y 74° 32 de Longitud Oeste.

Figura 2.1

Ubicación aérea de la parcela experimental Pampa del Arco, Huamanga, Ayacucho – UNSCH



2.2 Materiales y equipos

2.2.1 *Material genético experimental*

Semilla de arveja variedad Remate, fue suministrado por la Estación Experimental Agraria Canaán - INIA, Ayacucho.

2.2.2 *Maquinaria e implementos agrícolas*

La maquinaria y sus implementos agrícolas fueron facilitados por el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la UNSCH. Los cuales fueron:

- Tractor agrícola marca Shanghai modelo 504 con 50 hp de potencia.
- Arado de discos: bastidor con 3 discos irreversibles, discos cóncavos de 26” de diámetro espesor de 4mm, ángulo de ataque 45°, ángulo de penetración 20°, rueda guía de 20”, ángulo de ataque 10° y enganche en tres puntos.
- Rastra de discos: bastidor con cuerpo de discos ajustables de 18 discos (9 dentados de 22” y 9 lisos de 24” con espesores de 4mm distanciados a 9” entre discos) ángulo de ataque tren delantero 10° y trasero 20° enganche en 3 puntos.
- Surcadora de 3 surcos distanciados a 80cm.

Figura 2.2

Arado de discos y rastra de discos utilizados en los diferentes métodos de labranza.



2.2.3 *Fertilizantes*

- Fosfato diamónico: 18 – 46 – 0 (N-P₂O₅-K₂O)
- Cloruro de potasio: 0 – 0 – 60 (N-P₂O₅-K₂O)

2.2.4 *Herramientas manuales y equipos*

- Pico
- Zapapico
- Rastrillo
- Mantas de costal
- Lampas
- Costales de 50kg.
- Cuchillas
- Balanza
- Wincha de 50 m.
- Cordel de 50 m.
- Estacas de 0.50x0.05x0.05 m.
- Comba de 15 kg.
- Rafias
- Cámara fotográfica

2.3 **Metodología**

2.3.1 *Historial del campo experimental*

En el campo se instalaron el cultivo de trigo en diferentes periodos, la descripción anual del mismo se detalla en la tabla 2.1

Tabla 2.1

Historial de siembra del campo Pampa del Arco – UNSCH

Campaña agrícola	Cultivo
2012	Trigo
2013	No se sembró
2014	Trigo
2015	Trigo
2016	No se sembró

La actividad agrícola en el terreno utilizado y sus alrededores, solamente se desarrolla bajo régimen de lluvias que comprende los meses de noviembre a mayo.

2.3.2 *Análisis físico químico del suelo*

Las muestras de suelo se recolectaron utilizando el enfoque tradicional, que implica zigzaguear sobre el campo para obtener una buena sección transversal del suelo (incluida la capa cultivable de 20 cm), con el fin de conocer sus propiedades físicas y químicas. El laboratorio de Análisis de Suelos y Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal De Huamanga realizó el análisis en una muestra homogénea de 1 kg que se obtuvo luego de mezclar varias muestras. Los resultados se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2

Características físicas y químicas del suelo del campo experimental Pampa del Arco – UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho

Propiedades	Valores	Unidad	Interpretación
pH	8.41	-.-	Fuertemente alcalino
C.E.	0.425	dS/m	Normal
CaCO ₃	2.0	%	Bajo
Materia orgánica	0.73	%	Bajo
Nitrógeno total	0.03	%	Bajo
P-disponible	6.2	ppm	Bajo
K-disponible	289.7	ppm	Alto
C.I.C.	19.2	Cmol(+)/kg	Medio
Clase textural	-.-	-.-	Franco - Arcilloso
<u>Cationes cambiables</u>			
Ca ⁺⁺	14.4	Cmol(+)/kg	Alto
Mg ⁺⁺	2.28	Cmol(+)/kg	Alto
K ⁺	1.48	Cmol(+)/kg	Alto
Na ⁺	-.-	Cmol(+)/kg	-.-
Al ⁺³	0.0	Cmol(+)/kg	Bajo
H ⁺	0.0	Cmol(+)/kg	Bajo

Nota. Reproducido de Laboratorio de suelos, plantas y agua "Nicolás Roulet" del programa de investigación en pastos y Ganadería – UNSCH.

La Tabla 2.2 del informe analítico muestra que se utilizaron los siguientes métodos: el potenciómetro midió el pH, el método Walkley y Black midió la materia orgánica, el método semi micro-Kjeldahl midió el nitrógeno total, el método Bray y Kurtz I midió el fósforo disponible, el método de extracción de acetato de amonio midió el potasio disponible, la capacidad de intercambio catiónico(CIC); saturación con acetato de amonio, Ca⁺², Mg⁺², cambiabile; reemplazo con acetato de amonio, Al⁺³, H⁺: método Yuan; y el método Hidrómetro midió la textura del suelo. Los resultados muestran que el suelo en el experimento tiene un pH muy alcalino, mucha materia orgánica, un bajo contenido de nitrógeno total, un bajo contenido de fósforo disponible y un alto contenido de potasio disponible. El análisis físico muestra que el suelo tiene una textura franco arcillosa, y las características físicas y químicas muestran que es adecuado para el cultivo de arvejas.

2.4 Características climáticas

La información meteorológica fue recuperada de la base de datos integral de informes meteorológicos diarios de la Estación Meteorológica del INIA. La estación es propiedad de la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho y se encuentra a 2756 metros sobre el nivel del mar en el distrito de Ayacucho en las coordenadas 13 10 00.06” Latitud Sur y 74 12 22.92 Longitud Oeste. La deficiencia o exceso de humedad del suelo se determinó restando la evapotranspiración potencial ajustada o real de la tasa de transpiración total (ETPR), que se calculó tabulando los datos de temperatura y precipitación de acuerdo con una fórmula sugerida por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN).

Camarena (2003) afirma que las condiciones ideales para la producción de arvejas incluyen una temperatura promedio de 17.28 °C, una máxima de 24.88 °C y una mínima de 9.68 °C. Estos valores se alcanzaron durante el periodo de cultivo. Un total de 541,30 mm de lluvia cayeron durante el año. La Figura 2.2 ilustra el balance hídrico del año 2017, que revela que el experimento tuvo lugar en los meses de enero, febrero y marzo, cuando la humedad era constante, y que hubo un pequeño déficit hídrico en abril, cuando finalizó el experimento. Con un promedio de 120 días para alcanzar la madurez fisiológica, el cultivo de guisantes experimenta menos precipitación que la evapotranspiración. Sin embargo, hubo más evapotranspiración en abril, lo que no tuvo efecto en la producción de guisantes. Por lo tanto, era innecesario aplicar riego.

Tabla 2.3

Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016 – 2017, registrado en la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho

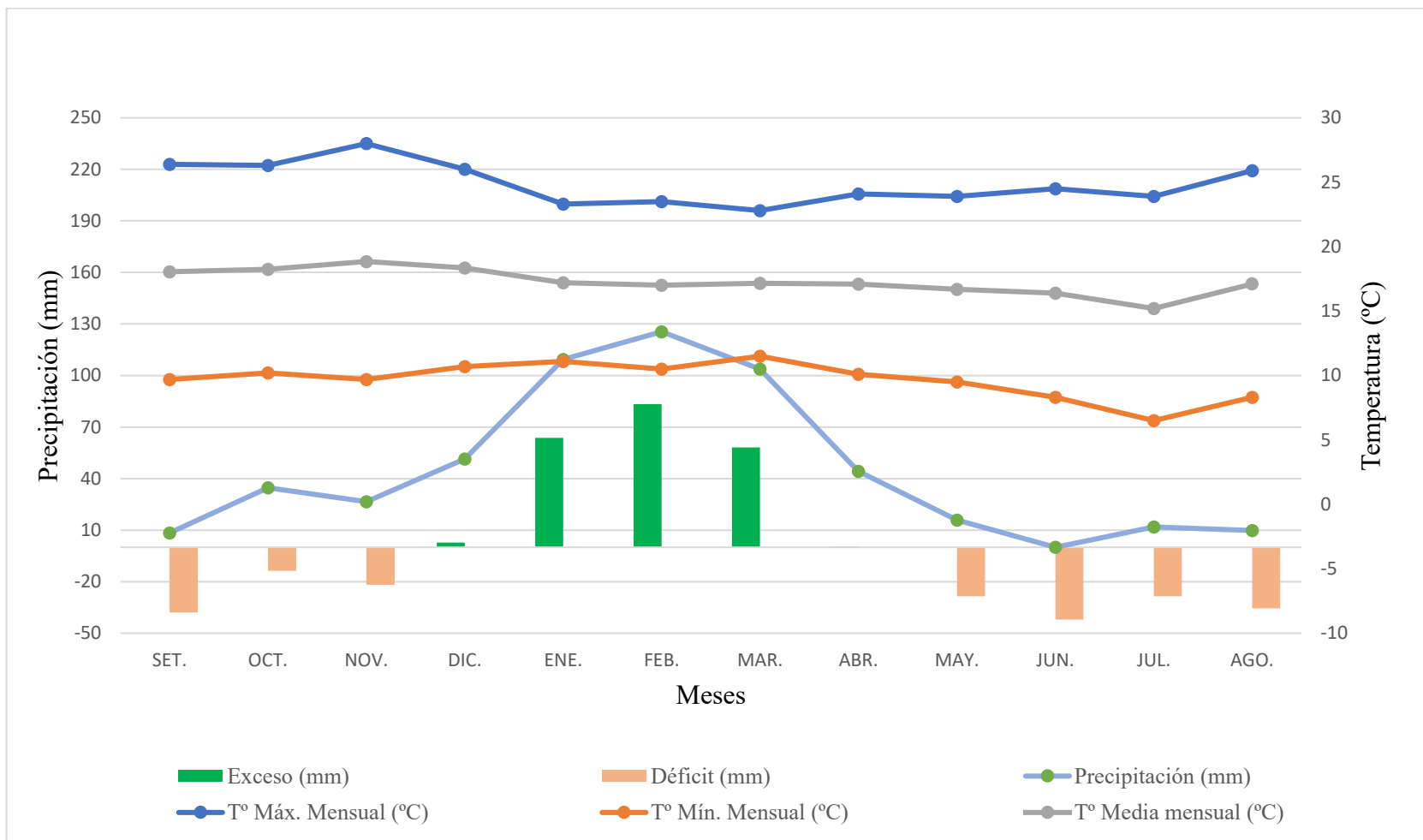
Estación: INIA	Latitud:	13°10'00.06'' S	Departamento:	Ayacucho
	Longitud:	74°12'22.92'' W	Provincia:	Huamanga
	Altitud:	2756 msnm	Distrito:	Ayacucho

AÑO	2016				2017								TOTAL	MEDIA
	MESES	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.		
T° Máx. Mensual (°C)	26.40	26.30	28.00	26.00	23.30	23.50	22.80	24.10	23.90	24.50	23.90	25.90	24.88	
T° Mín. Mensual (°C)	9.70	10.20	9.70	10.70	11.10	10.50	11.50	10.10	9.50	8.30	6.50	8.30	9.68	
T° Media mensual (°C)	18.05	18.25	18.85	18.35	17.20	17.00	17.15	17.10	16.70	16.40	15.20	17.10	17.28	
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96		
ETP (mm)	86.64	90.52	90.48	91.02	85.31	78.88	85.06	82.08	82.83	78.72	75.39	84.82	1011.75	0.54
Precipitación (mm)	8.40	34.70	26.60	51.40	109.40	125.50	103.70	44.20	15.80	0.00	11.80	9.80	541.30	
ETP Ajustado (mm)	46.35	48.43	48.41	48.69	45.64	42.20	45.51	43.91	44.32	42.12	40.34	45.38		
Humedad suelo (mm)	-37.95	-13.73	-21.81	2.71	63.76	83.30	58.19	0.29	-28.52	-42.12	-28.54	-35.58		
Exceso (mm)				2.71	63.76	83.30	58.19	0.29						
Déficit (mm)	37.95	13.73	21.81						28.52	42.12	28.54	35.58		

Nota. Reproducido de Los registros de datos de la estación meteorológica INIA – Ayacucho, que corresponden al periodo 2016-2017.

Figura 2.3

Diagrama de temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016 – 2017, registrado en la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho



2.5 Factores en estudio

2.5.1 Métodos de labranza (L)

L₁: Rastra de disco + surcadora.

L₂: Arado de disco + rastra de disco + surcadora.

L₃: Arado de disco + arado de disco + rastra de disco + surcadora.

2.5.2 Niveles de fertilización (F) kg ha⁻¹

F₁ : 0-0-0 N, P₂O₅, K₂O

F₂ : 20-50-20 N, P₂O₅, K₂O

F₃: 40-100-40 N, P₂O₅, K₂O

F₄ : 60-150-60 N, P₂O₅, K₂O

2.6 Tratamientos

Los tratamientos del trabajo de investigación resultaron de la combinación de los factores en estudio, el cual se detalla en la tabla 2.4.

Tabla 2.4

Métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK en el rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum L.). Pampa del Arco 2750 msnm. Ayacucho.

Tratamientos	Clave	Descripción
T ₁	L ₁ F ₁	Rastra + surcadora x 0-0-0 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₂	L ₁ F ₂	Rastra + surcadora x 20-50-20 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₃	L ₁ F ₃	Rastra + surcadora x 40-100-40 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₄	L ₁ F ₄	Rastra + surcadora x 60-150-60 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₅	L ₂ F ₁	Arado + rastra + surcadora x 0-0-0 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₆	L ₂ F ₂	Arado + rastra + surcadora x 20-50-20 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₇	L ₂ F ₃	Arado + rastra + surcadora x 40-100-40 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₈	L ₂ F ₄	Arado + rastra + surcadora x 60-150-60 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₉	L ₃ F ₁	Arado + arado + rastra + surcadora x 0-0-0 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₁₀	L ₃ F ₂	Arado + arado + rastra + surcadora x 20-50-20 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₁₁	L ₃ F ₃	Arado + arado + rastra + surcadora x 40-100-40 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₁₂	L ₃ F ₄	Arado + arado + rastra + surcadora x 60-150-60 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)

Nota. T: tratamientos, L: labranza, F: fertilización.

2.7 Diseño experimental

Se utilizaron doce tratamientos, tres repeticiones y treinta y seis unidades experimentales en el experimento factorial de diseño aleatorio de bloques completos

(DBCR), que incluyó tres técnicas de labranza mecanizada y cuatro niveles de fertilización con N-P₂O₅-K₂O. Este estudio estadístico utilizará el análisis de varianza de ANVA y la prueba de contraste de Tukey (0,05) para ver la diferencia en los datos cuantitativos.

El modelo aditivo lineal corresponde a una ecuación lineal de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta(ij) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera en la unidad experimental.

μ = Media general de la observación.

β_k = Efecto del k-ésimo bloque o repetición.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor α , método de labranza.

δ_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor δ , nivel de fertilización.

$\alpha\delta(ij)$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo método de labranza con el j-ésimo nivel de fertilización.

ϵ_{ijk} = Error experimental en la observación Ψ_{ijk}

Alcance de los subíndices:

$i = 1, 2, 3$ (Niveles del factor método de labranza)

$j = 1, 2, 3, 4$ (Niveles del factor nivel de fertilización)

$k = 1, 2, 3$ (Número de bloques)

2.8 Características del campo experimental

Parcelas

- Largo : 12 m
- Ancho : 6 m
- Área : 72 m²
- Numero de surcos : 7

Bloques

- Número de bloques : 3
- Ancho : 18 m
- Largo : 48 m
- Área del bloque : 864 m²

Campo experimental

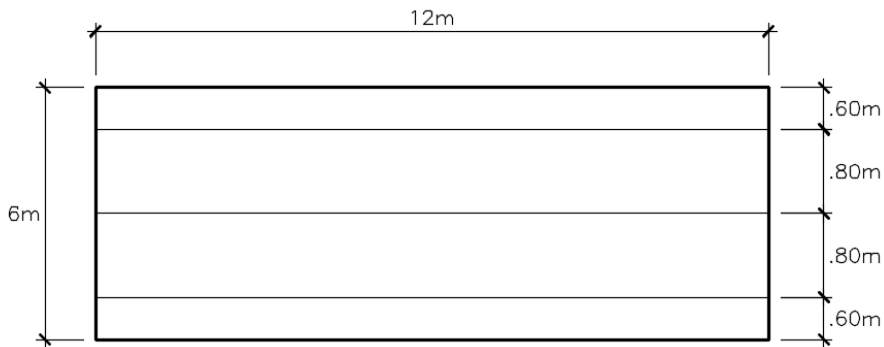
- Largo : 48 m
- Ancho : 56 m
- Área total de unidades experimentales : 2 592 m²
- Área total del experimento : 2 688 m²

Croquis de la unidad experimental

La unidad experimental está conformada por siete surcos, con una distancia entre surco de 0.80m, como se muestra en la figura 2.4.

Figura 2.4

Croquis de la unidad experimental

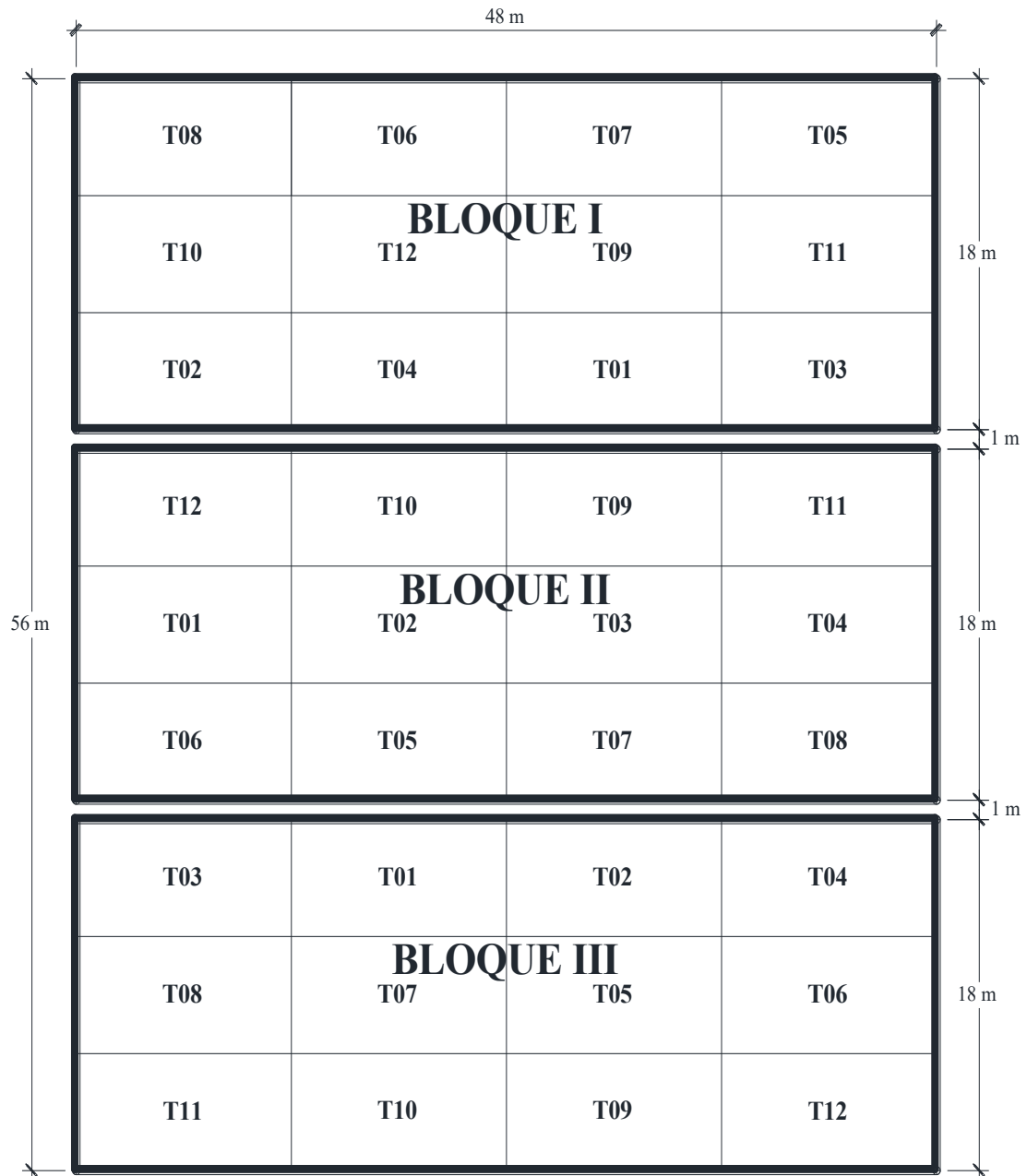


Croquis del campo experimental

Existe en total de 36 unidades experimentales distribuidas en los tres bloques del campo experimental, con 12 tratamientos administrados dentro de cada bloque. Como se observa en la Figura 2.5, los tratamientos se dispersan al azar en los tres bloques.

Figura 2.5

Representación gráfica de la distribución de los tratamientos en el área experimental.



Nota. T: tratamientos.

2.9 Características a evaluar

2.9.1 Altura de planta (cm)

De cada unidad experimental, se seleccionaron al azar 25 plantas, midiendo la longitud de cada planta desde el cuello hasta el ápice de la inflorescencia. El cultivo se evaluó cuando estaba listo para ser cosechado. Para esto se utilizó una cinta métrica, luego de eso se encontró la altura promedio de cada unidad de prueba.

2.9.2 *Número de vainas por planta*

El procedimiento incluyó seleccionar aleatoriamente 25 plantas de cada unidad experimental y contar sus vainas comerciales. Luego se calculó el promedio.

2.9.3 *Longitud de vainas (cm)*

Para esta evaluación, tomamos medidas desde el sitio de inserción con el pedúnculo hasta el ápice de 25 vainas seleccionadas al azar de cada unidad experimental usando un flexómetro. Luego, promediamos esas lecturas.

2.9.4 *Número de granos por vaina*

En esta prueba, utilizamos las mismas vainas que en la anterior para averiguar cuántos granos había en promedio en cada unidad experimental.

2.9.5 *Rendimiento en vaina verde*

Para medir este parámetro, utilizamos una balanza analítica para medir la masa de todas las vainas recolectadas de plantas de muestra específicas del tratamiento. El peso de cada vaina por planta se transformó luego en peso de vaina por hectárea (kg/ha).

2.9.6 *Rentabilidad económica*

Se determinó en forma indirecta, utilizando el índice de rentabilidad, Beneficio/Costo (B/C) en base a la utilidad neta y costo total de producción, para cada tratamiento en estudio, lo cual quiere decir el costo de inversión expresado en dinero y el rendimiento obtenido por hectárea, de cada unidad experimental.

El índice de rentabilidad de los tratamientos se calcula con la siguiente fórmula:

$$I.R = \frac{Utilidad\ neta}{Costo\ total} \times 100$$

2.10 *Instalación y conducción del experimento*

2.10.1 *Limpieza del terreno*

Se realizó el día 16 de enero de 2017, se inició con la limpieza manual de la parcela con el uso de picos, zapapicos, rastrillos y mantas de costal con la finalidad de tener el campo libre de arbustos, basuras, así como materiales que perjudiquen las labores

agronómicas durante la ejecución del experimento, así mismo facilitar el trabajo del tractor para la preparación del terreno.

2.10.2 Demarcación del terreno

Se realizó el día 17 de enero de 2017, horas antes de la preparación del terreno, se utilizó para esta labor una wincha de 50 m, cordel de 50 m, rafias, estacas y comba, con la finalidad de replantar las parcelas y guiar al operador de la maquinaria para la preparación del terreno.

2.10.3 Preparación del terreno

Se realizó el día 17 de enero de 2017, un día antes de la siembra y según el plano de la distribución de los tratamientos, se prosiguió con esta labor empleando los implementos agrícolas de acuerdo a los tipos de labranza en estudio, en los cuales se utilizó el arado de discos y la rastra de discos accionados por el tractor agrícola de 50 Hp de potencia.

2.10.4 Surcado

Se realizó el día 18 de enero de 2017, para esta labor se empleó surcadora de 3 surcos accionada por el tractor agrícola de 50 Hp de potencia, a lo largo de cada parcela experimental con distanciamientos de 0.8 m entre surcos y un total de 7 surcos por parcela experimental.

2.10.5 Fertilización

Se realizó toda la fertilización al momento de la siembra el día 18 de enero de 2017, a chorro continuo, de manera uniforme en toda la línea del surco antes de depositar la semilla en los surcos, el nivel de fertilización NPK fue de acuerdo a la distribución de los tratamientos empleados, utilizando como fuentes el fosfato diamónico (18%N y 46% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O).

2.10.6 Siembra

La densidad de siembra fue de 70 kg / ha, y se realizó manualmente con la ayuda de iluminación el 18 de enero de 2017, utilizando un flujo continuo en surcos simples separados 80 cm y enterrados de 3 a 5 cm por debajo de la superficie de los surcos. Se utilizó semilla de la variedad Remate, la cual fue verificada y desinfectada.

2.10.7 Riego

No se utilizó riego durante toda la temporada de crecimiento; todo se hizo en un ambiente de secano.

2.10.8 Deshierbos

Las malezas se eliminaron del campo de acuerdo con su densidad para que el cultivo no tuviera que luchar contra las malezas por recursos como agua, nutrientes y luz solar. Se usó deshierbe manual. Cuando faltaban 20 días para que florecieran los guisantes, se realizó el primer deshierbe cuando las malezas eran pequeñas y tenían cuatro hojas verdaderas. La segunda ronda de deshierbe se realizó 45 días antes de la labranza en macollaje completo.

2.10.9 Control fitosanitario

No se aplicó ningún producto fitosanitario.

2.10.10 Aporque

Durante el ciclo vegetativo se realizó un aporque. Este trabajo se realizó manualmente el 3 de marzo de 2017, 45 días después de la siembra, con la ayuda de una lámpara. El propósito de esta práctica era aumentar la estabilidad del cultivo, permitir la aireación del sistema radicular y mantener el campo libre de malezas.

2.10.11 Cosecha

La cosecha se realizó en vaina verde, el día 10 de abril del 2017, al momento de la madurez fisiológica siendo ésta a partir de los 92 días, previamente se realizó un muestreo a las vainas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Altura de planta

Tabla 3.1

Análisis de varianza para altura de planta, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.) Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	529.760	264.88	5.99	0.0627 ns
Labranza (L)	2	296.503	148.25	3.35	0.1397 ns
Error (a)	4	176.959	44.24		
Fertilización (F)	3	1758.891	586.30	20.83	0.0000 **
Lineal	1	1361.250	1361.25	48.36	0.0000 **
Cuadrático	1	378.303	378.303	13.44	0.0018 **
Cúbico	1	19.339	19.339	0.69	0.4180 ns
L x F	6	343.890	57.32	2.04	0.1133 ns
Error (b)	18	506.624	28.15		
Total	35	3612.628			

CV (%) = 6.229

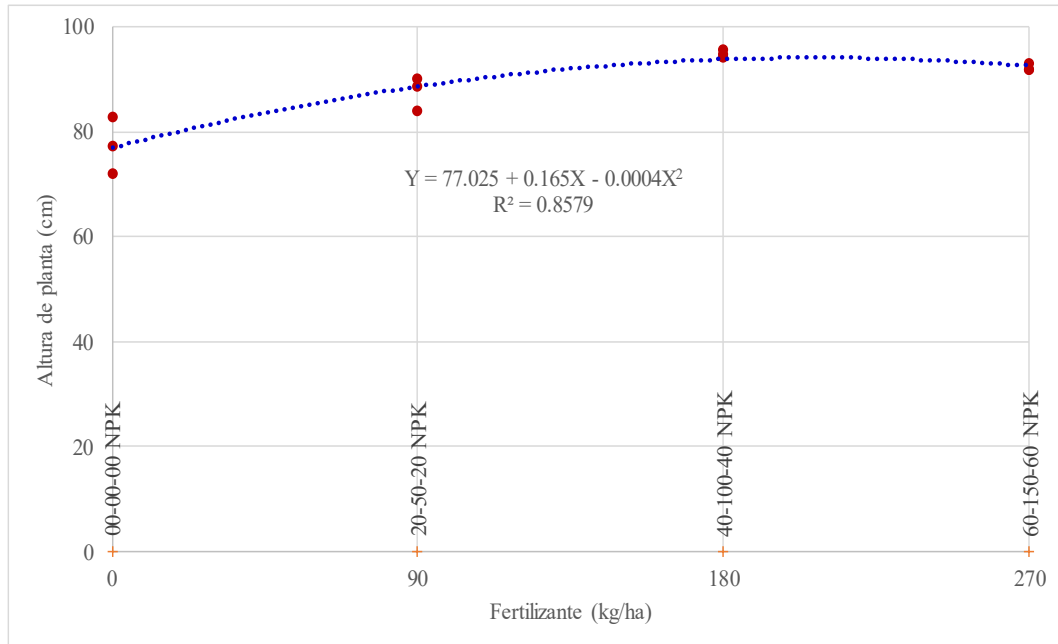
Promedio = 85.175

En el análisis de varianza (tabla 3.1) para altura de planta, al examinar los impactos de las diferentes formas de labranza y las interacciones entre la labranza y la fertilización NPK, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas. Los efectos lineales y cuadráticos del efecto principal de la fertilización NPK fueron altamente significativos, lo que indica que los niveles de fertilización NPK influyeron en la altura de la planta independientemente de los tipos de labranza mecanizada. Entonces, para tener en cuenta la altura de la planta al retroceder el fertilizante, se sugiere un modelo polinómico cuadrático. Las unidades experimentales en el campo de cultivo estaban

suficientemente homogeneizadas, como lo demuestra el coeficiente de variación de 6,229%.

Figura 3.1

Regresión para altura de planta por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m.–Ayacucho



En la regresión (figura 3.1) para altura de planta por efecto de niveles de fertilizante NPK, la primera derivada de la ecuación cuadrática permite encontrar el valor de NPK que maximiza la altura de planta, esto es $\text{NPK} = 206.3 \text{ kg ha}^{-1}$, el mismo que desagregando en sus partes equivale a 45.8 N – 114.7 P – 45.8 K para una altura de planta máxima de 94.04 cm. También se tiene que el 85.79 % de la variación de la altura de planta está determinado por los niveles de NPK.

El nivel de fertilización aplicado al suelo sobre la fertilidad natural de este, influye en la nutrición por ende el crecimiento de la planta, dado que el suelo tiene un pH de 8.41 (fuertemente alcalino) medio en el cual los nutrientes se ve reducido como es el caso del fosforo y cuando se incorpora a pesar de la fijación la planta responde positivamente lo que se observa en la regresión (figura 3.1) donde las parcelas que han sido cultivadas sin fertilización NPK (T1, T5 y T9) las plantas presentan menor altura y a medida que se fue incrementando la dosis de abonamiento NPK (T2, T3, T6, T7, T10 y T11) la altura aumenta, hasta llegar al umbral de consumo máximo de fertilizantes por planta, que

corresponde la dosis 206.3 kg ha⁻¹ de NPK con el que se consigue una altura de 94.04 cm. Sin embargo, a mayor dosis de abonamiento (T4, T8 y T12) la altura de planta es menor.

Tineo (2009) en la sección sobre fertilidad del suelo en el manual de prácticas, el autor hace referencia a la regla del mínimo de Liebig, que establece que el uso de fertilizantes tiene un límite y que el aumento en el rendimiento de la cosecha disminuye a medida que aumenta la dosis. Por esta razón, en realidad, es importante aumentar las dosis de fertilizantes con mucha cautela para no exceder los límites de la rentabilidad.

Muñoz (2017) situado a una altitud de 2750 metros en la Pampa del Arco-UNSCH. En la variedad Remate se utilizó inoculación, micronutrientes y un extracto natural de algas. La planta más alta medida en este estudio alcanzó una altura de 135 cm.

3.2 Número de vainas por planta

Tabla 3.2

Análisis de varianza para número de vainas por planta, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	56.542	28.27	2.16	0.2312 ns
Labranza (L)	2	218.476	109.24	8.34	0.0374 *
Error (a)	4	52.368	13.09		
Fertilización (F)	3	919.510	306.50	23.25	0.0000 **
Lineal	1	777.297	777.297	58.97	0.0000 **
Cuadrático	1	112.891	112.891	8.57	0.0090 **
Cúbico	1	29.322	29.322	2.22	0.1531 ns
L x F	6	67.218	11.20	0.85	0.5487 ns
Error (b)	18	237.244	13.18		
Total	35	1551.357			

CV (%) = 20.001

Promedio = 18.151

La Tabla 3.2 muestra los resultados del análisis de varianza para las vainas por planta. Los efectos de interacción de la fuente de variación, que incluyen diferentes

formas de labranza y fertilización NPK, no mostraron diferencias significativas. Con efectos lineales y cuadráticos altamente significativos, así como una diferencia significativa en el efecto principal de la labranza y la fertilización NPK, estos resultados demuestran que la cantidad de fertilización NPK y los tipos de labranza mecánica impactan significativamente en el número de vainas por planta. Entonces, para predecir el efecto del fertilizante en la cantidad de vainas por planta, se sugiere un modelo polinómico cuadrático. Con un coeficiente de variación del 20,001%, las unidades experimentales en el campo agrícola han sido adecuadamente homogeneizadas.

Tabla 3.3

*Prueba de Tukey para número de vainas por planta, para el efecto principal de tipo de labranza en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho*

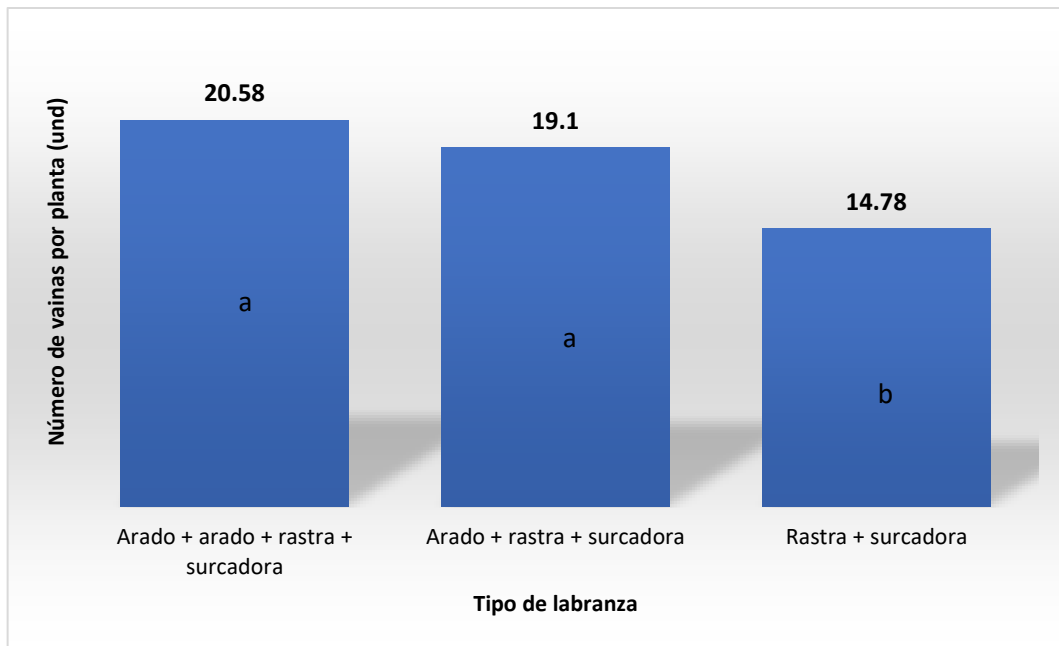
Tipo de labranza	Número de vainas por planta	Tukey 0.05	
Arado + arado + rastra + surcadora	20.58	a	
Arado + rastra + surcadora	19.10	a	b
Rastra + surcadora	14.78		b

DMS = 5.26

De la prueba de Tukey (tabla 3.3) se puede señalar que la labranza (arado + arado + rastra + surcadora) y labranza (arado + rastra + surcadora) no hay diferencia significativa entre estos dos grupos, mientras que la labranza (arado + arado + rastra + surcadora) vs labranza (rastra + surcadora) hay diferencia significativa y por último la labranza (arado + rastra + surcadora) entre labranza (rastra + surcadora) no hay diferencia significativa.

Figura 3.2

Prueba de Tukey para número de vainas por planta para el efecto tipo de labranza en el cultivo de arveja

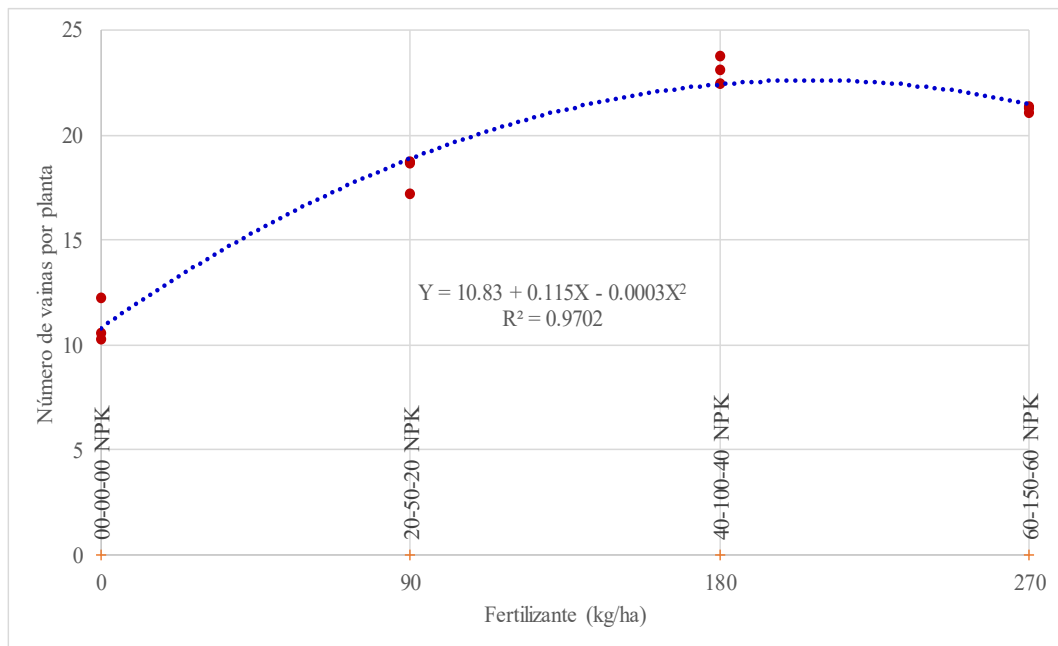


De la prueba de Tukey (figura 3.2) para número de vainas por planta por efecto de tipos de labranza se puede inferir que solo hay diferencia estadística significativa entre la labranza (arado + arado + rastra + surcadora) y labranza (rastra + surcadora), mas no hay diferencia significativa entre labranza (arado + arado + rastra + surcadora) y labranza (arado + rastra + surcadora) asimismo entre labranza (arado + rastra + surcadora) y labranza (rastra + surcadora).

El número de vainas por planta está en función a la productividad del cultivo, las raíces de la arveja no toleran los suelos compactos esto explica los resultados obtenidos que afirman lo mencionado por Faiguenbaum (2003) que afirma que al usar maquinaria o herramientas como arados y rastras modifican principalmente la estructura del suelo. Con esta actividad logramos un suelo mejor preparado para la siembra y desarrollo de raíces, mientras que la mínima remoción del suelo, es más sostenible a largo plazo y ofrece menos ventajas inmediatas para el rendimiento, especialmente en suelos que requieren intervención para mejorar su estructura o fertilidad.

Figura 3.3

Regresión para número de vainas por planta por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho



En la regresión (figura 3.3) para número de vainas por planta por efecto de niveles de fertilización NPK, la primera derivada de la ecuación cuadrática permite encontrar el valor de NPK que maximiza el número de vainas por planta, esto es $NPK = 191.70 \text{ kg ha}^{-1}$, el mismo que desagregando en sus partes equivale a $42.6 \text{ N} - 106.5 \text{ P} - 42.6 \text{ K}$ para un número de vainas por planta máxima de 21.85. También se tiene que el 97.02 % de la variación de número de vainas por planta está determinado por los niveles de NPK.

El número de vainas por planta está en relación a la altura de planta, a más altura presentará un mayor número de vainas, por lo que el nivel de fertilización aplicado al suelo sobre la fertilidad natural de este influye en la nutrición por ende en la altura de planta, el suelo tiene 0.73% de materia orgánica (bajo) medio en el cual hay una deficiencia de nitrógeno y al incorporarse a la planta responde positivamente lo que se observa en la regresión (figura 3.3) donde las parcelas que han sido cultivadas sin fertilización NPK (T1, T5 y T9) son los que obtuvieron menor número de vainas por planta 8.08, 10.70 y 12.87 und. respectivamente, y a medida que se fue incrementando la dosis de abonamiento NPK (T2, T3, T6, T7, T10 y T11) el número de vainas por planta aumenta.

Antonio (2018) realizó sus estudios a una altitud de 2750 metros en el Centro Experimental de Canaán. Para el tipo Remate, utilizando abono sintético. El estudio actual no alcanzó el valor máximo de 29,8 vainas por planta, que se logró aplicando una dosis de fertilización de 90-120-80 NPK al suelo.

Muñoz (2017) situado a una altitud de 2750 metros en la Pampa del Arco-UNSCH. En la variedad Remate se utilizó inoculación, micronutrientes y un extracto natural de algas. El mayor número de vainas obtenidas por planta fue de 34, que es mayor que el número de vainas adquiridas en el presente estudio.

3.3 Número de granos por vaina

Tabla 3.4

Análisis de varianza para número de granos por vaina, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	3.614	1.807	7.31	0.0462 *
Labranza (L)	2	0.577	0.288	1.17	0.3992 ns
Error (a)	4	0.990	0.247		
Fertilización (F)	3	2.558	0.853	5.03	0.0105 *
Lineal	1	2.487	2.487	14.67	0.0012 **
Cuadrático	1	0.068	0.068	0.40	0.5357 ns
Cúbico	1	0.003	0.003	0.02	0.9034 ns
L x F	6	1.477	0.246	1.45	0.2499 ns
Error (b)	18	3.053	0.170		
Total	35	12.268			

CV (%) = 6.698

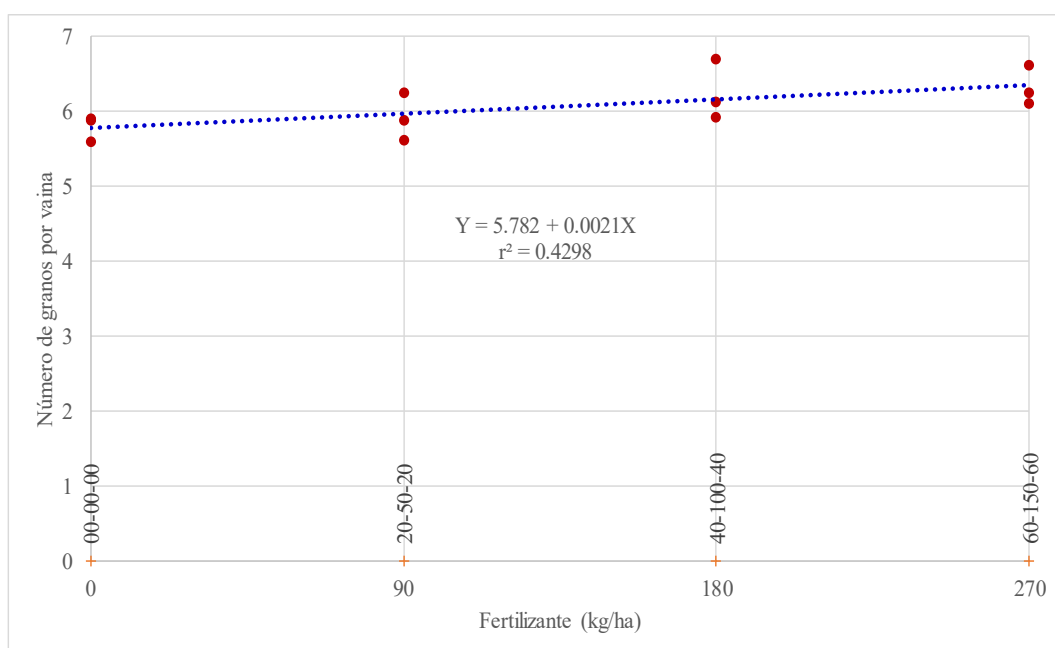
Promedio = 6.148

La Tabla 3.4 muestra los resultados del análisis de varianza para el número de granos por vaina. La fuente de variación, que son los tipos de labranza, y los efectos de interacción (tipos de labranza x fertilización NPK), no mostraron diferencias significativas. Dado que el efecto lineal fue altamente significativo y el efecto principal de la fertilización NPK mostró una diferencia significativa, podemos concluir que los niveles de fertilización afectan significativamente el número de granos por vaina, pero

los tipos de labranza no tienen ningún efecto. Por lo tanto, sugerimos utilizar un modelo aditivo lineal para predecir el número de granos por vaina en función del fertilizante. Un coeficiente de variación del 6,698% sugiere que las unidades experimentales en el campo agrícola han sido adecuadamente homogeneizadas.

Figura 3.4

*Regresión para número de granos por vaina por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho*



En la regresión (figura 3.4) para número de granos por vaina por efecto de niveles de fertilización NPK, muestra una tendencia lineal para el número de granos por vaina, cuyo modelo matemático es $Y = 5.782 + 0.0021X$ con una correlación significativa. Estos resultados señalan que a mayor dosis de fertilización con NPK se presentara mayor número de granos por vaina. Del cual se tiene que la dosis de 270 kg h⁻¹ de NPK, desagregado en sus partes con fórmula 60-150-60 kg.h⁻¹ de NPK, muestra el mayor número de granos por vaina con 6.349 granos por vaina, superando estadísticamente a las demás dosis de formulación NPK. También se tiene que el 42.98% de la variación de número de granos por vainas está determinado por los niveles de fertilización de NPK.

El número de granos por vaina está influenciado por los niveles de fertilización NPK debido a que estos nutrientes son esenciales durante la floración y formación de vainas por lo que la falta de ellos genera flores más débiles, menos fecundación exitosa y

por lo tanto menos granos por vaina el cual contrasta lo obtenido (figura 3.4) con los tratamientos (T01, T05 y T09), sin fertilización y al tener el suelo con 6.2 ppm de fosforo (bajo) y nitrógeno total 0.03% (bajo), se obtuvo el menor número de granos por vaina, pero al fertilizar el suelo con diferentes niveles de fertilización, tratamientos (T02, T03, T04, T06, T07, T08, T10, T11 Y T12) el número de granos por vaina aumenta directamente proporcional a la dosis de fertilización.

Cabrera (2004), realizó sus estudios a una altitud de 2750 metros en el Centro Experimental de Canaán. Sus hallazgos fueron inferiores a lo observado por este autor; había obtenido 8,13 granos por vaina mediante fertilización biológica con cepas de *Rizhobium* y 0-50-30 kg⁻¹ de NPK en la variedad remate.

Muñoz (2017) en el sitio de estudio de la UNSCH en Pampa del Arco, a una altitud de 2760 metros. En la variedad Remate se utilizó inoculación, micronutrientes y un extracto natural de algas. Agregó 7.20 granos por vaina al total, que es más de lo que se encontró en este estudio.

3.4 Longitud de vaina

Tabla 3.5

Análisis de varianza para longitud de vaina, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	1.841	0.920	6.09	0.0611 ns
Labranza (L)	2	0.172	0.086	0.57	0.6053 ns
Error (a)	4	0.604	0.151		
Fertilización (F)	3	1.464	0.488	8.60	0.0009 **
Lineal	1	1.438	1.438	25.35	0.0001 **
Cuadrático	1	0.024	0.024	0.42	0.5234 ns
Cúbico	1	0.001	0.001	0.02	0.8846 ns
L x F	6	0.635	0.106	1.87	0.1423 ns
Error (b)	18	1.021	0.057		
Total	35	5.738			

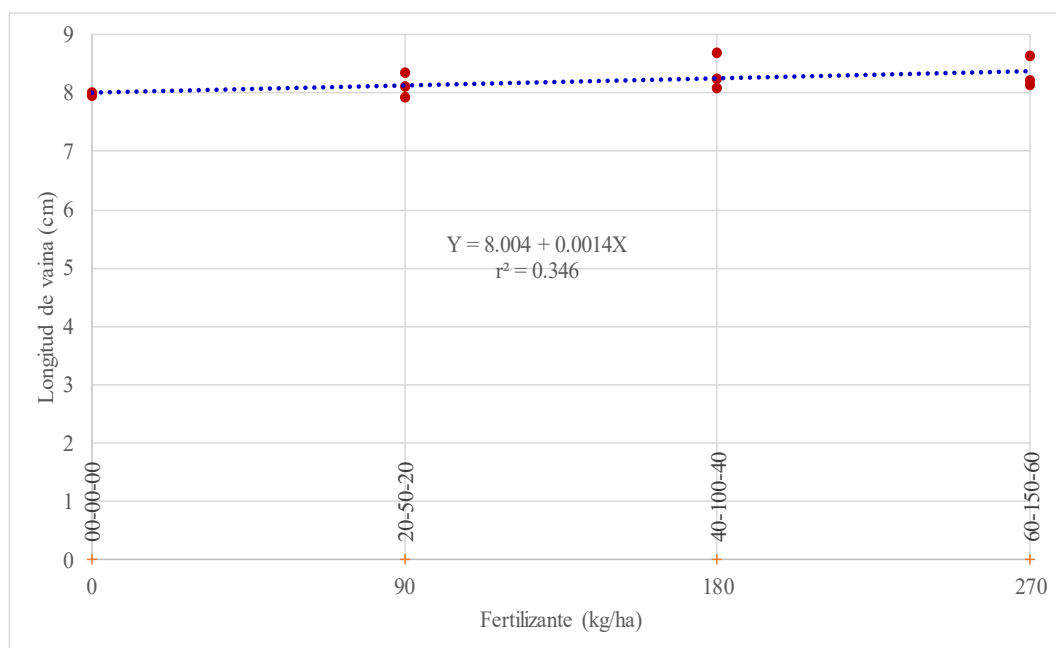
CV (%) = 2.870

Promedio = 8.300

En el análisis de varianza (tabla 3.5) para longitud de vaina, no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación tipos de labranza y los efectos de interacción (tipos de labranza x fertilización NPK). Se encontró diferencia altamente significativa en el efecto principal fertilización NPK, siendo el efecto lineal altamente significativo, estos resultados nos demuestran que la longitud de vainas ha sido influenciada por los niveles de fertilización NPK mas no así por los tipos de labranza lo cual indica que estas variables actúan independientemente para la variable longitud de vainas. Por lo que se propone considerar un modelo aditivo lineal para la regresión longitud de vaina sobre fertilizante. El coeficiente de variación de 2.870 % indica una adecuada homogenización de las unidades experimentales en el campo de cultivo.

Figura 3.5

Regresión para longitud de vaina por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho



En la regresión (figura 3.5) para longitud de vainas por efecto de niveles de fertilización NPK, muestra una tendencia lineal para la longitud de vainas, cuyo modelo matemático es $Y = 8.004 + 0.0014X$ con una correlación altamente significativa. Estos resultados indican que a mayor nivel de formulación de fertilización con NPK se presentará mayor longitud de vainas. Del cual se tiene que la dosis de 270 kg h^{-1} de NPK, desagregado en sus partes con fórmula $60-150-60 \text{ kg.h}^{-1}$ de NPK, muestra mayor longitud de vainas con 8.382 cm superando estadísticamente a las demás dosis de formulación

NPK. También se tiene que el 34.60 % de la variación de longitud de vainas está determinado por los niveles de fertilización de NPK.

La longitud de vaina está influenciada por los niveles de fertilización NPK debido a que estos son fundamentales para el crecimiento de las células que forman la vaina. La falta o deficiencia de estas pueden producir vainas más cortas, dado que el suelo tiene un contenido de nitrógeno total de 0.03% (bajo) y fósforo disponible 6.2 ppm (bajo) y al incorporarse estos nutrientes gradualmente, la planta responde positivamente lo que se observa en la (figura 3.5) donde las parcelas que han sido cultivadas sin fertilización NPK (T01, T05 y T09) las plantas presentan menor longitud de vaina y a medida que se fue incrementando la dosis de abonamiento NPK (T2, T3, T4, T6, T7, T8, T11 Y T12) la longitud de vaina fue mayor.

Antonio (2018) en su trabajo de investigación en el centro experimental Canaán a 2750 msnm. Con fertilización sintética en arveja variedad remate, determinó una longitud de vaina máximo de 8.67 cm, con dosis de fertilización 90-120-80 de NPK (T8), el cual resulta ligeramente inferior a la longitud de vaina obtenido en la presente investigación, que es de 8.81 cm con fertilización 40-150-40 NPK (T12).

Muñoz (2017) en su trabajo de investigación en Pampa del Arco – UNSCH a 2760 msnm. Con inoculación, micronutrientes y extracto de alga nativa en la variedad Remate. Obtuvo una longitud de vaina máxima de 9.18 cm, el cual resulta superior a la longitud de vaina obtenido en la presente investigación.

Los hallazgos corroboran las conclusiones extraídas por Antonio (2018), quien encontró que los tratamientos con los valores más altos eran aquellos que incluían fósforo, demostrando que tenía un efecto beneficioso en todas las terapias. El fósforo es un macronutriente crucial para las plantas, según la FAO (2007), ya que ayuda con el desarrollo de las raíces, la formación de granos y el tiempo de maduración, entre otras cosas.

3.5 Rendimiento de vainas en verde

Tabla 3.6

Análisis de varianza para rendimiento de vainas en verde, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	18.74	9.37	1.54	0.3197 ns
Labranza (L)	2	39.15	19.58	3.21	0.1472 ns
Error (a)	4	24.37	6.09		
Fertilización (F)	3	72.68	24.23	11.13	0.0002 **
Lineal	1	63.40	63.40	29.14	0.0000 **
Cuadrático	1	7.90	7.90	3.63	0.0728 **
Cúbico	1	1.37	1.37	0.63	0.4379 ns
L x F	6	22.34	3.72	1.71	0.1757 ns
Error (b)	18	39.17	2.18		
Total	35	216.45			

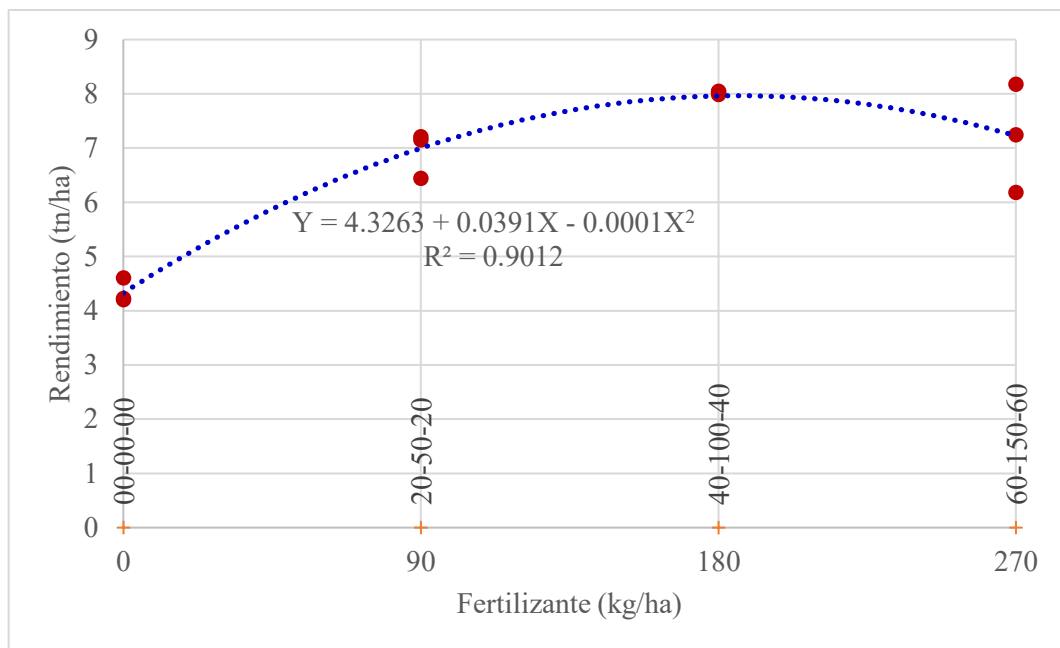
CV (%) = 22.313

Promedio = 6.61

En el análisis de varianza (tabla 3.6) para rendimiento de vainas en verde, al examinar los impactos de las diferentes formas de labranza y las interacciones entre la labranza y la fertilización NPK, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, se observó una notable disparidad en el efecto principal de la fertilización NPK; tanto el efecto lineal como el cuadrático fueron altamente significativos. Los hallazgos demuestran que los niveles de fertilización con NPK tienen el mayor impacto en el rendimiento de las vainas verdes, mientras que los diferentes tipos de labranza no influyen. Esto sugiere que las dos variables operan independientemente en el rendimiento de las vainas verdes y, por lo tanto, se debe considerar un modelo polinómico cuadrático para la regresión del rendimiento de las vainas verdes en el fertilizante. Las unidades experimentales en el campo de cultivo estaban suficientemente homogeneizadas, como lo demuestra el coeficiente de variación del 22,313%.

Figura 3.6

Regresión para rendimiento de vainas en verde por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo (Pisum sativum L), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho



En la regresión (figura 3.6) para rendimiento de vainas en verde por efecto de niveles de fertilizante NPK, la primera derivada de la ecuación cuadrática permite encontrar el valor de NPK que maximiza el rendimiento de vainas en verde, esto es $NPK = 195.5 \text{ kg ha}^{-1}$, el mismo que desagregando en sus partes equivale a $43.4 \text{ N} - 108.6 \text{ P} - 43.4 \text{ K}$ para un rendimiento de vainas en verde máxima de 8.168 t ha^{-1} . También se tiene que el 90.12 % de la variación del rendimiento en vaina verde está determinado por los niveles de NPK.

El rendimiento de arveja en vaina verde, es la suma de las variables estudiadas, la altura de planta, el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y la longitud de vaina, estos están directamente influenciados por la fertilidad del suelo, dado que el suelo tiene un pH de 8.41 (fuertemente alcalino), materia orgánica 0.73% (bajo) y fósforo disponible 6.2 ppm (bajo), estos parámetros indican un suelo pobre, en el cual los nutrientes se ven reducidos en su disponibilidad, y formas de absorción razón por la cual al incorporarse los nutrientes la planta responde positivamente lo que se observa en la regresión (figura 3.6) donde las parcelas que han sido cultivadas sin fertilización NPK (T1, T5 y T9) las plantas presentan menor rendimiento de vainas en verde y a medida que se fue incrementando la dosis de abonamiento NPK (T2, T3, T4 T6, T7, T8, T10, T11y

T12) el rendimiento en vainas aumenta, esto explica la importancia de los fertilizantes en el suelo, que son fundamentales durante el crecimiento y desarrollo de la planta, el cual se traduce en los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos coincidiendo lo mencionado por Tisdale y Nelson (1985), señalan que el fósforo y el nitrógeno cumplen funciones fisiológicas cruciales y que los rendimientos agrícolas disminuyen progresivamente cuando faltan estos nutrientes.

Antonio (2018) en su trabajo de investigación en el centro experimental Canaán a 2750 msnm – Ayacucho. Con fertilización sintética en arveja variedad Remate, determinó un rendimiento máximo de 12.70 t ha⁻¹ en vaina verde, con dosis de fertilización sintética 90-120-80 kg ha⁻¹ de NPK (T8) aplicado al suelo, el cual resulta superior al rendimiento obtenido por el presente trabajo, esto sería por que el autor empleo una mayor dosis de formulación nitrogenada.

Muñoz (2017) en su trabajo de investigación en Pampa del Arco – UNSCH a 2760 msnm. En la variedad Remate se utilizó inoculación, micronutrientes y un extracto natural de algas. logró un rendimiento máximo de vaina verde de 13.841 t ha⁻¹, que es superior al rendimiento de vaina verde logrado en el estudio actual.

3.6 Rentabilidad económica

Los costos de fabricación y venta en green pod se utilizaron para determinar el mérito económico en el mercado local. Se ha llevado a cabo la evaluación económica del rendimiento total de guisantes en vaina verde. La Tabla 3.7 muestra que el tratamiento T7 (L₂F₃) logró la mayor rentabilidad con 351.25%, seguido del tratamiento T12 (L₃F₄) con 321.42%, T11 (L₃F₃) con 319.95%, T6 (L₂F₂) con 263.77%, T8 (L₂F₄) con 239.78 y T9 (L₃F₁) con 199.30%. Por otro lado, los tratamientos T5 (L₂F₁) y T1 (L₁F₁) lograron la rentabilidad más baja con 146,50% y 61,66%, respectivamente. Además, vale la pena señalar que el aumento de la rentabilidad de los cultivos estuvo influenciado principalmente por los precios de venta del mercado. Por ejemplo, los guisantes verdes se vendían al por mayor a 2,50 soles por kilogramo en abril, cuando se realizaba la cosecha.

Tabla 3.7

Mérito económico de métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, según tratamientos

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Precio S/	Utilidad bruta S/	Costo de producción S/	Utilidad neta S/	Rentabilidad %
T07	9,306.87	2.50	23,267.17	5,156.21	18,110.96	351.25
T12	9,669.98	2.50	24,174.95	5,736.49	18,438.46	321.42
T11	9,141.82	2.50	22,854.55	5,442.21	17,412.34	319.95
T06	7,075.24	2.50	17,688.11	4,862.46	12,825.65	263.77
T08	7,355.55	2.50	18,388.87	5,411.99	12,976.88	239.78
T09	5,811.71	2.50	14,529.28	4,854.41	9,674.87	199.30
T02	5,840.53	2.50	14,601.33	4,884.46	9,716.87	198.93
T04	6,481.26	2.50	16,203.15	5,433.99	10,769.16	198.18
T10	5,757.29	2.50	14,393.23	5,148.46	9,244.77	179.56
T03	5,355.37	2.50	13,388.41	5,178.21	8,210.20	158.55
T05	4,542.41	2.50	11,356.02	4,606.91	6,749.11	146.50
T01	2,993.17	2.50	7,482.91	4,628.91	2,854.00	61.66

Antonio (2018) en la localidad de Canaan reporta la mayor rentabilidad del cultivo de arveja en vaina verde con la variedad Remate con 260 %, en la presente investigación se obtuvo una rentabilidad máxima de 351.25% con el tratamiento T7, el cual supera a lo obtenido por Antonio.

CONCLUSIONES

Para las condiciones en la que se condujo el experimento, se obtuvo las siguientes conclusiones:

1. Existe interacción positiva entre el método de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK en su efecto sobre el rendimiento de arveja en vaina verde, destacando el tratamiento T12 (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 kg ha⁻¹ de NPK) con rendimiento de 9.670 t ha⁻¹. El testigo tuvo el rendimiento más bajo 2.993 t ha⁻¹ con (rastra + surcadora y 0-0-0 kg ha⁻¹ de NPK (T1).
2. La labranza mecanizada (arado + arado + rastra + surcadora) es estadísticamente significativo en el efecto número de vainas por planta, siendo mayor que el tratamiento labranza (rastra + surcadora).

RECOMENDACIONES

1. Para obtener un rendimiento satisfactorio de arveja variedad Remate se recomienda la fertilización con la incorporación de 43.4 – 108.6 – 43.4 kg ha⁻¹ de NPK, bajo labranza con arado + arado + rastra + surcadora, para condiciones similares al de Pampa del Arco.
2. Continuar investigando los métodos de labranza mecanizada con la finalidad de encontrar un balance óptimo entre rentabilidad económica y contribuir con la sostenibilidad del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, E. y Silva, P. (2003). Efecto de la labranza en las propiedades del suelo. En: E. Acevedo y P. Silva. Agronomía de la cero labranza. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de ciencias Agronómicas Nro. 10. 118 p.
- Antonio, J. (2018). Optimización de NPK para arveja (*Pisum sativum* L.), variedad remate, por la técnica de parcelas de inclusión y omisión. Canaán 2735 msnm – Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga – Ayacucho.
- Alcocer, C. (2003). Evaluación de cuatro bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*). Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Tabacundo – Pichincha.
- Alvarado, A. (2004). Maquinaria y mecanización Agrícola. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José. 1ed. Costa Rica. p 34
- Álvarez, C. R. (2005). Métodos de labranza. Revista ciencia hoy, vol. 15 no 87, p.19. Argentina.
- Benites, J. (1992). Clasificación de los sistemas de labranza. In Manual de sistemas de labranza para América Latina. Roma: FAO. p. 7.
- Bidwell, R. (1983). Fisiología Vegetal. Edit. AGT. S.A. México.
- Bocanegra, S. y Echandi, E. (1972). Cultivo de las menestras en el Perú (frijol, garbanzo, pallar, habas, arvejas y lentejas). Ministerio de agricultura. Misión agrícola de la universidad de Carolina del Norte. Lima-Perú. 47p.
- Bolaños, J. (1989). Suelos en relación a labranza de conservación: Aspectos físicos. In Labranza de conservación en maíz. México: CIMMYT. p. 28-29-36-37-40.
- Cabrera, H. (2004). Fertilización biológica de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate con *Rhizobium leguminosarum* bv. Viceae Canaán a 2750 m.s.n.m. Ayacucho, tesis ingeniero Agrónomo – UNSCH, Ayacucho.
- Carrasco, J. (1998). Equipos de labranza primaria. Arado de discos. Revistas tierra adentro. No 22 (p.41-42,44). INIA – Chile.
- Carrasco, J. y Riquelme, J. (2008). Rastras: consideraciones de uso para el manejo de suelos en frutales. Rengo: informativo INIA Rayantué. N° 19al. INIA – Chile.

- Camarena, M. A. (2003). Manual del Cultivo de arveja. Universidad Nacional Agraria La Molina, Caritas Diocesana Huancavelica, Fondo Ítalo Peruano, 1ra. Edic. Edit. Agraf S.R.L. Lima – Perú.
- Camasca, A. (1994). Horticultura práctica, facultad de ciencias agrarias – UNSCH. Ayacucho – Perú.
- Campos, (1992). Aspectos Botánicos y Agronómicos de la arveja y haba Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Ancash - Perú.
- Caritas del Perú, (2007). Cultivo de la arveja en la sierra. Grafica Filadelfia E.I.R.L. Huancavelica – Perú.
- Cortázar, V. (2001). Análisis de manejo de rastros en sistemas de labranza cero con el simulador CropSyst. En: U. De Concepción-U.de Chile.
- Crovetto, C. (1999). Agricultura de conservación. El grano para el hombre, la paja para el suelo. Colección vida rural. 301pp.
- Cultivos y Sectores. (2017). *El Cultivo de Guisante. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes>. Consultado el 20/10/2017.*
- Evans, L. (1983). Fisiología de los Cultivos. 1 ra Edic. Edit. hemisferio sur. Buenos Aires-Argentina.
- Faiguenbaum, H. (1993). Cultivo de arveja. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales, Santiago de Chile, pg. 1 – 23
- Faiguenbaum, H. (2003). Labranza. Capítulo I. En siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Impresora y editorial Ograma S.A. Santiago de Chile, p.760.
- FAO, (1992). Manual de sistemas de labranzas para América Latina. Boletín de suelos de la FAO 66. INTA FAO. P.193.
- FAO, (2018). Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. Panamá, 69-73.
- FAO, (2019). Problemas y limitaciones de la producción de arroz.
- Gil, L. (1991). Adaptación de una sembradora para labranza mínima. CIAE. Anzoátegui. FONAIAP. Caracas (Venezuela). sp.
- Holdrige, L. (1970). Ecología Basada en la zona de vida, IICA. San José: Costa Rica.
- Ibañez, A. y Aguirre, Y. (1983). “Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos” Programa Académico de Agronomía. UNSCH, Ayacucho Perú.
- Ibañez, M. (1985). Curso internacional de mecanización agrícola para extensionistas. Preparación de suelos para la siembra. Universidad de Concepción. Departamento de Ingeniería Agrícola. Chillan. 89 pp.

- INIA. (1998). Boletín informativo sobre arveja. Ayacucho – Perú.
- INIA. (2004). Ficha técnica de manejo agronómico de la arveja INIA 103 REMATE, estación experimental agraria Santa Ana. Junín. Perú.
- Juna, C. (2009). Evaluación de tres sistemas de labranza y dos métodos de siembra en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum L.*) en la estación experimental Tunshi. Tesis Ing. Agrónomo. ESPOCH, Riobamba – Ecuador.
- Leñano, F. (1980). Hortalizas de fruto. Manual de Cultivo Moderno. Barcelona, España. Edit De Vecchi, S.A. p 165.
- López, T. (1994). Leguminosas alimenticias. Edit. Trillas México.
- Manual agropecuario, (2002). Tecnologías Orgánicas de la granja Integral Autosuficientes. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Biblioteca de Campo. 1 ra Edit. Bogotá- Colombia.
- Maroto, J. V. (2000). Horticultura Herbácea Especial. Edic. Mundial Prensa. 418 Edit. Madrid- España.
- Montory, C. I. (1995). Proyectos de cultivos diversos, informe anual. Zona agraria N° 10. Huancayo-Perú.
- Muñoz J.W. (2017). Inoculación, micronutrientes y extracto de alga nativa en el rendimiento de variedades de arveja (*Pisum Sativum L.*), Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo – UNSCH - Ayacucho.
- Naderman, G. y Vieira, M. (1992). Labranza de conservación. In Manual de sistemas de labranza para América Latina. Roma: FAO. N° 66. p. 32, 38.
- Pitty, A. (1997). Introducción a la biología, ecología y manejo de las malezas. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. 300p.
- Rodríguez y Maribona, B. (1993). Rendimiento y sus componentes en variedades de guisantes (*Pisum sativum L.*) con diferentes grados de estrés hídrico. Invest. Agr.: Producción. Verg; 8: 158-167.
- Sheng, T. C. (1990). Conservación de suelos para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas. Boletín 60. Roma.
- Tisdale, S. L. y Nelson, W. L. (1985). Fertilidad de Suelos y Fertilizantes" Edit. Montaner y Simón S.A. Barcelona, España.
- Tineo, A. L. (2009). Fertilidad de suelos. Manual de Prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.

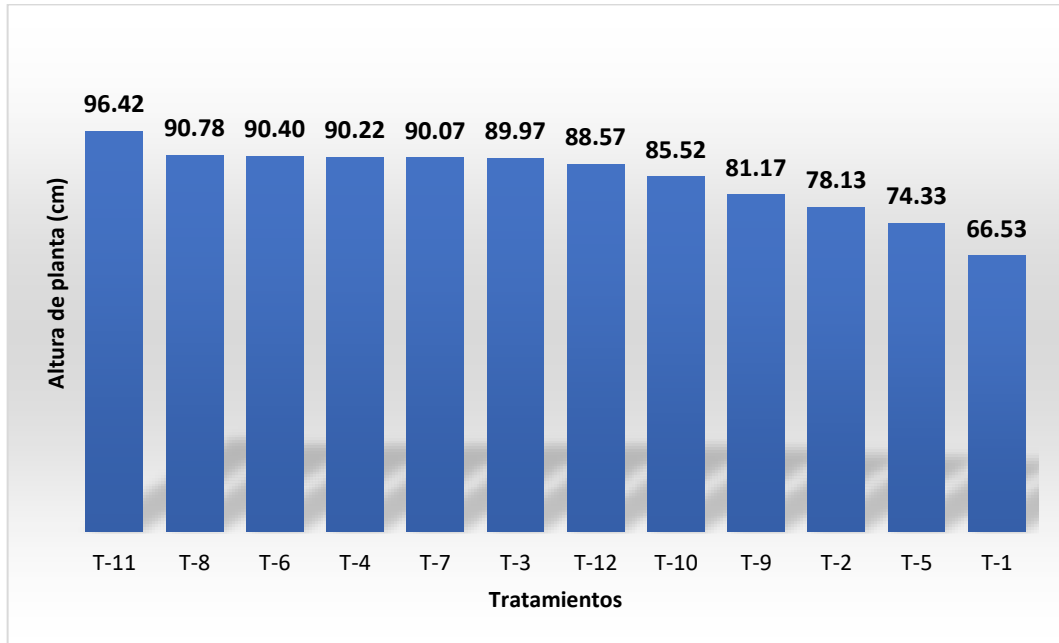
- Violic, A. (1989). Labranza convencional y labranza de conservación: Definición de conceptos. In Barreto, H. et aleds. Labranza de conservación del maíz. El Batán, México CIMMYT-PROCIANDINO. p 5-11.
- Villavicencio, R. (1995). Biotecnología en hortalizas II curso regional sobre producción de hortalizas. Huancayo – Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Gráficos de promedios de los parámetros evaluados del cultivo de arveja

Figura 1

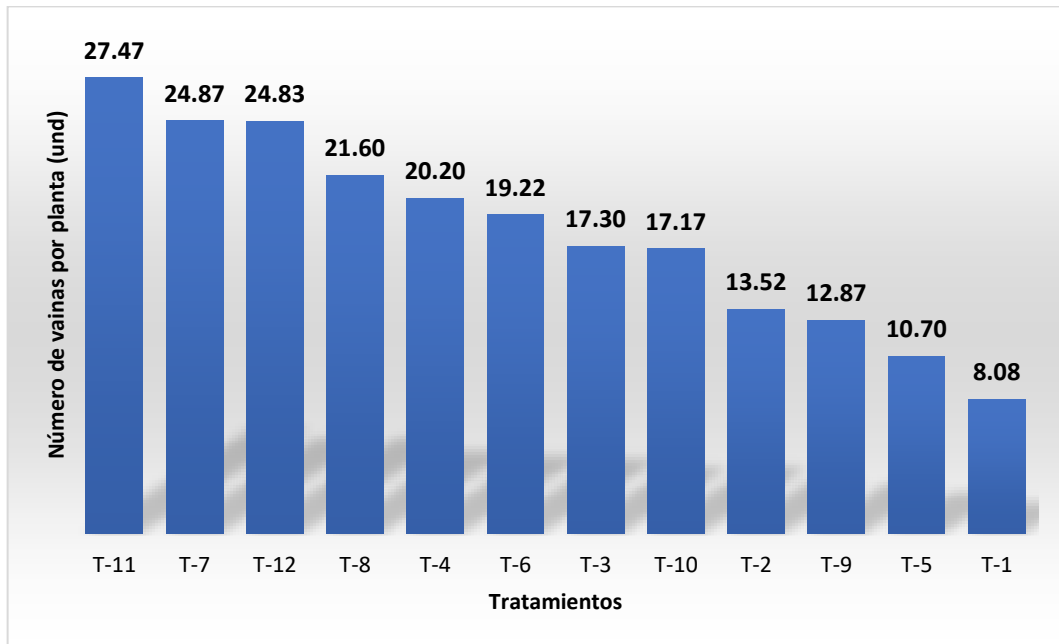
Promedio general de los tratamientos para altura de planta (cm).



De los promedios de la (figura 1) altura de planta, se observa que el tratamiento (arado + arado + rastra + surcadora y 40-100-40 NPK) (T11) fue el que resultó con mayor altura de planta 96.42 cm, seguido de los tratamientos (arado + rastra + surcadora y 60-150-60 NPK) (T8) con 90.78 cm y (arado + rastra + surcadora y 40-100-40 NPK) (T7) con 90.40 cm, mientras que la altura más baja fue con el tratamiento (rastra + surcadora y 0-0-0 NPK) (T1) con 66.53 cm.

Figura 2

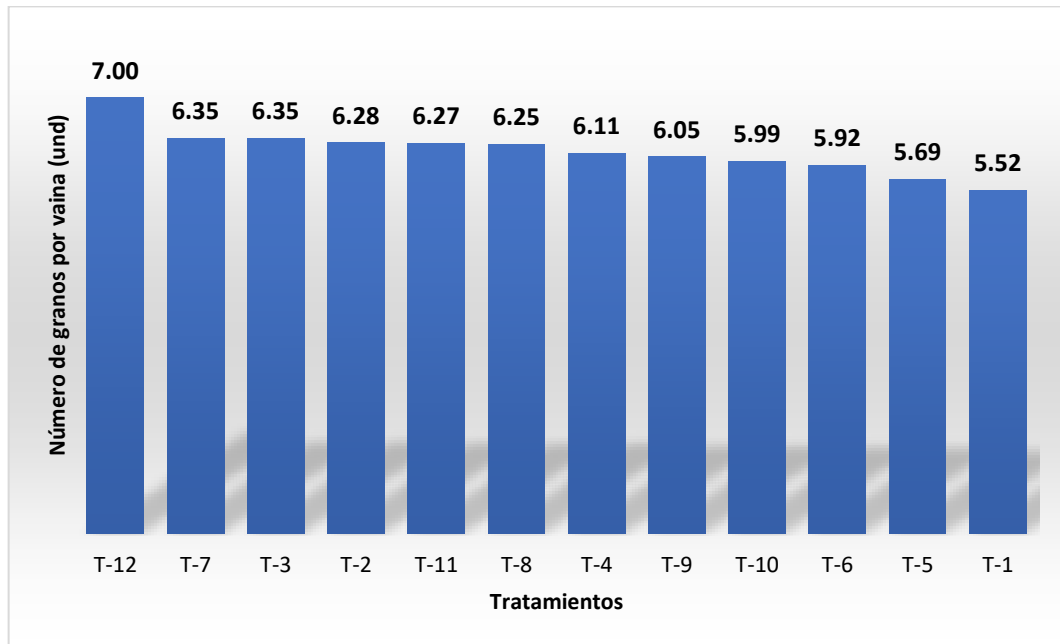
Promedio general de los tratamientos para número de vainas por planta (und)



De los promedios de la (figura 2) del número de vainas por planta se observa que el tratamiento (arado + arado + rastra + surcadora y 40-100-40 NPK) (T11) fue el que resultó con el mayor número de vainas 27.47 und. Seguido de los tratamientos (arado + rastra + surcadora y 40-100-40 NPK) (T7) con 24.87 und. y (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 NPK) (T12) con 24.83 und. Mientras que el menor número de vainas, fue con el tratamiento (rastra + surcadora y 0-0-0 NPK) (T1) con 8.08 und.

Figura 3

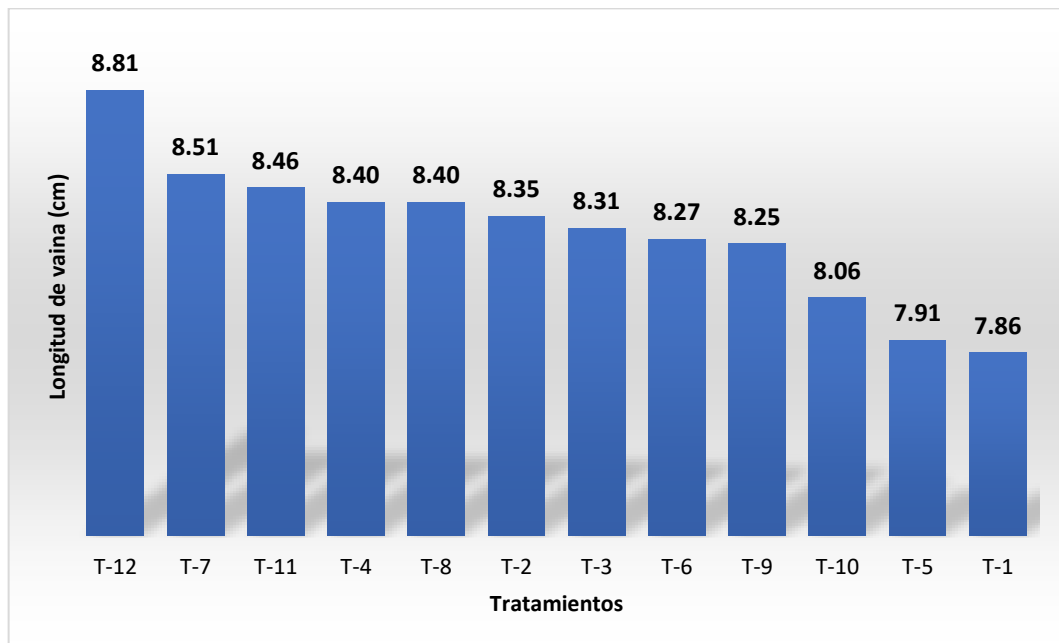
Promedio general de los tratamientos para número de granos por vaina (und)



De los promedios de la (figura 3) del número de granos por vaina se observa que el tratamiento (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 NPK) (T12) fue el que resultó con el mayor número de granos por vaina con 7.00 und. Seguido de los tratamientos (arado + rastra + surcadora y 40-100-40 NPK) (T7) con 6.35 und. y (rastra + surcadora y 40-100-40 NPK) (T3) con 6.35 und. mientras que el número de granos por vaina más baja fue con el tratamiento (rastra + surcadora y 0-0-0 NPK) (T1) con 5.52 und.

Figura 4

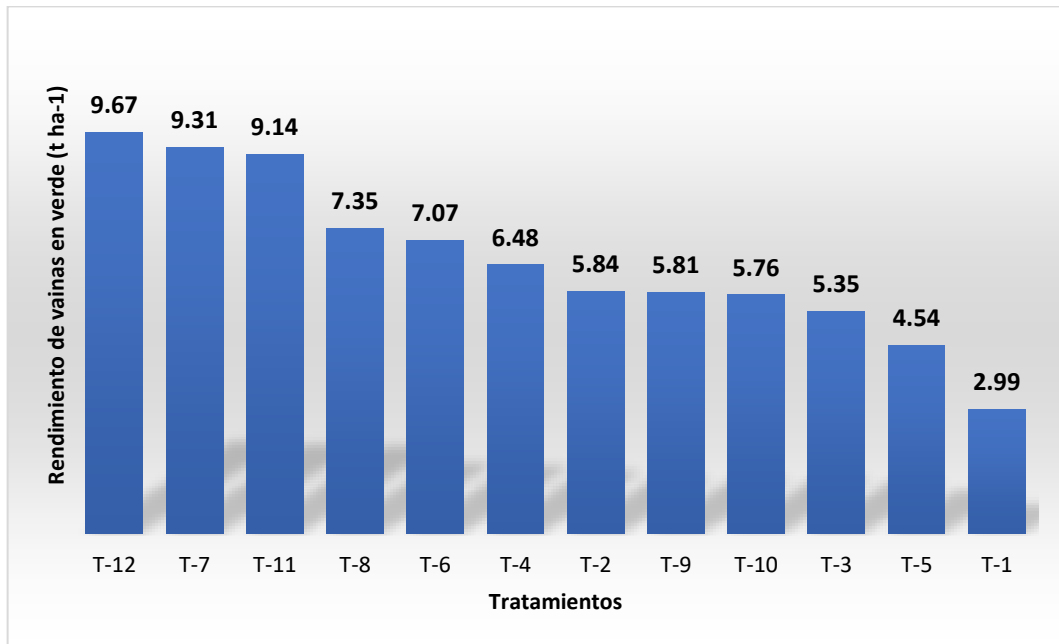
Promedio general de los tratamientos para longitud de vaina (cm).



De los promedios de la (figura 4) de longitud de vaina se observa que el tratamiento (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 NPK) (T12) fue el que resultó con mayor longitud de vaina con 8.81 cm, seguido de los tratamientos (arado + rastra + surcadora y 40-100-40 NPK) (T7) con 8.51 cm, seguido del tratamiento (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 NPK) (T11) con 8.46 cm. mientras que la longitud de vaina más baja fue con el tratamiento (rastra + surcadora y 0-0-0 NPK) (T1) 7.86 cm.

Figura 5

Promedio general de los tratamientos para rendimiento de vainas en verde ($t\ ha^{-1}$)



De los promedios de la (figura 5) del rendimiento en vaina verde se observa que el tratamiento (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 NPK) (T12) fue el que resultó con el rendimiento más alto $9.67\ t\ ha^{-1}$, seguido de los tratamientos (arado + rastra + surcadora y 40-100-40 NPK) (T7) con $9.31\ t\ ha^{-1}$ y tratamiento (arado + arado + rastra + surcadora y 60-100-60 NPK) (T11) con $9.14\ t\ ha^{-1}$. Mientras que el rendimiento más baja fue con el tratamiento (rastra + surcadora y 0-0-0 NPK) (T1) $2.99\ t\ ha^{-1}$.

Anexo 2. Promedios generales de los parámetros evaluados del cultivo de arveja

Tabla 1 Altura de planta (cm)

B - T	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
I	77.30	83.20	93.00	94.60	84.65	99.60	93.60	94.00	86.40	87.55	97.95	87.00
II	61.15	78.85	95.55	98.05	68.25	85.95	89.05	90.60	86.10	90.65	92.40	84.75
III	61.15	72.35	81.35	78.00	70.10	85.65	87.55	87.75	71.00	78.35	98.90	93.95
Promedio	66.53	78.13	89.97	90.22	74.33	90.40	90.07	90.78	81.17	85.52	96.42	88.57

Tabla 2 Número de vainas por planta (und.)

B - T	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
I	11.70	15.80	17.30	22.70	12.60	22.55	25.40	20.70	12.50	17.80	24.80	20.60
II	6.65	15.70	19.20	22.00	11.80	18.10	27.25	21.50	16.85	21.70	31.00	20.25
III	5.90	9.05	15.40	15.90	7.70	17.00	21.95	22.60	9.25	12.00	26.60	33.65
Promedio	8.08	13.52	17.30	20.20	10.70	19.22	24.87	21.60	12.87	17.17	27.47	24.83

Tabla 3 Número de granos por vaina (und.)

B - T	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
I	5.24	6.04	6.32	6.52	5.56	5.20	5.64	5.56	6.00	5.60	5.84	6.68
II	6.08	6.84	6.92	6.08	5.64	6.28	7.32	7.08	6.84	5.96	6.88	7.12
III	5.24	5.96	5.80	5.72	5.88	6.28	6.08	6.12	5.32	6.40	6.08	7.20
Promedio	5.52	6.28	6.35	6.11	5.69	5.92	6.35	6.25	6.05	5.99	6.27	7.00

Tabla 4 Longitud de vaina (cm)

B - T	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
I	8.06	8.13	8.18	8.42	7.82	7.90	7.90	7.73	8.12	7.74	8.19	8.31
II	7.93	8.72	8.61	8.60	7.91	8.57	9.30	9.01	8.56	8.12	8.72	9.06
III	7.60	8.22	8.14	8.20	7.99	8.34	8.31	8.47	8.09	8.32	8.46	9.06
Promedio	7.86	8.35	8.31	8.40	7.91	8.27	8.51	8.40	8.25	8.06	8.46	8.81

Tabla 5 Rendimiento de vaina verde (t ha⁻¹)

B - T	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
I	4.011	7.187	5.227	8.492	5.018	8.901	9.676	9.650	4.793	5.538	9.230	6.393
II	2.806	7.009	5.204	5.689	5.088	6.771	9.538	6.472	8.728	7.747	11.368	10.277
III	2.162	3.326	5.634	5.262	3.521	5.553	8.707	5.945	3.914	3.987	6.827	12.340
Promedio	2.993	5.841	5.355	6.481	4.542	7.075	9.307	7.356	5.812	5.757	9.142	9.670

Anexo 3. Disposición de los tratamientos

Bloque	Tratamiento	Tipo de labranza	Niveles de fertilización NPK	Altura de planta	Número de vainas por planta	Número de granos por vaina	Longitud de vaina	Rendimiento de vainas en verde
		Parcela	Subparcela					
			kg/ha	cm	u	u	cm	tn/ha
Bloq	Trat	Labr	Fert	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
b1	t01	minima	0	77.30	11.70	5.24	8.06	4.01
b1	t02	minima	90	83.20	15.80	6.04	8.13	7.19
b1	t03	minima	180	93.00	17.30	6.32	8.18	5.23
b1	t04	minima	270	94.60	22.70	6.52	8.42	8.49
b1	t05	tradic	0	84.65	12.60	5.56	7.82	5.02
b1	t06	tradic	90	99.60	22.55	5.20	7.90	8.90
b1	t07	tradic	180	93.60	25.40	5.64	7.90	9.68
b1	t08	tradic	270	94.00	20.70	5.56	7.73	9.65
b1	t09	conven	0	86.40	12.50	6.00	8.12	4.79
b1	t10	conven	90	87.55	17.80	5.60	7.74	5.54
b1	t11	conven	180	97.95	24.80	5.84	8.19	9.23
b1	t12	conven	270	87.00	20.60	6.68	8.31	6.39
b2	t01	minima	0	61.15	6.65	6.08	7.93	2.81
b2	t02	minima	90	78.85	15.70	6.84	8.72	7.01
b2	t03	minima	180	95.55	19.20	6.92	8.61	5.20
b2	t04	minima	270	98.05	22.00	6.08	8.60	5.69
b2	t05	tradic	0	68.25	11.80	5.64	7.91	5.09
b2	t06	tradic	90	85.95	18.10	6.28	8.57	6.77
b2	t07	tradic	180	89.05	27.25	7.32	9.30	9.54
b2	t08	tradic	270	90.60	21.50	7.08	9.01	6.47
b2	t09	conven	0	86.10	16.85	6.84	8.56	8.73
b2	t10	conven	90	90.65	21.70	5.96	8.12	7.75
b2	t11	conven	180	92.40	31.00	6.88	8.72	11.37
b2	t12	conven	270	84.75	20.25	7.12	9.06	10.28
b3	t01	minima	0	61.15	5.90	5.24	7.60	2.16
b3	t02	minima	90	72.35	9.05	5.96	8.22	3.33
b3	t03	minima	180	81.35	15.40	5.80	8.14	5.63
b3	t04	minima	270	78.00	15.90	5.72	8.20	5.26
b3	t05	tradic	0	70.10	7.70	5.88	7.99	3.52
b3	t06	tradic	90	85.65	17.00	6.28	8.34	5.55
b3	t07	tradic	180	87.55	21.95	6.08	8.31	8.71
b3	t08	tradic	270	87.75	22.60	6.12	8.47	5.94
b3	t09	conven	0	71.00	9.25	5.32	8.09	3.91
b3	t10	conven	90	78.35	12.00	6.40	8.32	3.99
b3	t11	conven	180	98.90	26.60	6.08	8.46	6.83
b3	t12	conven	270	93.95	33.65	7.20	9.06	12.34

Anexo 4. Análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
 Ayacucho – Perú
“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Comunidad : Pampa del Arco
 Proyecto : “Tesis” Cultivo de Trigo
 Solicitante : Sr. Walter García Pariona

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra Calicata	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)						C. I. C. (Cmol(+)/Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	39.6	22.6	37.8	Fr-Ar	8.41	0.425	2.0	0.73	0.03	6.2	289.7	14.4	2.28	1.48	-.-	0.0	0.0	19.2

Ayacucho, 12 de Enero del 2017.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Grón Molina
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Anexo 5. Costos y presupuestos por cada tratamiento

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.				CAMPAÑA:	2017	
CULTIVO:	Arveja				VARIEDAD:	INIA 103 Remate	
TECNOLOGIA:	Media				LUGAR:	C.E. Pampa del Arco	
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona				TRATAMIENTO:	1	
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS							4208.10
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO							140.00
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA							490.00
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	4	35.00	140.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	5	35.00	175.00		
A.3 LABORES CULTURALES							1400.00
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	14	35.00	490.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	18	35.00	630.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO							870.00
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS							1110.00
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	0	0.00	0.00		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	0	0.00	0.00		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA							198.10
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	0.00	0.00	0.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS							420.81
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4208.10	210.41	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4208.10	126.24	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4208.10	84.16	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/	4208.10
COSTOS INDIRECTOS						S/	420.81
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/	4628.91

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	2		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4440.42	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						490.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	4	35.00	140.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	5	35.00	175.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1400.00	
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	14	35.00	490.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	18	35.00	630.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1342.32	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	2.174	86.00	186.96		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	0.667	68.00	45.36		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						198.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	0.00	0.00	0.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						444.04	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	444.42	222.02	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	444.42	133.21	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	444.42	88.81	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4440.42	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 444.04	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 4884.46	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	3		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4707.47	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						490.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	4	35.00	140.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	5	35.00	175.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1435.00	
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	14	35.00	490.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	19	35.00	665.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1574.37	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	4.348	86.00	373.93		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	1.33	68.00	90.44		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						198.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	0.00	0.00	0.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						470.75	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4707.468	235.37	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4707.468	141.22	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4707.468	94.15	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4707.47	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 470.75	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 5178.21	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	4		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4939.99	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						490.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	4	35.00	140.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	5	35.00	175.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1435.00	
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	14	35.00	490.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	19	35.00	665.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1806.89	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	6.522	86.00	560.89		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	2	68.00	136.00		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						198.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	0.00	0.00	0.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						494.00	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4939.99	247.00	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4939.99	148.20	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4939.99	98.80	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4939.99	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 494.00	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 5433.99	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	5		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4188.10	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						350.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1295.00	
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	10	35.00	350.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	19	35.00	665.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1110.00	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	0	0.00	0.00		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	0	0.00	0.00		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						423.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	4.50	50.00	225.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						418.81	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4188.10	209.41	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4188.10	125.64	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4188.10	83.76	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4188.10	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 418.81	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 4606.91	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	6		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS							4420.42
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO							140.00
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA							350.00
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
A.3 LABORES CULTURALES							1295.00
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	10	35.00	350.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	19	35.00	665.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO							870.00
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS							1342.32
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	2.174	86.00	186.96		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	0.667	68.00	45.36		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA							423.10
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	4.50	50.00	225.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS							442.04
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4420.42	221.02	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4420.42	132.61	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4420.42	88.41	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/	4420.42
COSTOS INDIRECTOS						S/	442.04
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/	4862.46

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	7		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4687.47	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						350.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1330.00	
1. Deshierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	10	35.00	350.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	20	35.00	700.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1574.37	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	4.348	86.00	373.93		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	1.33	68.00	90.44		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						423.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	4.50	50.00	225.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						468.75	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4687.468	234.37	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4687.468	140.62	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4687.468	93.75	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4687.47	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 468.75	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 5156.21	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	8		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4919.99	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						350.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1330.00	
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	10	35.00	350.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	20	35.00	700.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1806.89	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	6.522	86.00	560.89		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	2	68.00	136.00		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						423.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	4.50	50.00	225.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						492.00	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4919.99	246.00	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4919.99	147.60	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4919.99	98.40	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4919.99	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 492.00	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 5411.99	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	9		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4413.10	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						350.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1295.00	
1. Deshierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	10	35.00	350.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	19	35.00	665.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1110.00	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	0	0.00	0.00		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	0	0.00	0.00		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						648.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	9.00	50.00	450.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						441.31	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4413.10	220.66	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4413.10	132.39	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4413.10	88.26	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4413.10	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 441.31	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 4854.41	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	10		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4680.42	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						350.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1330.00	
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	10	35.00	350.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	20	35.00	700.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1342.32	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	2.174	86.00	186.96		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	0.667	68.00	45.36		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						648.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	9.00	50.00	450.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						468.04	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4680.42	234.02	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4680.42	140.41	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4680.42	93.61	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4680.42	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 468.04	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 5148.46	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	11		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						4947.47	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						350.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1365.00	
1. Deschierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	10	35.00	350.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	21	35.00	735.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1574.37	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	4.348	86.00	373.93		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	1.33	68.00	90.44		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						648.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	9.00	50.00	450.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						494.75	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	4947.468	247.37	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	4947.468	148.42	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	4947.468	98.95	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 4947.47	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 494.75	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 5442.21	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA							
SUPERFICIE:	1.0 Ha.			CAMPAÑA:	2017		
CULTIVO:	Arveja			VARIEDAD:	INIA 103 Remate		
TECNOLOGIA:	Media			LUGAR:	C.E. Pampa del Arco		
ELABORADO POR:	Bach. Walter Garcia Pariona			TRATAMIENTO:	12		
DESCRIPCIÓN	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO PARCIAL (S/)	PRESUPUESTO TOTAL (S/)
		UNIDAD	CANTIDAD				
A. COSTOS DIRECTOS						5214.99	
A.1 PREPARACIÓN DE TERRENO						140.00	
1. Limpieza	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Rastreo, nivelación desmenuzado	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
A.2 SIEMBRA						350.00	
1. Corrección de surcos	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
2. Siembra	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
3. Abonamiento	1er mes	Jorn	2	35.00	70.00		
4. Tapado de semilla	1er mes	Jorn	3	35.00	105.00		
A.3 LABORES CULTURALES						1400.00	
1. Deshierbo	2do mes	Jorn	8	35.00	280.00		
2. Aporque	2do mes	Jorn	10	35.00	350.00		
3. Cosecha	3er mes	Jorn	22	35.00	770.00		
A.4 ALQUILER DE EQUIPO						870.00	
1. Analisis de suelo	1er mes	Muestra	1	70.00	70.00		
2. Alquiler de terreno por campaña	1er mes	Campaña	1	800.00	800.00		
A.5 INSUMOS						1806.89	
1. Semilla	1er mes	Kg	74	15.00	1110.00		
2. Fosfato Di Amonico	1er mes	Sacos	6.522	86.00	560.89		
3. Cloruro de Potasio	1er mes	Sacos	2	68.00	136.00		
A.6 ALQUILER DE TRACTOR AGRICOLA						648.10	
1. Roturado o Aradura	1er mes	H-m	9.00	50.00	450.00		
2. Rastra	1er mes	H-m	1.50	70.00	105.00		
2. Surcadora	1er mes	H-m	1.33	70.00	93.10		
B. COSTOS INDIRECTOS						521.50	
asistencia tecnica (5% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.05	5214.99	260.75	
Gastos Administrativos (3% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.03	5214.99	156.45	
Imprevistos (2% G.D.)	1er - 3er mes	Global	1	0.02	5214.99	104.30	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/ 5214.99	
COSTOS INDIRECTOS						S/ 521.50	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						S/ 5736.49	

Anexo 6. Panel fotografico

Figura 1 Limpieza del terreno



Figura 2 Trazo y replanteo del terreno



Figura 3 Preparación del suelo



Figura 4 Preparación del suelo



Figura 5 Delimitación de las parcelas experimentales



Figura 6 Surcado de las parcelas



Figura 7 Siembra y abonamiento del cultivo de arveja



Figura 8 Aporque



Figura 9 Planta de arveja en plena floración



Figura 10 Planta de arveja en maduración fisiológica



Figura 11 Plena cosecha de arveja en vaina verde



Figura 12 Arveja cosechada en vaina verde - selección





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. WALTER GARCIA PARIONA
R.D. N° 096-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los trece días del mes de junio del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por la Ph.D. Marhleri Cerda Gómez, M.Sc. Federico Quicaño Suárez como asesor, Mtro. Rodolfo Alca Mendoza y el Ing. John Samuel Cazorla Orihuela; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el rendimiento de arveja en vaina verde (*Pisum sativum* L) variedad Remate, Pampa del Arco 2750 m.s.n.m.-Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **WALTER GARCIA PARIONA**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ph.D. Marhleri Cerda Gómez	15	14	14	14
M.Sc. Federico Quicaño Suárez	16	16	15	16
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	14	14	15	14
Ing. John Samuel Cazorla Orihuela	14	13	13	13
PROMEDIO GENERAL				14

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Ph.D. Marhleri Cerda Gómez
Presidente


.....
M.Sc. Federico Quicaño Suárez
Asesor


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Jurado


.....
Ing. John Samuel Cazorla Orihuela
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.D. N° 226-2025-UNSCH-FCA-D, de fecha 19 de agosto de 2025; hace constar que el trabajo titulado;

Métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el rendimiento de arveja en vaina verde (*Pisum sativum* L) variedad Remate, Pampa del Arco 2750 m.s.n.m.- Ayacucho

Autor : Walter GARCIA PARIONA

Asesor : Federico QUICAHÑO SUAREZ

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de Tesis, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de diecisiete por ciento (**17 %**) de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2783005588

Ayacucho, 16 de octubre de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de Investigación y tesis - FCA

Métodos de labranza
mecanizada y niveles de
fertilización NPK, en el
rendimiento de arveja en vaina
verde (*Pisum sativum* L)
variedad Remate, Pampa del
Arco 2750 m.s.n.m.-Ayacucho

por Walter GARCIA PARIONA

Fecha de entrega: 16-oct-2025 10:18a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2783005588

Nombre del archivo: Tesis_Walter_García_Pariona_EPA.pdf (3.4M)

Total de palabras: 25394

Total de caracteres: 123111

Métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el rendimiento de arveja en vaina verde (*Pisum sativum* L) variedad Remate, Pampa del Arco 2750 m.s.n.m.- Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	11%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
8	www.readbag.com Fuente de Internet	<1%
9	www.fontagro.org Fuente de Internet	<1%

10

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

11

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.espam.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el rendimiento de arveja en vaina verde (*Pisum sativum* L) variedad Remate, Pampa del Arco 2750 m.s.n.m.–Ayacucho

Walter Garcia Pariona¹

Federico Quicaño Suarez¹

Área de investigación: Producción agrícola

Línea de Investigación: Infraestructura y Mecanización Agrícola

walter.garcia.01@unsch.edu.pe

federico.quicano@unsch.edu.pe

1. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Agrarias. Av. Independencia s/n.

RESUMEN

La mecanización agrícola es una de las prácticas más comunes en la agricultura moderna, ya que permite optimizar el uso adecuado del suelo con eficiencia y menor esfuerzo humano en comparación con los métodos tradicionales. En este contexto, la investigación tiene por finalidad generar resultados que permitan mejorar las prácticas agronómicas, contribuyendo así el incremento de la productividad en este caso del cultivo de la arveja que fue motivo de investigación, planteando como objetivo la evaluación de los métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK. El trabajo de investigación se realizó en el Centro experimental de Pampa del Arco, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho a una altitud de 2750 m.s.n.m. durante los meses de enero y abril del año 2017. Para el análisis estadístico se usó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3 métodos de labranza mecanizada y 4 niveles de fertilización N-P₂O₅-K₂O con 12 tratamientos, encontrando interacción positiva entre el método de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK en su efecto sobre el rendimiento de arveja en vaina verde, destacando el tratamiento T12 (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 kg ha⁻¹ de NPK) con rendimiento de 9.670 t ha⁻¹. El testigo tuvo el rendimiento más bajo, 2.993 t ha⁻¹ con (rastra + surcadora) y 0-0-0 kg ha⁻¹ de NPK (T1). La labranza mecanizada (arado + arado + rastra + surcadora) resultando ser estadísticamente significativa, siendo mayor que el tratamiento de labranza (rastra + surcadora); de modo que para obtener un rendimiento satisfactorio de arveja variedad Remate se recomienda la fertilización con la incorporación de 43.4 – 108.6 – 43.4 kg ha⁻¹ de NPK, bajo labranza con arado + arado + rastra + surcadora, para condiciones de Pampa del Arco.

Palabra clave: Labranza mecanizada, niveles de fertilización, arveja y variedad Remate.

Mechanized tillage methods and NPK fertilization levels, in the yield of green pod pea (*Pisum sativum* L) variety Remate, Pampa del Arco 2750 m.a.s.l.–Ayacucho

Walter Garcia Pariona¹

Federico Quicaño Suarez¹

Research area: Agricultural production

Research Line: Agricultural Infrastructure and Mechanization

walter.garcia.01@unsch.edu.pe

federico.quicano@unsch.edu.pe

1. National University of San Cristóbal de Huamanga. Faculty of Agricultural Sciences. Av. Independencia s/n.

ABSTRACT

Agricultural mechanization is one of the most common practices in modern agriculture, since it allows optimizing the proper use of land with efficiency and less human effort compared to traditional methods. In this context, the purpose of the research is to generate results that allow improving agronomic practices, thus contributing to the increase in productivity in this case of the pea crop that was the subject of research, aiming at the evaluation of mechanized tillage methods and NPK fertilization levels. The research work was carried out at the Pampa del Arco Experimental Center, district of Ayacucho, province of Huamanga and department of Ayacucho at an altitude of 2750 m.a.s.l. during the months of January and April of 2017. For the statistical analysis, the Randomized Complete Block Design (DBCR) was used with a factorial arrangement of 3 mechanized tillage methods and 4 levels of N-P₂O₅-K₂O fertilization with 12 treatments, finding a positive interaction between the mechanized tillage method and NPK fertilization levels in their effect on the yield of green pod pea, highlighting the T12 treatment (plow + plow + harrow + furrower and 60-150-60 kg ha⁻¹ of NPK) with a yield of 9,670 t ha⁻¹. The control had the lowest yield, 2,993 t ha⁻¹ with (harrow + furrower) and 0-0-0 kg ha⁻¹ of NPK (T1). Mechanized tillage (plow + plow + harrow + furrower) turned out to be statistically significant, being greater than the tillage treatment (harrow + furrower); Therefore, to obtain a satisfactory yield of Remate variety peas, fertilization is recommended with the incorporation of 43.4 – 108.6 – 43.4 kg ha⁻¹ of NPK, under tillage with plow + plow + harrow + furrower, for Pampa del Arco conditions.

Keyword: Mechanized tillage, fertilization levels, pea and Remate variety.

I. INTRODUCCIÓN

La labranza mecanizada representa una herramienta clave para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad en la producción de arveja y otros cultivos. Combinada con buenas prácticas agronómicas (rotación, manejo de residuos, conservación del suelo), contribuye significativamente al desarrollo de una agricultura moderna, tecnificada y sostenible. Así mismo, la fertilización es una práctica fundamental en la agricultura porque asegura que el suelo disponga de los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento y desarrollo de los cultivos.

La arveja es una leguminosa sensible a la compactación del suelo y requiere una buena estructura para un desarrollo óptimo de raíces y nódulos fijadores de nitrógeno. La labranza mecanizada nos ofrece un suelo suelto y aireado para una buena germinación y el establecimiento de plántulas, como también mejora la infiltración y buen drenaje evitando encharcamientos que dañan las raíces de la arveja, una buena labranza elimina drásticamente la cantidad de malezas, permite una buena profundidad y espaciamiento constante incrementando el rendimiento para favorecer el desarrollo radicular y la eficiencia en la fijación biológica del nitrógeno. La arveja es un cultivo muy importante en la agricultura nacional e internacional puesto que es uno de los alimentos esenciales en los hogares peruanos y extranjeros.

La labranza mecanizada, así como la fertilización NPK en el cultivo de la arveja cumplen un papel esencial en su productividad, son fundamentales para optimizar las buenas condiciones físicas del suelo durante la siembra, mientras que la fertilización NPK proporciona los nutrientes clave que complementan su productividad, sostenibilidad y rentabilidad del cultivo. En este contexto, la investigación desarrollada tiene la finalidad de generar información que permita optimizar las prácticas agronómicas del cultivo en zonas altoandinas, contribuyendo al incremento de la productividad agrícola regional y al fortalecimiento de la seguridad alimentaria local, planteando lo siguiente:

Objetivo general

Evaluar los métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el rendimiento de arveja en vaina verde (*Pisum sativum* L.) variedad Remate, bajo condiciones de Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m.

Objetivos específicos

1. Determinar los métodos de labranza mecanizada en el rendimiento en vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate.
2. Determinar los niveles de fertilización NPK en el rendimiento en vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate.

II. METODOLOGÍA

2.1. Lugar y fecha de ejecución

La investigación, se realizó en el Centro Experimental Pampa del Arco, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. Se encuentra entre las coordenadas 13° 08' 38'' Latitud Sur y 74° 32' Longitud Oeste, a una altitud de 2750 msnm, se encuentra en la zona de vida natural bosque seco Montano Bajo (bs-MB). (Holdrige, 1970)

La conducción del cultivo fue bajo condiciones de secano, con un periodo vegetativo de 92 días hasta la madurez fisiológica.

2.2. Análisis físico – químico del suelo

Los resultados del análisis físico-químicos se obtuvieron del Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se detallan a continuación.

Tabla 2.1

Características físicas y químicas del suelo del campo experimental Pampa del Arco – UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho

Propiedades	Valores	Unidad	Interpretación
pH	8.41	-.-	Fuertemente alcalino
C.E.	0.425	dS/m	Normal
CaCO ₃	2.0	%	Bajo
Materia orgánica	0.73	%	Bajo
Nitrógeno total	0.03	%	Bajo
P-disponible	6.2	ppm	Bajo
K-disponible	289.7	ppm	Alto
C.I.C.	19.2	Cmol(+)/kg	Medio
Clase textural			Franco - Arcilloso
<u>Cationes cambiables</u>			
Ca ⁺⁺	14.4	Cmol(+)/kg	Alto
Mg ⁺⁺	2.28	Cmol(+)/kg	Alto
K ⁺	1.48	Cmol(+)/kg	Alto
Na ⁺	-.-	Cmol(+)/kg	-.-
Al ⁺³	0.0	Cmol(+)/kg	Bajo
H ⁺	0.0	Cmol(+)/kg	Bajo

Nota. Laboratorio de suelos, plantas y agua “Nicolás Roulet” del programa de investigación en pastos y Ganadería – UNSCH.

Según los resultados de la tabla 2.1, podemos afirmar que el suelo presenta un pH fuertemente alcalino, contenido de materia orgánica y nitrógeno total bajo, el contenido de fósforo disponible bajo y potasio disponible alto, según el análisis físico del suelo es clasificado como un suelo de textura Franco Arcilloso y por las características físicas y químicas que presenta, cuenta con las condiciones adecuadas para el desarrollo adecuado del cultivo de arveja.

2.3. Maquinaria e implementos agrícolas utilizados

- Tractor agrícola marca Shanghai modelo 504 con 50 hp de potencia.
- Arado de discos: bastidor con 3 discos irreversibles, discos cóncavos de 26” de diámetro, espesor de 4 mm, ángulo de ataque 45°, ángulo de penetración 20°, rueda guía de 20”, ángulo de ataque 10° y enganche en tres puntos.
- Rastra de discos: bastidor con cuerpo de discos ajustables de 18 discos (9 dentados de 22” y 9 lisos de 24” con espesores de 4 mm distanciados a 9” entre discos) ángulo de ataque tren delantero 10° y trasero 20° enganche en 3 puntos.
- Surcadora de 3 surcos distanciados a 80 cm.

2.4. Factores en estudio

Se ha estudiado tres métodos de labranza mecanizada y cuatro niveles de fertilización NPK, teniéndose en total 12 tratamientos, el cual se detalla a continuación.

Tabla 2.2

Métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK en el rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum L.). Pampa del Arco 2750 msnm. Ayacucho.

Tratamientos	Clave	Descripción
T ₁	L ₁ F ₁	Rastra + surcadora x 0-0-0 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₂	L ₁ F ₂	Rastra + surcadora x 20-50-20 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₃	L ₁ F ₃	Rastra + surcadora x 40-100-40 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₄	L ₁ F ₄	Rastra + surcadora x 60-150-60 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₅	L ₂ F ₁	Arado + rastra + surcadora x 0-0-0 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₆	L ₂ F ₂	Arado + rastra + surcadora x 20-50-20 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₇	L ₂ F ₃	Arado + rastra + surcadora x 40-100-40 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₈	L ₂ F ₄	Arado + rastra + surcadora x 60-150-60 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₉	L ₃ F ₁	Arado + arado + rastra + surcadora x 0-0-0 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₁₀	L ₃ F ₂	Arado + arado + rastra + surcadora x 20-50-20 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₁₁	L ₃ F ₃	Arado + arado + rastra + surcadora x 40-100-40 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)
T ₁₂	L ₃ F ₄	Arado + arado + rastra + surcadora x 60-150-60 (N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O)

2.5. Diseño experimental

Se usó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3 métodos de labranza mecanizada y 4 niveles de fertilización N-P₂O₅-K₂O con 12 tratamientos, 3 repeticiones y 36 unidades experimentales. En el análisis estadístico, los resultados cuantitativos se sometieron a análisis de variancia ANVA y la prueba de contraste Tukey (0.05) para visualizar la diferencia.

El modelo aditivo lineal corresponde a una ecuación lineal de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta(ij) + C_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera en la unidad experimental.

μ = Media general de la observación.

- B_k = Efecto del k-ésimo bloque o repetición.
 A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor α , método de labranza.
 δ_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor δ , nivel de fertilización.
 $\alpha\delta(ij)$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo método de labranza con el j-ésimo nivel de fertilización.
 C_{ijk} = Error experimental en la observación Ψ_{ijk}

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de planta

En el análisis de varianza de la tabla 3.1, para altura de planta, no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación tipos de labranza y los efectos de interacción (tipos de labranza x fertilización NPK). Se encontró diferencia altamente significativa en el efecto principal fertilización NPK, siendo los efectos lineal y cuadrático altamente significativos, estos resultados demuestran que la altura de planta ha sido influenciada por los niveles de fertilización NPK mas no por los tipos de labranza mecanizada, actuando estas fuentes de estudio de manera independientes.

Tabla 3.1

Análisis de varianza para altura de planta, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.) Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	529.760	264.88	5.99	0.0627 ns
Labranza (L)	2	296.503	148.25	3.35	0.1397 ns
Error (a)	4	176.959	44.24		
Fertilización (F)	3	1758.891	586.30	20.83	0.0000 **
Lineal	1	1361.250	1361.25	48.36	0.0000 **
Cuadrático	1	378.303	378.303	13.44	0.0018 **
Cúbico	1	19.339	19.339	0.69	0.4180 ns
L x F	6	343.890	57.32	2.04	0.1133 ns
Error (b)	18	506.624	28.15		
Total	35	3612.628			

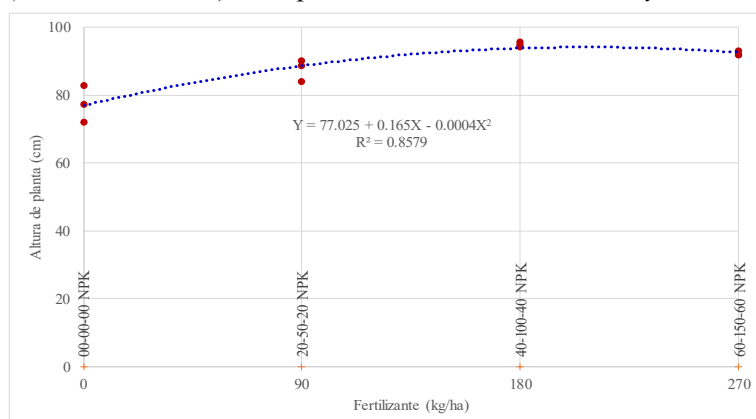
CV (%) = 6.229

Promedio = 85.175

Según la regresión de la figura 3.1, para altura de planta por efecto de niveles de fertilizante NPK, la primera derivada de la ecuación cuadrática permite encontrar el valor de NPK que maximiza la altura de planta, esto es $NPK = 206.3 \text{ kg ha}^{-1}$, el mismo que desagregando en sus partes equivale a 45.8 N – 114.7 P – 45.8 K para una altura de planta máxima de 94.04 cm. También se tiene que el 85,79 % de la variación de la altura de planta está determinada por los niveles de NPK.

Figura 3.1

Regresión para altura de planta por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m.–Ayacucho



Tineo (2009) en el manual de prácticas, fertilidad de suelos, menciona la ley del mínimo de Liebig, que hay un límite en el empleo de los abonos y cuando se suministra dosis crecientes de abono, los aumentos de cosecha obtenidos son cada vez menores a medida que la dosis aumenta. Por ello, en la práctica convendría aumentar las dosis de abonos con mucha prudencia para quedar en los límites de rentabilidad. Muñoz (2017) en su trabajo de investigación en Pampa del Arco – UNSCH a 2750 msnm.

3.2. Número de vainas por planta

En el análisis de varianza de la tabla 3.2, para el número de vainas por planta, no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación de efectos de interacción (tipos de labranza x fertilización NPK). Se encontró diferencia significativa en el efecto principal de Labranza y diferencia altamente significativa en fertilización NPK, siendo los efectos lineal y cuadrático altamente significativos, Estos resultados demuestran que el número de vainas por planta está influenciado principalmente por los niveles de fertilización NPK y significativamente por los tipos de labranza mecanizada.

Tabla 3.2

Análisis de varianza para número de vainas por planta, con labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

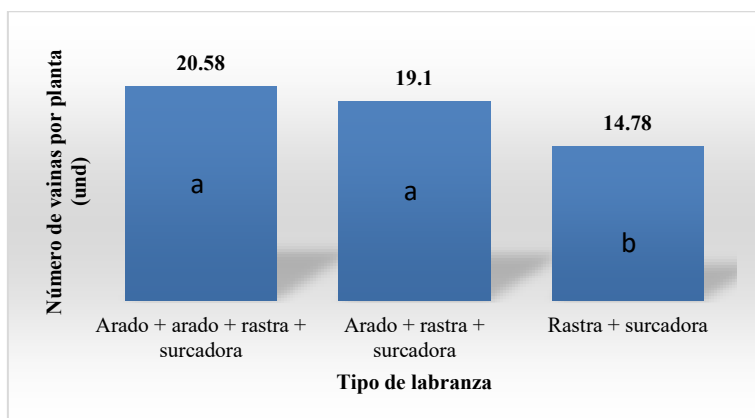
FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	56.542	28.27	2.16	0.2312 ns
Labranza (L)	2	218.476	109.24	8.34	0.0374 *
Error (a)	4	52.368	13.09		
Fertilización (F)	3	919.510	306.50	23.25	0.0000 **
Lineal	1	777.297	777.297	58.97	0.0000 **
Cuadrático	1	112.891	112.891	8.57	0.0090 **
Cúbico	1	29.322	29.322	2.22	0.1531 ns
L x F	6	67.218	11.20	0.85	0.5487 ns
Error (b)	18	237.244	13.18		
Total	35	1551.357			

CV (%) = 20.001 Promedio = 18.151

De la prueba de Tukey (figura 3.2) precisa que la labranza (arado + arado + rastra + surcadora) y labranza (arado + rastra + surcadora) no hay diferencia significativa entre estos dos grupos, mientras que la labranza (arado + arado + rastra + surcadora) vs labranza (rastra + surcadora) hay diferencia significativa y por último la labranza (arado + rastra + surcadora) entre labranza (rastra + surcadora) no hay diferencia significativa.

Figura 3.2

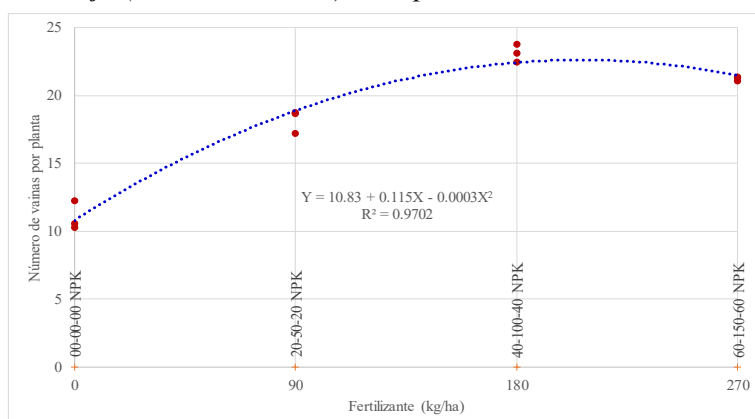
Prueba de Tukey para número de vainas por planta para el efecto tipo de labranza en el cultivo de arveja



En la regresión de la figura 3.3, para número de vainas por planta por efecto de niveles de fertilización NPK, la primera derivada de la ecuación cuadrática permite encontrar el valor de NPK que maximiza el número de vainas por planta, esto es $NPK = 191.70 \text{ kg ha}^{-1}$, el mismo que desagregando en sus partes equivale a $42.6 \text{ N} - 106.5 \text{ P} - 42.6 \text{ K}$ para un número de vainas por planta máxima de 21.85. También se tiene que el 97.02 % de la variación de número de vainas por planta está determinado por los niveles de NPK.

Figura 3.3

Regresión para número de vainas por planta por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho



3.3. Número de granos por vaina

En el análisis de varianza de la tabla 3.4, para número de granos por vaina, no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación tipos de labranza y los efectos de interacción (tipos de labranza x fertilización NPK). Se encontró diferencia significativa en el efecto

principal fertilización NPK, siendo el efecto lineal altamente significativo, estos resultados nos demuestran que el número de granos por vainas está influenciado significativamente por los niveles de fertilización mas no por los tipos de labranza, por lo que se propone considerar un modelo aditivo lineal para la regresión número de granos por vaina sobre fertilizante.

Tabla 3.4

Análisis de varianza para número de granos por vaina, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

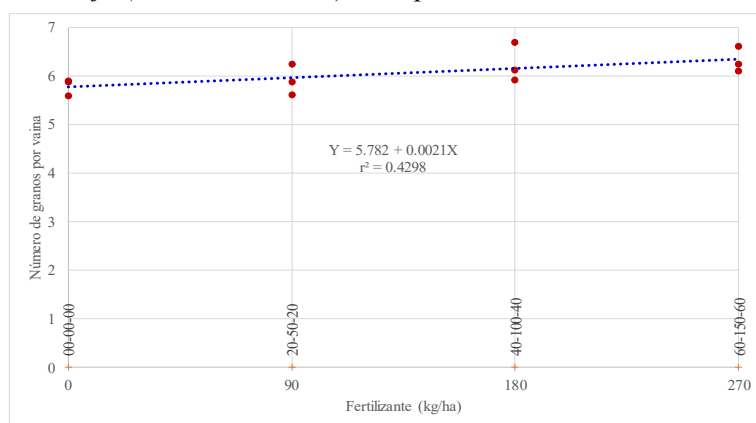
FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	3.614	1.807	7.31	0.0462 *
Labranza (L)	2	0.577	0.288	1.17	0.3992 ns
Error (a)	4	0.990	0.247		
Fertilización (F)	3	2.558	0.853	5.03	0.0105 *
Lineal	1	2.487	2.487	14.67	0.0012 **
Cuadrático	1	0.068	0.068	0.40	0.5357 ns
Cúbico	1	0.003	0.003	0.02	0.9034 ns
L x F	6	1.477	0.246	1.45	0.2499 ns
Error (b)	18	3.053	0.170		
Total	35	12.268			

CV (%) = 6.698

Promedio = 6.148

Figura 3.4

Regresión para número de granos por vaina por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho



En la regresión de la figura 3.4, para el número de granos por vaina por efecto de niveles de fertilización NPK, muestra una tendencia lineal para el número de granos por vaina, cuyo modelo matemático es $Y = 5.782 + 0.0021X$ con una correlación significativa. Estos resultados señalan que a mayor dosis de fertilización con NPK se presentará mayor número de granos por vaina. Del cual se tiene que la dosis de 270 kg h⁻¹ de NPK, desagregada en sus partes con fórmula 60-150-60 kg.h⁻¹ de NPK, muestra el mayor número de granos por vaina con 6.349 granos por vaina, superando estadísticamente a las demás dosis de formulación NPK. También se tiene que el 42.98% de la variación de número de granos por vaina está determinado por los niveles de fertilización de NPK.

3.4. Longitud de vaina

En el análisis de varianza de la tabla 3.5, para longitud de vaina, no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación, tipos de labranza y los efectos de interacción (tipos de labranza x fertilización NPK). Se tuvo una diferencia altamente significativa en el efecto principal fertilización NPK, siendo el efecto lineal altamente significativo, estos resultados nos demuestran que la longitud de vainas ha sido influenciada por los niveles de fertilización NPK más no así por los tipos de labranza, lo cual indica que estas variables actúan independientemente para la variable longitud de vainas. Por lo que se propone considerar un modelo aditivo lineal para la regresión longitud de vaina sobre fertilizante. El coeficiente de variación de 2.870 % indica una adecuada homogeneización de las unidades experimentales en el campo de cultivo.

Cabrera (2004), en su trabajo de investigación en el centro experimental Canaán a 2750 msnm. Con fertilización biológica de cepas de *Rizhobium* y 0-50-30 kg⁻¹ de NPK en la variedad remate, obtuvo en promedio 8.13 granos por vaina, mientras en la presente investigación se tuvo resultados inferiores a lo encontrado por este autor.

Tabla 3.5

*Análisis de varianza para longitud de vaina, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho*

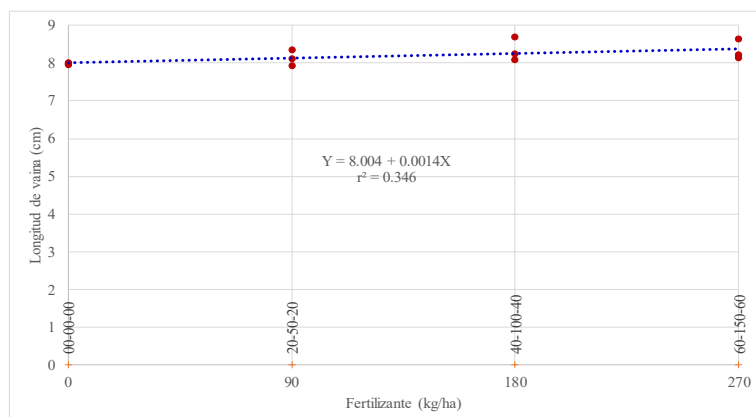
FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	1.841	0.920	6.09	0.0611 ns
Labranza (L)	2	0.172	0.086	0.57	0.6053 ns
Error (a)	4	0.604	0.151		
Fertilización (F)	3	1.464	0.488	8.60	0.0009 **
Lineal	1	1.438	1.438	25.35	0.0001 **
Cuadrático	1	0.024	0.024	0.42	0.5234 ns
Cúbico	1	0.001	0.001	0.02	0.8846 ns
L x F	6	0.635	0.106	1.87	0.1423 ns
Error (b)	18	1.021	0.057		
Total	35	5.738			

CV (%) = 2.870 Promedio = 8.300

En la regresión de la figura 3.5, para longitud de vainas por efecto de niveles de fertilización NPK, muestra una tendencia lineal para la longitud de vainas, cuyo modelo matemático es $Y = 8.004 + 0.0014X$ con una correlación altamente significativa. Estos resultados indican que a mayor nivel de formulación de fertilización con NPK se presentará mayor longitud de vainas. Del cual se tiene que la dosis de 270 kg h⁻¹ de NPK, desagregado en sus partes con fórmula 60-150-60 kg.h⁻¹ de NPK, muestra mayor longitud de vainas con 8.382 cm superando estadísticamente a las demás dosis de formulación NPK. También se tiene que el 34.60 % de la variación de longitud de vainas está determinado por los niveles de fertilización de NPK.

Figura 3.5

Regresión para longitud de vaina por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho



3.5. Rendimiento de vainas en verde

En el análisis de varianza de la tabla 3.6, para rendimiento de vainas en verde, no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación tipos de labranza y los efectos de interacción (tipos de labranza x fertilización NPK). Pero se encontró diferencia altamente significativa en el efecto principal fertilización NPK, siendo los efectos lineal y cuadrático altamente significativos, los resultados demuestran que el rendimiento de vainas en verde está influenciado principalmente por los niveles de fertilización NPK, mas no por los tipos de labranza, lo cual indica que estas variables actúan independientemente en el rendimiento de vaina verde, por lo que se propone considerar un modelo polinomial cuadrático para la regresión rendimiento de vainas en verde sobre fertilizante. El coeficiente de variación de 22.313 % indica una adecuada homogenización de las unidades experimentales en el campo de cultivo.

Tabla 3.6

Análisis de varianza para rendimiento de vainas en verde, con métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	18.74	9.37	1.54	0.3197 ns
Labranza (L)	2	39.15	19.58	3.21	0.1472 ns
Error (a)	4	24.37	6.09		
Fertilización (F)	3	72.68	24.23	11.13	0.0002 **
Lineal	1	63.40	63.40	29.14	0.0000 **
Cuadrático	1	7.90	7.90	3.63	0.0728 **
Cúbico	1	1.37	1.37	0.63	0.4379 ns
L x F	6	22.34	3.72	1.71	0.1757 ns
Error (b)	18	39.17	2.18		
Total	35	216.45			

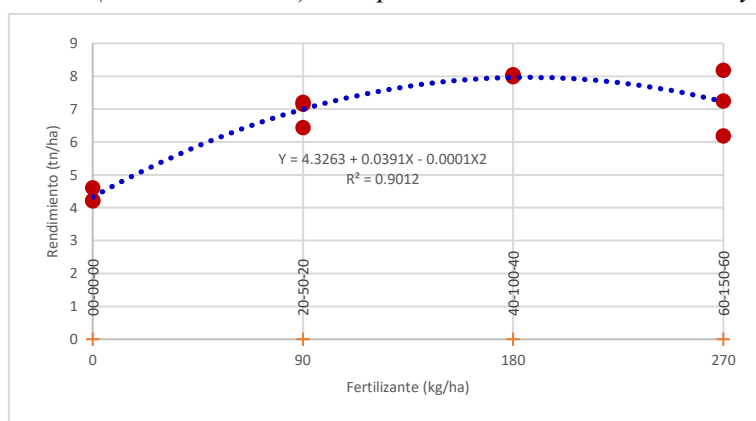
CV (%) = 22.313

Promedio = 6.61

En la regresión de la figura 3.6, para rendimiento de vainas en verde por efecto de niveles de fertilizante NPK, la primera derivada de la ecuación cuadrática permite encontrar el valor de NPK que maximiza el rendimiento de vainas en verde, esto es $NPK = 195.5 \text{ kg ha}^{-1}$, el mismo que desagregando en sus partes equivale a $43.4 \text{ N} - 108.6 \text{ P} - 43.4 \text{ K}$ para un rendimiento de vainas en verde máxima de 8.168 t ha^{-1} . También se tiene que el 90.12 % de la variación del rendimiento en vaina verde está determinado por los niveles de NPK.

Figura 3.6

*Regresión para rendimiento de vainas en verde por efecto de niveles de fertilización NPK, en el cultivo (*Pisum sativum* L), Pampa del Arco, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho*



3.6. Rentabilidad económica

Realizada la evaluación económica del rendimiento total de la arveja en vaina verde, en la (tabla 3.7) se observa que la más alta rentabilidad se obtiene con el tratamiento T7 (L_2F_3) con 351.25 %, seguido del tratamiento T12 (L_3F_4) con 321.42 %, T11 (L_3F_3) con 319.95%, T6 (L_2F_2) con 263.77%, T8 (L_2F_4) con 239.78, T9 (L_3F_1) con 199.30 %, así mismo, se encontró, que la baja rentabilidad se consigue con los tratamientos T5 (L_2F_1) y T1 (L_1F_1) con 146.50% y 61.66% respectivamente. También mencionar que la mayor rentabilidad obtenida en este cultivo se debe básicamente a los precios de venta alcanzados en el mercado, en vista de que la cosecha se realizó en el mes de abril, cuyo precio por kilo de arveja en vaina verde se vendió al por mayor a 2.50 soles el kg.

Antonio (2018) en su trabajo de investigación en el centro experimental Canaán a 2750 msnm – Ayacucho. Con fertilización sintética en arveja variedad Remate, determinó un rendimiento máximo de 12.70 t ha^{-1} en vaina verde, con dosis de fertilización sintética $90-120-80 \text{ kg ha}^{-1}$ de NPK (T8) aplicado al suelo, el cual resulta superior al rendimiento obtenido por el presente trabajo, esto sería por que el autor empleo una mayor dosis de formulación nitrogenada.

Muñoz (2017) en su trabajo de investigación en Pampa del Arco – UNSCH a 2760 msnm. Con inoculación, micronutrientes y extracto de alga nativa en la variedad Remate. Obtuvo un rendimiento en vaina verde máximo de 13.841 t ha^{-1} , el cual resulta superior al rendimiento de vainas en verde obtenido en la presente investigación.

Tabla 3.7

Mérito económico de métodos de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK, según tratamientos

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Precio S/	Utilidad bruta S/	Costo de producción S/	Utilidad neta S/	Rentabilidad %
T07	9,306.87	2.50	23,267.17	5,156.21	18,110.96	351.25
T12	9,669.98	2.50	24,174.95	5,736.49	18,438.46	321.42
T11	9,141.82	2.50	22,854.55	5,442.21	17,412.34	319.95
T06	7,075.24	2.50	17,688.11	4,862.46	12,825.65	263.77
T08	7,355.55	2.50	18,388.87	5,411.99	12,976.88	239.78
T09	5,811.71	2.50	14,529.28	4,854.41	9,674.87	199.30
T02	5,840.53	2.50	14,601.33	4,884.46	9,716.87	198.93
T04	6,481.26	2.50	16,203.15	5,433.99	10,769.16	198.18
T10	5,757.29	2.50	14,393.23	5,148.46	9,244.77	179.56
T03	5,355.37	2.50	13,388.41	5,178.21	8,210.20	158.55
T05	4,542.41	2.50	11,356.02	4,606.91	6,749.11	146.50
T01	2,993.17	2.50	7,482.91	4,628.91	2,854.00	61.66

CONCLUSIONES

1. La labranza mecanizada (Tractor y aperos como arado de discos, rastra o polirrastra) descompacta el suelo y mejora la aireación, esto favorece el enraizamiento profundo de la arveja, permitiendo un mejor aprovechamiento del agua y nutrientes; al voltear e incorporar los restos orgánicos, se acelera la mineralización de la materia orgánica, liberando nutrientes y esto potencia el efecto de la fertilización química (NPK), ya que los fertilizantes se distribuyen mejor en el perfil del suelo.
2. Existe una interacción positiva entre el método de labranza mecanizada y niveles de fertilización NPK en su efecto sobre el rendimiento de arveja en vaina verde, destacando el tratamiento T12 (arado + arado + rastra + surcadora y 60-150-60 kg ha⁻¹ de NPK) con rendimiento de 9.670 t ha⁻¹. El testigo tuvo el rendimiento más bajo, 2.993 t ha⁻¹ con (rastra + surcadora) y 0-0-0 kg ha⁻¹ de NPK (T1).
3. La labranza mecanizada (arado + arado + rastra + surcadora) es estadísticamente significativa en el efecto número de vainas por planta, siendo mayor que el tratamiento de labranza (rastra + surcadora); de modo que para obtener un rendimiento satisfactorio de arveja variedad Remate se recomienda la fertilización con la incorporación de 43.4 – 108.6 – 43.4 kg ha⁻¹ de NPK, bajo labranza con arado + arado + rastra + surcadora, para condiciones similares al de Pampa del Arco.
4. Continuar investigando los métodos de labranza mecanizada con la finalidad de encontrar un balance óptimo entre rentabilidad económica y contribuir con la sostenibilidad del suelo y mayor rendimiento del cultivo de arveja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonio, J. (2018). Optimización de NPK para arveja (*Pisum sativum* L.), variedad remate, por la técnica de parcelas de inclusión y omisión. Canaán 2735 msnm – Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga – Ayacucho.
- Cabrera, H. (2004). Fertilización biológica de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate con *Rhizobium leguminosarum* bv. Viceae Canaán a 2750 m.s.n.m. Ayacucho, tesis ingeniero Agrónomo – UNSCH, Ayacucho.
- Holdrige, L. (1970). Ecología Basada en la zona de vida, IICA. San José: Costa Rica.
- Muñoz J.W. (2017). Inoculación, micronutrientes y extracto de alga nativa en el rendimiento de variedades de arveja (*Pisum Sativum* L), Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo – UNSCH - Ayacucho.
- Tineo, A. L. (2009). Fertilidad de suelos. Manual de Prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.