

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**EFFECTO RESIDUAL DEL ABONAMIENTO ORGÁNICO-
MINERAL, EN RENDIMIENTO DE ARVEJA (*Pisum sativum L.*)
VARIEDAD REMATE; PAMPA DEL ARCO 2772 msnm,
AYACUCHO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
EDGAR TACAS RAMOS**

AYACUCHO – PERÚ

2015

Tesis
Ag 1144
tac
Ej. 2

**"EFECTO RESIDUAL DEL ABONAMIENTO ORGÁNICO - MINERAL,
EN RENDIMIENTO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) VARIEDAD
REMATE; PAMPA DEL ARCO 2772 msnm, AYACUCHO"**

Recomendado : 26 de octubre del 2015

Aprobado : 27 de noviembre del 2015



Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Presidente del Jurado



Ing. EDGAR TENORIO MANCILLA
Miembro del Jurado



Ing. ALEX LAZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado



Ing. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA
Miembro del Jurado



Dr. ANTONIO JERÍ CHÁVEZ
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A Dios por darme los elementos para existir en esta vida, y regalarme una familia maravillosa.

*Con infinito amor y gratitud eterna a mis padres **FEDERICO Y DIONISIA**, quienes con su ejemplo de lucha me formaron para asumir retos como éste y me supieron inculcar la dedicación y perseverancia al trabajo.*

A mis Hermanos: Jacqueline, Franklin, Mirian (†), Jhon y Yesmi, por motivarme a ser mejor cada día.

A mis abuelos Marcelino y María; Pedro (†) y Victoria, quienes durante mi formación profesional, supieron guiarme con sus consejos para lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, especialmente a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, que fue el alma mater donde me formé profesionalmente.

A la plana Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, que día a día brindan sus valiosos conocimientos, a través de las enseñanzas y orientaciones; y que de esa manera van sembrando en sus alumnos la semilla del saber.

A los Ingenieros Edgar Tenorio Mancilla y Alex Lázaro Tineo Bermúdez por la valiosa orientación y asesoramiento para la concretización del presente trabajo de investigación.

A mi querida familia, amigos y a todas las personas que directa e indirectamente contribuyeron en la materialización del presente trabajo.

ÍNDICE

| | Pág. |
|----------------|------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE | iv |
| INTRODUCCIÓN | 01 |

CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA

| | | |
|-------|-------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | EL CULTIVO DE ARVEJA | 04 |
| 1.1.1 | ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA | 04 |
| 1.1.2 | CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA | 05 |
| 1.1.3 | VARIETADES BOTÁNICAS | 05 |
| 1.1.4 | CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS | 08 |
| 1.1.5 | FASES FISIOLÓGICAS Y ESTADOS FENOLÓGICOS | 20 |
| 1.1.6 | FACTORES EDÁFICOS Y CLIMÁTICOS | 24 |
| 1.1.7 | LABORES AGRONÓMICAS | 27 |
| 1.2 | CLASIFICACIÓN Y DINÁMICA DE LOS NUTRIENTES | 35 |
| 1.2.1 | CLASIFICACIÓN | 35 |
| 1.2.2 | DINÁMICA | 35 |
| 1.3 | FUNCIONES DE MINERALES ESENCIALES Y SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA | 36 |
| 1.4 | GUANO DE ISLAS | 38 |
| 1.5 | FUENTES DE ABONO INORGÁNICO (MINERAL) | 41 |
| 1.6 | DISEÑO 03 DE JULIO (D3J) | 43 |

CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

| | | |
|-----|--------------------------------------|----|
| 2.1 | UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN | 46 |
|-----|--------------------------------------|----|

| | | |
|------|------------------------------------------------------------|----|
| 2.2 | ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL | 46 |
| 2.3 | ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO DEL SUELO | 47 |
| 2.4 | COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GUANO DE ISLAS | 48 |
| 2.5 | CONDICIONES CLIMÁTICAS | 48 |
| 2.6 | MATERIAL GENÉTICO | 52 |
| 2.7 | FUENTES DE FERTILIZANTES | 53 |
| 2.8 | FACTORES EN ESTUDIO, TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 53 |
| 2.9 | DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL | 55 |
| 2.10 | CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO | 57 |
| 2.11 | VARIABLES EVALUADAS | 61 |

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------|----|
| 3.1 | DEL RENDIMIENTO EN VAINA MÁS GRANO VERDE ((kg.ha-1) | 63 |
| 3.2 | DEL RENDIMIENTO EN GRANO SECO (kg.ha-1) | 70 |
| 3.3 | DEL PESO DE MIL SEMILLAS (g) | 76 |
| 3.4 | DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA | 83 |
| 3.5 | DE LA ALTURA DE PLANTA (cm) | 90 |

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-----|----------------------------|-----|
| 4.1 | CONCLUSIONES | 98 |
| 4.2 | RECOMENDACIONES | 99 |
| 4.3 | RESUMEN | 100 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 102 |
| | ANEXO | 107 |

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L), es una de las leguminosas de grano más importante en nuestro país, por su valor nutricional, ya que sus granos contienen de 22 a 28 % de proteínas de buena calidad, (CAMARENA, 2003). Si bien es cierto que la arveja tiene alto contenido de proteína, carbohidratos y vitaminas; pero es deficiente en aminoácidos azufrados, por lo que combinados con cereales que los tienen en abundancia, hacen un buen balance proteínico y mejoran significativamente la dieta alimenticia de la población de escasos recursos económicos. Agronómicamente la arveja cumple una función mejoradora del suelo por su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*, de esta forma, constituyen alternativas para un manejo racional de los suelos. En estos días la agricultura orgánica y sostenible se viene impulsando de manera muy seria, tratando de reducir al máximo el uso de fertilizantes sintéticos, ya que la aplicación en exceso de éstas, contribuyen en el deterioro de la fertilidad

física, química y biológica del suelo; frente a estos hechos se vienen implementando alternativas, que se encuentran en constante desarrollo, como el denominado “Sistema Integral de Nutrición de Plantas” que busca tanto el aumento de producción agrícola como la protección del medio ambiente para las futuras generaciones, se trata de una estrategia que consiste en incorporar nutrientes de origen orgánico e inorgánico en el suelo para lograr una mayor productividad de los cultivos y a la vez prevenir la degradación del suelo y ayudar a cubrir las necesidades futuras de provisión de alimentos, sin embargo, el presente trabajo de investigación, pretende adicionar a ésta alternativa el sistema de rotación de cultivo sólo usando los residuos del abonamiento orgánico y sintético que se aplicó en la campaña anterior.

La investigación que se plantea, contribuirá con la información detallada sobre el efecto residual del abonamiento orgánico y mineral (sintético) en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L), ya sea en sus formas independientes y en combinación entre ambos.

Por las consideraciones expuestas se planteó la ejecución del presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

- 1º. Determinar la influencia de los residuos de niveles crecientes de guano de isla, en el rendimiento del cultivo de arveja.
- 2º. Determinar la influencia de los residuos de niveles crecientes de fertilizante sintético, en el rendimiento del cultivo de arveja.

3°. Determinar el efecto combinado de los residuos de niveles crecientes de guano de isla con los niveles crecientes de fertilizante sintético, en el rendimiento del cultivo de arveja.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 EL CULTIVO DE ARVEJA

1.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ARVEJA

Montory (1995), menciona que la arveja (*Pisum sativum* L) como planta cultivada se originó probablemente en Etiopia, de donde se difundió a la región Mediterránea, de ahí al continente Asiático y a las zonas templadas de todo el mundo. En el continente Americano la arveja se dice que probablemente fue introducida por los españoles.

Bocanegra y Echandi (1969), manifiestan que las áreas más importantes en el Perú en cuanto al cultivo de la arveja, están localizadas en la sierra, entre 1600 a 3000 msnm. En el norte, se cultiva principalmente en las provincias de Cajamarca, La Libertad y Ancash; en el centro, en las provincias de Tarma, Jauja, Huancayo, Huánuco y Ayacucho; en el sur, en Paucartambo, Paruro y en las provincias del departamento de Arequipa.

1.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica según Mateo (1961) es la siguiente:

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| REINO | : Vegetal |
| DIVISIÓN | : Fanerogamas |
| SUB-DIVISIÓN | : Angiospermas |
| CLASE | : Dicotiledoneas |
| ORDEN | : Rosales |
| FAMILIA | : Leguminosa |
| SUB FAMILIA | : Papilionoidea |
| TRIBU | : Vicia |
| GÉNERO | : Pisum |
| ESPECIE | : <i>Pisum sativum</i> L. |
| NOMBRES COMUNES | : Arveja, guisantes, chicharro, etc. |
| 2n | : 14 |

1.1.3 VARIEDADES BOTÁNICAS

Faiguenbaum (1993), indica que la arveja (*Pisum sativum* L.) es una especie dicotiledóneas anual, perteneciente a la familia de las Fabáceas (papilionáceas). En ésta especie es posible distinguir tres variedades botánicas, las cuales se describen a continuación:

- a) *Pisum sativum* L. ssp. *Sativum* var. *macrocarpon* Ser: es cultivada para el consumo de vainas; estas resultan comestibles por no presentar fibra en la unión de sus valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio; esta última, conocida también como pergamino, corresponde a un tejido de fibras esclerenquimáticas ubicado en la cara interna de las valvas. Los cultivares pertenecientes a esta

variedad botánica presentan, la mayoría flores de color blanco a purpura. Los nombres comunes más importantes que se usan para denominar a esta variedad, son los siguientes: comelotodo, arveja china, snow pea, china pea, pois mange-tout, etc.

b) *Pisum sativum* L. ssp. *Sativum* var. *Sativum*: es cultivada esencialmente para la obtención de granos tiernos inmaduros, estos pueden destinarse directamente al consumo humano o procesarse, ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco.

c) *Pisum sativum* L. ssp. *Sativum* var. *Arvense* (L.) Poir.: es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales pueden ser utilizados en alimentación humana o animal. Los cultivares usados con fines forrajeros corresponden también a esta variedad botánica. Las flores que presentan los cultivares de esta variedad son usualmente de color purpura. Los nombres comunes que se usan para denominar a ésta variedad, son: arveja seca, forrajera, guisantes, Garden pea, etc.

Cubero y Moreno (1983), menciona que los guisantes pueden agruparse en:

- ✓ Variedades precoces
- ✓ Variedades semiprecoces
- ✓ Variedades semitardías
- ✓ Variedades tardías.

La variedad obtenida por el Instituto Nacional de Innovación Agraria es:

☞ **Variedad INIA – 103 Remate**

INIA (2008), indica que la planta es vigorosa de grano grande y vainas bien formadas.

Características:

Altura de planta : 1.57 cm

Tamaño de vaina : 9.13 cm

Número de vainas/planta : 21 vainas

Número de granos/vaina : 9 granos

Sistema de producción:

Época de siembra : Septiembre – Diciembre

Cantidad de semilla : 70 kg.ha⁻¹

Distanciamiento : 0.80 m entre surco a chorro

Siembra:

Profundidad de siembra : 5 cm

Germinación (inicio) : 7 a 10 días

Cosecha : Inicia a los 120 días (en verde)

Rendimiento promedio:

Vaina verde : 6383 kg.ha⁻¹, sin tutores

10000 kg.ha⁻¹, con tutores

Grano Seco : 1605 kg.ha⁻¹, sin tutores

2000 kg.ha⁻¹, con tutores.

1.1.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

1.1.4.1 Sistema Radicular

Faiguenbaum (1990), manifiesta que al ocurrir la emergencia de las plantas, la radícula ya presenta algunas raíces secundarias, éste sistema habitualmente logra un buen crecimiento antes de que ocurra un despliegue de la tercera hoja. La radícula, posteriormente sigue creciendo hasta transformarse en una característica raíz pivotante. Esta, si bien puede alcanzar hasta 1 m de profundidad, lo normal es que no penetre más allá de los 50 cm. A partir de las raíces secundarias, que incluso pueden llegar hasta la profundidad alcanzada por la raíz pivotante, se origina una cobertura densa de raíces terciarias.

Las nodulaciones son más abundantes en los primeros 10 a 30 centímetros de profundidad del suelo, donde son más favorables las condiciones de aireación. La infección por *Rhizobium* tiene lugar a través de los pelos radiculares, y por lo tanto la iniciación de los nódulos está ligada inevitablemente a la expansión del sistema radicular.

1.1.4.2 Tallo principal

Faiguenbaum (1990), señala que el tallo principal es hueco y muy delgado en la base, va engrosándose progresivamente hacia la parte alta, dependiendo de la precocidad del cultivar, puede emitir desde 6 hasta 20 nudos vegetativos por planta. Los cultivares precoces presentan de 6 a 8 nudos vegetativos, los semiprecoces de 9 a 11, los semitardíos de 12 a 14, y los tardíos de 15 a más.

A partir de la emergencia de las plantas comienza una producción sucesiva de nudos vegetativos en el tallo principal; los internudos en tanto, van siendo cada vez más largo, hasta alcanzar su máxima longitud al producirse el primero o segundo nudo reproductivo. En este sentido, al utilizar fechas optimas de siembra, los primeros tres internudos en los cultivares de follaje convencional alcanzan entre 1 y 2 cm de largo; los internudos 4 y 5, por otra parte, logran un promedio de 2 a 3 cm de largo. Desde el nudo 6 hacia arriba, en tanto, en los cultivares precoces se produce una mayor elongación promedio de los internudos que en los cultivares semiprecoces y semitardios.

Moreno (1994), manifiesta que en todos los cultivares las plantas generalmente presentan un hábito de crecimiento erecto hasta el inicio de la floración. Posteriormente, debido al mayor grosor que va adquiriendo el tallo, al aumento que se va produciendo en la longitud de los internudos, al mayor número de foliolos que van teniendo las hojas y al peso de las vainas, las plantas comienzan a tenderse, hasta llegar al punto en que muchas veces las vainas producidas en el primer nudo reproductivo entran en contacto con el suelo.

1.1.4.3 Ramas

Toro (1990), menciona que las plantas de arveja tienen una tendencia a ramificar basalmente a partir de los primeros dos nudos, que son aquellos en que se desarrollan las brácteas trifidas. La cantidad de plantas que llega a emitir ramas dependerá básicamente de aspectos genéticos, de la fertilidad del suelo, del abastecimiento hídrico y de la densidad de

población. Al utilizar distancias entre hileras de 50 a 70 cm, un 30 a 60 % de las plantas en los cultivares semitardíos logra producir entre 1.0 a 1.5 ramas basales como promedio, el resto, en tanto, no produce ramas. Al emplear menores distancias entre hileras (20 a 30 cm), se reduce significativamente la cantidad de plantas que logra ramificar. En los cultivares precoces, por otra parte, la producción de ramas es menor (10 a 30 % de las plantas), llegando casi a cero al utilizar distancias de 15 a 20 cm entre hileras.

Las ramas basales, cuando se presentan, emite un menor número de nudos vegetativos y reproductivos que en el tallo principal; sin embargo, generalmente alcanzan un buen crecimiento, haciendo un aporte significativo de vainas a la producción de las plantas.

1.1.4.4 Hojas

Faiguenbaum (1993), indica que en cada uno de los primeros dos nudos y en forma alterna, se desarrolla una hoja rudimentaria de tipo escamoso, denominada bráctea trifida. Estas hojas escamosas, que son pequeñas e insignificantes, se encuentran reducidas a un peciolo rudimentario y a dos estipulas también rudimentarias, estas últimas se presentan unidas, en el caso del primer nudo y libres entre sí en el segundo. Las brácteas mencionadas van gradualmente desintegrándose, hasta llegar a desaparecer luego que las plantas desarrollan su cuarta o quinta hoja verdadera. Los nudos de las brácteas no se contabilizan al momento de cuantificar los nudos existentes a primera flor en el tallo principal.

Faiguenbaum (1990), manifiesta que a partir del tercer nudo, que corresponde al primer nudo real de la parte aérea, se desarrollan sucesivamente las hojas verdaderas; éstas son compuestas, alternas, y presentan dos a seis folíolos ovalados a oblongos con margen entero. Cada hoja se compone de un peciolo, de un raquis, de uno, dos o tres pares de folíolos, y de uno a cinco zarcillos. Los zarcillos ayudan a que las plantas se sujeten entre sí, lo que les permite mantener una posición más erecta. En la axila de cada hoja, que corresponde al punto en que se produce la unión del peciolo con el tallo, se desarrollan dos estipulas; estas estructuras, que incluso pueden alcanzar mayor tamaño que los folíolos, corresponden a hojas modificadas y presentan una gran capacidad fotosintética. Tanto los folíolos y las estipulas presentan una cutícula cerosa.

Moreno (1994), indica que en los cultivares que producen granos de mayor tamaño, habitualmente los folíolos y las estipulas son más bien grandes; en aquellos cultivares que producen grano pequeño, en cambio, son de tamaño bastante más reducido. Los cultivares de tipo afilo, si bien carecen de hojas, mantienen la presencia de estipulas, la que generalmente son de tamaño bastante grande; el peciolo, que en estos cultivares alcanza un gran crecimiento, especialmente en grosor, termina en poderosos zarcillos. Los zarcillos juegan un rol muy importante, ya que más allá de aportar en alguna medida a la fotosíntesis, ayudan a reducir el problema de tendadura mejorando así la calidad de la producción y la eficiencia en la cosecha mecanizada.

1.1.4.5 Inflorescencias

Moreno (1994), menciona que la inflorescencia corresponde a un racimo axial largamente pedunculado, en la axila de hoja de cada nudo reproductivo, y en forma alterna, se desarrolla un racimo floral. El número promedio de flores por racimo o por nudos es una característica genética bastante estable, en este sentido, la mayor parte de los cultivares produce dos o tres flores por racimo, aunque existan cultivares comerciales cuya producción promedio puede alcanzar a cuatro flores. En ellos, eventualmente, es posible encontrar plantas que logran producir cinco y excepcionalmente, hasta seis flores en algunos de sus racimos. Los pedúnculos de los racimos, que son generalmente largos en los primeros nudos reproductivos, van disminuyendo progresivamente su longitud hacia los nudos superiores.

1.1.4.6 Flores

Faiguenbaum (1990), indica que al formarse los botones florales crecen encerrados por las hojas superiores, presentando cinco sépalos totalmente unidos que encierra el resto de la flor. Después de algunos días, los botones asoman por entre las hojas aún no desplegadas que lo circundan, produciéndose la fase de fecundación poco antes que ocurra la apertura de las flores. Este proceso se produce de manera secuencial desde el primero hasta el último nudo reproductivo que expresa la planta en su tallo principal. El estado de plena floración podría definirse como aquel en que aproximadamente un tercio de los nudos reproductivos presenta sus flores abiertas.

Moreno (1994), menciona que el número de nudos reproductivos que producen las plantas, si bien es una característica genética, es muy influenciado tanto por condiciones ambientales como de manejo. De cualquier forma, los cultivares semitardios, frente a similares condiciones, producen un mayor número de nudos reproductivos que los cultivares precoces.

Faiguenbaum (1990), menciona que la flor de arveja es típica papilionada, ya que se asemeja a una mariposa cuando los pétalos se desenvuelven presentando una simetría bilateral. Las estructuras presentes en una flor se describen a continuación:

- ☞ **Pedículo:** Une la parte basal de la flor con el pedúnculo; en su base presenta una bráctea foliácea.
- ☞ **Cáliz:** Es parte de la flor de una forma acampanada, pentagamosépalo, glabro y con dos pequeñas bractéolas en su base.
- ☞ **Corola:** Está formada por cinco pétalos de color blanco o blanco violáceo; uno de gran tamaño denominado estandarte, encierra a los demás. Otros dos pétalos laterales, que corresponden a las alas, se extienden oblicuamente hacia fuera y se adhieren por el medio a la quilla; ésta generalmente de color verdoso, se conforma con un par de pétalos pequeños fusionados entre sí, los cuales encierran al androceo y gineceo.
- ☞ **Androceo:** Es diadelfo, es decir los estambres forman dos grupos. El número de estambres es de 10 y los filamentos concrecentes de nueve de ellos forman un tubo que está abierto en el lado superior; el

décimo estambre, llamado vexilar y que está libre en una posición más cercana al estandarte, es primero en liberar polen.

☞ **Gineceo:** Es monocarpelar, curvado, de ovario súpero, unilocular y contiene dos hileras de óvulos que se originan sobre placentas apriétales paralelas y adyacentes.

El estilo es filiforme y está orientado en ángulo aproximadamente recto con el ovario.

Camarena (2003), indica que las flores de la arveja aparecen solitarias, en pares o en racimos axilares, generalmente aisladas de color blanco, púrpura y/o violáceo, según la variedad. Cada punto donde se observa una inflorescencia se denomina nudos reproductivos. El número de nudos reproductivos que producen las plantas es muy influenciado por condiciones ambientales como por el manejo del cultivo. Los cultivares semitardíos, producen un mayor número de nudos reproductivos que los cultivares precoces.

1.1.4.7 Vainas

Faiguenbaum (1990), menciona que una vez que ocurra el proceso de fecundación los pétalos de la flor vuelven a cerrarse envolviendo al ovario fecundado. Inmediatamente a continuación los pétalos se marchitan, para luego desprenderse y dejar en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice. Por otra parte, los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero prontamente se secan y caen.

Faiguenbaum (1994), indica que las vainas o legumbres corresponden a frutos, cada uno de los cuales están compuestos por dos valvas que conforman el pericarpio; las vainas presentan un ápice agudo o truncado y un pedicelo corto que puede ser recto o curvo. Dependiendo del cultivar y de su posición en la planta, las vainas pueden contener entre 3 y 10 semillas; su longitud puede variar entre 4 a 12 cm y su ancho entre 1 y 2 cm.

Moreno (1994), señala que inicialmente las vainas manifiestan su crecimiento solamente a través de un aumento en su longitud y en su ancho; posteriormente, se incrementa el grosor de sus paredes, comenzando a aumentar el tamaño de su cavidad aproximadamente 10 días después de la antesis; las vainas, sin embargo, se mantienen planas en apariencia hasta que alcanzan su máxima longitud. En forma previa al inicio del crecimiento de los granos, las vainas van desarrollando un tejido fibroso al interior de sus valvas que corresponde al endocarpio o pergamino. En el caso de los cultivares que pertenecen a la variedad macrocarpon, las vainas carecen de pergamino y de fibra a lo largo de sus suturas.

1.1.4.8 Granos

Faiguenbaum (1990), menciona que la división celular en los granos comienza poco antes que las vainas alcancen su longitud máxima, existiendo un traslape entre la fase de término del crecimiento de las vainas y la etapa inicial del crecimiento de los granos. Las vainas de los primeros nudos reproductivos, luego de lograr una primacía en el

crecimiento sufren un retraso, presentando en definitiva, hasta el estado de madurez para consumo en verde, una menor tasa de crecimiento que aquellas vainas que lo hacen en una posición más alta.

Faiguenbaum (1994), señala que la madurez para consumo en verde se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72 a 74 %. El tamaño promedio de los granos al obtener dicho estado de madurez es básicamente dependiente de los cultivares. Así, por una parte, existen cultivares que producen arveja extrafina a 7.1 mm. Por otra parte, están los cultivares que producen granos de tamaño pequeño con un diámetro entre 7.1 y 8.7 mm, los cultivares que producen granos de tamaño mediano con un diámetro entre 8.7 y 10.3 mm y los cultivares de grano grande con un diámetro superior a 10.3 mm. Los cultivares utilizados en Chile para la agroindustria son básicamente de tamaño de grano mediano, en el caso del mercado fresco se utilizan cultivares tanto de grano mediano como de grano grande (arvejonos).

Faiguenbaum (1990), indica los granos luego que alcancen su madurez óptima para consumo en verde, continúan aumentando de tamaño e incrementando rápidamente sus reservas amiláceas y proteicas. Estas van poco a poco desplazando la humedad de los granos, los cuales, en las siguientes 6 a 7 días de alcanzada su madurez para consumo en verde, pierden entre 1.5 y 2.0 % diario de humedad, la disminución de humedad depende en gran parte de las temperaturas, que son las que definen en mayor medida la tasa de crecimiento. Las vainas, 2 a 3 días después que los granos contenidos en ellos logran su madurez óptima

para consumo en verde, comienzan a mostrar un leve arrugamiento exterior, el cual va aumentando rápidamente, a la par con el arrugamiento, las vainas van perdiendo poco a poco la clorofila, y por lo tanto, su color verde característico. Los granos, por su parte, al alcanzar aproximadamente un 62 a 63 % de humedad comienzan a mostrar signos de arrugamiento, esto ocurre, de acuerdo con las pérdidas diarias de humedad antes señaladas, 5 a 7 días después que los granos logran su madurez óptima para consumo en verde. Posteriormente, se alcanza la madurez fisiológica, estado que dependiendo del cultivar, se logra cuando las semillas alcanzan una humedad de 52 a 54 %; por último, las semillas se van secando y endureciendo rápidamente hasta alcanzar su madurez de cosecha. Las vainas al alcanzar el estado de madurez fisiológica, presentan un aspecto rugoso y un color predominante amarillo claro; las semillas en tanto, presentan un color verde grisáceo, con mayor o menor expresión de verdor según el cultivar. También hay cultivares cuyas semillas son de color amarillo o café, debiendo señalarse que al estado de madurez fisiológica el color que presentan las semillas siempre se asemeja al definitivo.

Moreno (1994), informa que la planta de un cultivar semitardío, luego de alcanzada la madurez fisiológica en su parte superior, puede ser dividida en tercios de acuerdo al avance en la sequedad de sus semillas. Así, el primer tercio de los nudos reproductivos puede presentar semillas con una humedad inferior al 25 % y vainas de color café; en el tercio medio las semillas pueden contener un 35 % de humedad y las vainas presentarse

amarillas; en el tercio superior, por último, las semillas pueden contener sobre un 45% de humedad y las vainas presentarse amarillas con algún grado mínimo de verdor.

Biddle (1988), indica que las vainas presentan una fuerte dehiscencia a partir del momento en que las semillas alcanzan un contenido de humedad de 13 a 14 %. Las vainas se abren a lo largo de ambas suturas, debido al endurecimiento y excesiva deshidratación que sufre el pericarpio.

1.1.4.9 Semilla

Moreno (1994), menciona que las semillas pueden presentar en una forma globosa o globosa angular y un diámetro de 3 a 5 mm, la testa es delgada, e incolora, verde, gris, café o violeta y la superficie puede ser lisa o rugosa. En los cultivares de semilla lisa, aproximadamente un 45 % del peso seco de la semilla corresponde almidón, los cultivares de semilla rugosa, por su parte, presentan un menor contenido de almidón (34%), pero un mayor contenido de azúcares, especialmente de sacarosa. La velocidad de transformación de azúcares en almidón durante la madurez de la semilla ocurre más lentamente en los cultivares de semilla rugosa; por tanto, presentan una fase más lenta de maduración al estado verde. La semilla está compuesta por la testa, dos cotiledones y un eje embrionario; este último está formado por la radícula, el hipocotilo, epicotilo, la plúmula y las dos brácteas trifidas.

Cuadro 1.1: Composición química de la semilla de arveja

| Componentes | % |
|--------------------|-------------|
| Proteína | 20 - 23 |
| Humedad | 10.0 – 12.0 |
| Fibra | 5.0 - 7.0 |
| Grasa | 1.5 – 2.0 |
| Carbohidratos | 61 - 63 |
| Ceniza | 2.5 – 3.0 |

Cuadro 1.2: Composición nutritiva por 100 g de producto comestible.

| Componentes | Cantidad |
|------------------------------|-----------------|
| Prótidos | 0.3 g |
| Lípidos | 0.4 g |
| Glúcidos | 14.4 g |
| Fibra | 2 g |
| Vitamina A | 640 ui |
| Vitamina B1 o tiamina | 0.35 mg |
| Vitamina B2 y Riboflavina | 0.14 mg |
| Niacina | 2.9 mg |
| Vitamina C o Ácido Ascórbico | 27 mg |
| Calcio | 26 mg |
| Fosforo | 116 mg |
| Hierro | 1.9 mg |
| Sodio | 2 mg |
| Potasio | 316 mg |
| Valor energético | 84 Calorías |

Fuente: Biblioteca de la agricultura (1998)

1.1.5 FASES FISIOLÓGICAS Y ESTADOS FENOLÓGICOS

Evans (1983), menciona que el ciclo o fisiología vegetal de los cultivos básicos, como la leguminosa pasa por varias etapas, aunque se divide en dos fases principales:

- Fase vegetativa, que comprende la germinación de la semilla y el desarrollo de las partes vegetativas de la planta, es decir, que dentro de ésta fase se observa los estados fenológicos siguientes: germinación, emergencia de la plántula y el crecimiento de la planta hasta inicios de la floración.
- Fase reproductiva, que empieza con la formación de los gametos, la floración, la polinización, la fecundación, formación y llenado de vainas y finalmente hasta llegar a la cosecha.

Los estados fenológicos dentro de las dos fases fisiológicas son:

1º. Germinación

Evans (1983), menciona que al absorber el agua en presencia de temperatura, aire y luz adecuada, el embrión de la semilla empieza a producir hormonas y enzimas. Estas inician el proceso de digestión, transporte y respiración, liberando la energía almacenada en el endospermo. Con la presión interna creada por la absorción del agua y el crecimiento del embrión, se rompe la cobertura de la semilla. El grano pasa así de la vida latente a la vida activa.

2º. Emergencia de plántulas

Evans (1983), menciona que la emergencia es cuando la plántula sale del suelo y se extiende las dos hojas cotiledonales, pudiendo observarse en

el surco las plántulas en forma de hilera nítida, esto ocurre a los 7 a 10 días de la siembra, la raíz empieza a desarrollarse por la cual la plántula inicia a abastecerse de agua y nutrientes del suelo, se inicia el proceso de fotosíntesis, la altura promedio es de 1.6 cm, longitud de cotiledones 1.4 cm. y la longitud de raíz es de 5.5 cm.

3º. Crecimiento

Evans (1983), señala que las condiciones ambientales son determinantes en lo que respecta a la fase de crecimiento. Estas tendrán mayor altura, mientras sean más favorables, la humedad, la temperatura, la nutrición y la luz. Sin embargo, existen condiciones desfavorables que también pueden inducir una mayor altura durante el crecimiento. Por ejemplo, una siembra más densa de lo normal inducirá el alargamiento de los tallos como una reacción a la competencia en luz. Aun así estas plantas crecerán raquíticas y su sensibilidad a las enfermedades y al acame será mayor. La maduración de tales cultivos se retrasa, lo que puede traer como consecuencia una cosecha bastante irregular. El productor debe vigilar y mejorar el crecimiento del cultivo, tomando en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Aradura de la tierra.
- ✓ Densidad de siembra
- ✓ Nutrición del cultivo.
- ✓ Control de la humedad
- ✓ Control de malas hiervas
- ✓ Control de plagas y enfermedades.

4º. Floración

Evans (1983), menciona que la transición de la fase vegetativa a la reproductiva, requiere de condiciones apropiadas para que se inicie la formación de las yemas florales. En estos momentos la velocidad de crecimiento de la planta ha alcanzado su máximo y ha elaborado una gran cantidad de materia seca. La reproducción empieza con el inicio del tallo floral y de las flores mismas. En la transición de la fase de crecimiento a la fase reproductiva, influyen principalmente los siguientes factores ambientales: temperatura, luz, longitud del día y de la noche. La polinización se realiza cuando la flor se encuentra todavía cerrada. Este proceso de auto polinización se conoce con el nombre de cleistogamia.

Mateo (1961), indica que la floración se da cuando los órganos reproductores, han concluido con la formación de los gametos correspondientes: El pistilo tiene desarrollado y maduro el número de óvulos listos a fecundarse. El terciopelo del estigma está segregando hormonas y enzimas que harán germinar los granos de polen. Las anteras tienen desarrollados y maduros los granos de polen. Son plantas autógamias, por lo tanto los óvulos de la misma flor maduran sus gametos al mismo tiempo o en forma paralela.

5º. Cuajado del grano

Mateo (1961), manifiesta que la fusión del óvulo con los núcleos espermáticos del grano de polen provoca la formación de huevo cigote, a este proceso se le conoce como cuajado del grano. El cuajado de granos es importante porque la planta produce hormonas y enzimas que

provocan el crecimiento y desarrollo del ovario en forma paralela al crecimiento y desarrollo del grano.

6°. Formación de vainas

Mateo (1961), menciona que la formación de vainas se inicia cuando la vaina presiona la quilla de la flor y luego se abre la flor. Se abren las alas y se levanta el estandarte. Poco después la vaina ha duplicado su tamaño y rompe la quilla y se hace visible, a simple vista. Las vainas se alargan hasta el 90 % de la longitud final de la vaina. El periodo dura de 10 a 20 días después de la floración.

7°. Llenado de granos

Mateo (1961), manifiesta que el llenado de grano se inicia cuando las vainas han alcanzado máximo peso y tamaño. Los granos presentan un color verde y alcanzan su peso máximo a los 30 a 35 días después de la floración. Al final de la etapa la testa del grano va adquiriendo el color característico de la variedad. La pigmentación se inicia alrededor del hilio y luego se extiende por toda la testa. En algunos genotipos las vainas también empiezan a pigmentarse.

8°. Maduración fisiológica y de cosecha

Biblioteca de la agricultura (1998), señala que la madurez fisiológica se inicia con la defoliación de las hojas inferiores que se tornan cloróticas. Un indicador de la madurez del grano en verde es el porcentaje de humedad del grano que debe oscilar entre 72 - 74 %. La madurez de cosecha, se inicia con el cambio de coloración y consistencia de las vainas o frutos a un color amarillento seco y la caída de hojas de todas las partes de la

planta. El indicador de la madurez de cosecha (arranque de planta) es el porcentaje de humedad del grano que debe estar alrededor de los 18 - 20 %, y finalmente para la trilla se recomienda que los granos estén con un porcentaje de humedad de 14 – 15 %, para luego almacenar con una humedad no más del 12 %.

Evans (1983), menciona que durante esta fase se desarrolla el embrión y el endospermo, ambos representan las reservas alimenticias de la semilla. Durante la maduración se produce una extracción de las reservas acumuladas en las plantas durante la fase de crecimiento. Esta migración activa de los glúcidos y de las proteínas requiere en tales momentos la movilización de los últimos nutrientes disponibles.

1.1.6 FACTORES EDÁFICOS Y CLIMÁTICOS

1.1.6.1 Suelo

Stuttgert (1986), menciona que la arveja prefiere suelos que no son fuertemente ácidos y cuyo abastecimiento de Calcio es entre moderado y abundante. No se adapta bien a suelos altamente lixiviados. No tolera los suelos superficiales ni mal drenados. Prefiere suelos franco-arenosos hasta franco-arcillosos y ricos en humus. Tiene alta necesidad de Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre.

S@monet (2000), sostiene que el cultivo de la arveja se adapta a diferentes tipos de suelos, puede sembrarse en suelos franco-arenosos a franco arcillosos, pero prefieren suelos sueltos, profundos y bien drenados, provistos de caliza y abundante materia orgánica. Se debe

evitar la siembra en suelos de estructura compacta. Esta planta tolera suelos ligeramente ácidos con pH de 5.5 a 6.5; pero son muy sensibles a la salinidad. La conductividad eléctrica no debe ser mayor a 2 milimhos.

1.1.6.2 Clima

Biblioteca de la agricultura (1998), señala en cuanto a las exigencias del cultivo de la arveja referente al clima y temperatura, requieren climas templados y húmedos. Es sensible a las heladas y a las temperaturas muy altas, se detallan en el cuadro 1.3:

Cuadro 1.3: Requerimiento climático del cultivo de Arveja.

| Requerimiento | | |
|------------------------------|-------------------------|------------|
| Temperaturas críticas | Punto de congelación | -3 a -4 °C |
| | Crecimiento cero | 5 a 7 °C |
| | Mínima para desarrollar | 10 °C |
| | Crecimiento óptimo | 16 a 20 °C |
| | Máxima para desarrollo | 35 °C |
| Germinación | Temperatura mínima | 6 °C |
| | Temperatura óptima | 14 a 25 °C |
| | Temperatura máxima | 30 °C |
| Humedad | | Media |
| Luz | | Alta |

S@mconet (2000), indica que estos cultivos necesitan para su mejor desarrollo ciertas condiciones ambientales, como clima frío, pero los climas frescos son los mejores, son poco resistentes a las sequías y muy sensibles al calor.

1.1.6.2.1 Altitud

S@mconet (2000), menciona que se adapta mejor a las condiciones de sierra; pero también es producido en la costa. En la costa se cultiva en invierno y en los valles interandinos en primavera, pueden sembrarse hasta los 3.300 msnm.

1.1.6.2.2 Temperatura

S@mconet (2000), indica que es una especie que prospera bien en climas templado – caliente y húmedo, temperatura entre 15 a 18 °C, pudiendo soportar un amplio rango de temperatura, 7 a 24 °C. La arveja, resiste bien al frío y puede germinar a una temperatura de 10 °C; sin embargo, las heladas frecuentes y/o prolongadas causan daños apreciables en las plantas jóvenes, flores y frutos tiernos dando lugar a la producción de granos pequeños.

1.1.6.2.3 Humedad

S@mconet (2000), indica que las condiciones de humedad requeridos fluctúan entre los 1000 a 1500 mm al año en promedio.

1.1.6.2.4 Luz solar

Cubero y Moreno (1983), indican que se han establecido tres distintos grupos varietales en el guisante, en función de su respuesta al fotoperiodo y al termo periodo. La floración de las variedades tempranas es normalmente insensible al fotoperiodo y a la vernalización; pero las variedades tardías responden positivamente a la acción de días largos y a la vernalización. El guisante es una de las pocas plantas que con las debidas precauciones y coeficientes correctores, puede aplicarse con

aproximación el concepto de “unidades de calor acumulada”, en grados - día. Las variedades precoces cubren su ciclo de desarrollo desde la siembra hasta la recolección en 650 a 700 grados - día, mientras que las variedades tardías lo cubren en 850 a 900 grados – día.

1.1.7 LABORES AGRONÓMICAS

1.1.7.1 Preparación de terreno

Biblioteca de la agricultura (1998), menciona que la preparación del suelo requiere una labor profunda, seguida de varios pases de gradas para dejar el suelo suficientemente esponjoso y disgregado.

S@mconet (2000), sostiene que para realizar una buena siembra debemos tener en cuenta que la tierra debe estar bien nivelada y mullida, así aseguramos una buena germinación de la semilla y un ambiente adecuado para que las plantas se desarrollen en forma óptima.

Cubero y Moreno (1983), manifiesta que debe hacerse cuidadosamente para dejar el suelo perfectamente mullido y dotado de una buena aireación. En primer lugar se realiza una labor profunda de unos 30 cm. de profundidad con vertedera o sub solador junto con la que incorpora el abonado de fondo, a continuación se deberá dar 1 a 2 grados para disgregar superficialmente el terreno.

1.1.7.2 Surcado

Según Mateo (1961), después de la preparación del terreno, se realiza el surcado que es una operación sencilla y que necesita poca mano de obra. Basta señalar las líneas con un cordel, para que sirva de guía al surco

hecho con el arado romano o con la azada. Cuando se ha terminado el surco se desplaza el cordel paralelamente a sí mismo, a una distancia que depende de la variedad y se repite la operación.

Faiguenbaum (1990), menciona que el guisante se siembra en filas distantes entre 50 – 80 cm una de la otra, mientras la distancia de las plantas en fila debe ser de 10 – 15 cm. La siembra se produce en las regiones aptas septentrionales al final del invierno, mientras en zonas templadas se siembra también a finales de otoño. Para producción continua se elige la siembra escalada, cada tres semanas en invierno al sur, y febrero a junio al norte.

1.1.7.3 Siembra

S@nconet (2000), menciona que la arveja puede ser sembrada al voleo, por golpes o a chorro continuo, depende de la maquinaria disponible, del hábito de crecimiento y del tipo de explotación. En la siembra al voleo, las semillas se esparcen y después se tapan por medio de una rastra. La distribución es desigual y se requieren de mayor cantidad de semillas. En la siembra por golpes las plantas disponen de un área para su normal crecimiento y desarrollo, así las semillas son colocadas a distancias uniformes.

Casseres (1980), señala que la arveja se siembra a chorro (en hileras continuas), con 1 a 2 cm entre semillas. Cuando el sistema es bajo riego se siembra a un costado del surco por donde pasara el agua; estos surcos son de una sola hilera y están espaciados a 0.75 m uno de otro; otro sistema es de hileras dobles sobre camellones a 0.90 m. de espacio

entre cada centro del camellón y dejando de 10 a 12 cm entre las dos hileras.

S@mconet (2000), indica que la profundidad de siembra debe oscilar en una magnitud de unas 4 veces el tamaño de la semilla, siembras profundas afectan la emergencia en suelos en estructuras pesadas.

S@mconet (2000), señala que siempre que sea posible, el agricultor debe adquirir semillas garantizadas o mejoradas. Si el agricultor no puede conseguir semillas, debe seleccionar semillas de la zona con la que se ha obtenido buenos resultados antes de la siembra se debe desinfectar la semilla con un fungicida.

Biblioteca de la agricultura (1998), indican que la época de siembra, dependiendo del ciclo del cultivo, que se realice, se efectuará desde el otoño hasta la primavera.

1.1.7.4 Control de malezas

S@mconet (2000), menciona que el campo cultivado de arveja debe estar libre de malezas por lo menos los 60 días después de la siembra, es necesario que esta labor sea en forma oportuna porque las malezas compiten por nutrientes, agua y luz con las plantas de arveja, y que estas necesitan para crecer vigorosamente. El control de malezas puede ser manual, con lampa o azadón; también mecánicamente mediante la rastra, el primero a los 15 o 20 días después de la siembra y el segundo 20 días después del primero, normalmente se necesita de dos a tres deshierbos en momentos oportunos. También las malezas pueden controlarse con aplicaciones de herbicidas.

1.1.7.5 Control fitosanitario

Plagas:

Vilca (2008), menciona que las principales plagas que atacan al cultivo de arveja (*Pisum sativum* L) son:

- ✓ Gusano de tierra (*Feltia* sp. y *Agrotis* sp.), que atacan a nivel del cuello de las plantas jóvenes.
- ✓ Mosca minadora (*Liryomiza huidobrensis*), ocasiona galerías o minas de forma irregular de color blanco sucio en las hojas.
- ✓ Barrenador de brotes y vainas (*Laspeyresia leguminis*) y gusano perforador de brotes (*Epinotia aporemia*), barrenen los brotes las atrofian y matan la planta. Perforan las vainas y se instalan en el interior.
- ✓ Insectos chupadores, Trips (*Trips* sp.), Prodiplosis (*Prodiplosis longifolia*) Pulgones o Áfidos, Mosca blanca (*Aleurotrichus floccosus*), Arañita roja (*Tetranychus* sp).

Enfermedades:

Las principales enfermedades observadas son las siguientes:

- ✓ Chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani.*, *Fusarium* sp), ocasionan lesiones en tallos, pudrición de vainas en contacto con el suelo y muerte de la planta.
- ✓ Antracnosis (*Colletotrichum* sp), ocasionan lesiones oscuras hundidas en los granos, los tallos afectados se debilitan y quiebran fácilmente, en las hojas las nervaduras toman una coloración rojiza.

- ✓ Oidium (*Erysiphe polygoni*), ataca al tallo, vainas y hojas, en forma de manchas blanquecinas pulverulentas aisladas y circulares que cubre toda la hoja.
- ✓ Mildiu (*Peronospora pisi*)
- ✓ Ascochyta (*Ascochyta pisi*)
- ✓ Podredumbre mohosa gris (*Botrytis cinerea*)

1.1.7.6 Abonamiento y fertilización

Biblioteca de la agricultura (1998), menciona que los abonos o los fertilizantes se utilizan para incorporar al terreno los elementos nutritivos que necesitan las plantas y que el suelo no puede suministrar, o bien porque no dispone de ellos, o porque no están en forma disponible. Los fertilizantes también se incorporan al terreno para mejorar su estructura y demás propiedades físicas. El cultivo presenta una gran exigencia en elementos nutritivos, no sólo en relación a las cantidades que necesita, sino también al equilibrio que debe existir entre ellas. El abonado como en toda planta leguminosa, forma nódulos en las raíces, en asociación simbiótica con cepas de *Rhizobium*, lo que permite la obtención del nitrógeno del aire. El cultivo requiere una aportación moderada de estiércol bien descompuesto. Un Abonado de fondo promedio por hectárea: 20 – 30 kg de N, 50 – 80 kg de P_2O_5 y 100 a 140 kg de K_2O . Las extracciones por hectárea se calculan en: 125 kg de N, 45 kg de P_2O_5 , 90 kg de K_2O .

Maroto (1986), menciona que en la práctica del abonado, existe en las leguminosas, principalmente en lo que a fertilización nitrogenada se

refiere, un problema adicional al ya complejo de la fertilización en otros cultivos, puesto que a través de sus nódulos formados con los respectivos Rhizobia, estas plantas fijan y toman el nitrógeno atmosférico, asimismo lo toman del suelo mediante absorción radicular, como las demás familias de los vegetales.

S@mconet (2000), indica que todos los elementos de fertilización deben usarse con precaución y en cantidades apropiadas según previo análisis de suelo. Se debe tener en cuenta los factores que determinan su cantidad, tales como el clima, las necesidades de la planta y las condiciones del suelo. Se recomienda realizar el análisis del suelo para determinar el requerimiento de fertilizantes, se aplican en su totalidad al momento de la siembra. Se recomienda abonar a 10 cm del pie de la planta y a 10 cm de profundidad.

1.1.7.7 Riego

S@mconet (2000), menciona que el riego depende de la temperatura del ambiente y la capacidad retentiva del suelo y del sistema de regadío. El número de riego depende de las necesidades del cultivo, es importante dar un adecuado abastecimiento de agua todo en las etapas cercanas a la floración y durante el llenado de las vainas; pero evitar riegos a plena floración. Los riegos deben ser frecuentes, con poco volumen de agua. En el caso del riego por surcos se recomienda dar unos 6 riegos durante la campaña.

1.1.7.8 Aporque

Biblioteca de la agricultura (1998), indica que el aporcado consiste en amontonar tierra al cuello o base de la planta con fines diversos según el cultivo en cuestión. En general el aporcado contribuye a la estabilidad mecánica de la planta y aumenta la absorción del agua. Sirve además como soporte a la base de las plantas en caso de judías y guisantes.

1.1.7.9 Tutoraje

S@mconet (2000), señala que los tutores sirven de soporte para los tallos trepadores de las arvejas de enrame. Es un sistema de conducción que se adapta a la variedad Alderman, mediante esta técnica se obtiene un mayor rendimiento y una buena calidad de los granos. Además permite aprovechar mejor el espacio y colocar una mayor densidad de plantas. Para la construcción de tutores, puede utilizarse carrizos, ramas de árboles, palos de eucalipto de 1.50 a 1.70 m de altura, además de rafia o pitas de yute. Los tutores se instalan a los 30 o 40 días después de la emergencia cuando las plantas emiten los sarcillos y estos se trepan en las rafias; sin embargo, estas necesitan que las guíen conforme van creciendo. La colocación de los soportes puede ser en espaldera o caballete:

Con espaldera:

Los soportes deben tener una altura de 1.50 m a 1.70 m los que se entierran a una profundidad de 30 cm, se colocan cada 2 m y se sujetan de los extremos, se tensan 3 a 4 pitas o rafias horizontales cada 40 o 50 cm.

En caballete:

Villarreal (1980), indica que el tutoraje eleva el costo de producción, pero incrementa el rendimiento, mejorando la calidad y facilitando la cosecha del producto. La mejora de la calidad se debe al buen control de enfermedades e insectos ya que las hojas son mejor cubiertas por los pesticidas. Los tutores se colocan cada 2 a 2.5 m cruzados en la parte terminal y atados con pitas y rafias, luego se tienden 3 a 4 líneas horizontales con pitas o rafias.

Gioconi (1988), menciona que el tutoraje permite realizar más recolecciones, porque las plantas sufren un menor deterioro en las siembras guiadas y sus guías se reparten mejor.

1.1.7.10 Cosecha

S@mconet (2000), manifiesta que la cosecha de grano seco se realiza cuando las vainas y el follaje presentan un color amarillo. Las operaciones generales son el arranque o corte, extraen las plantas completas. En ocasiones, se deja el material cortado, durante algunos días, en hileras al sol para su secado y post – maduración; luego las trillas de las vainas por el método tradicional del garrote o mecánicamente con trilladora y finalmente el venteo y limpieza.

El almacenamiento se inicia desde la madurez fisiológica en campo, durante este periodo se debe tener especial cuidado con el ataque de los gusanos picadores de las vainas, granos y gorgojos durante un tiempo prolongado de permanencia en el campo antes de la cosecha. Los granos deben ser almacenados con un contenido de humedad de 13 a 14%, en

depósitos limpios, desinfectados, con ventilación adecuada y fresca en sacos apilados sobre parrillas de madera que permitan el fácil manipuleo.

1.2 CLASIFICACIÓN Y DINÁMICA DE LOS NUTRIENTES

1.2.1 CLASIFICACIÓN

Los nutrientes de acuerdo a la cantidad requerida por la planta se clasifican:

- a. Nutrientes Primarios: Nitrógeno, Fósforo y Potasio
- b. Nutrientes Secundarios: Azufre, Calcio y Magnesio.
- c. Micronutrientes: Boro, Cloro, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Selenio, Sílice, Zinc.

1.2.2 DINÁMICA

1.2.2.1 Movilidad en el suelo

Los nutrientes pueden ser clasificados en móviles e inmóviles.

- **Nutrientes Móviles:** son aquellos que su movilidad en el suelo es bastante alta y llegan más fácilmente al sistema radicular de las plantas. Nutrientes de este tipo son el Nitrógeno, Potasio y Azufre.
- **Nutrientes Inmóviles:** son aquellas que no se mueven en el suelo y su absorción depende básicamente de que las raíces del cultivo lleguen a donde se encuentran estos nutrientes, como ejemplo de éste tipo de nutrientes tenemos: Fosforo, Calcio, Magnesio, Boro, Cobre, Cobalto, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Zinc.

1.2.2.2 Movilidad en la planta.

Una vez que los nutrientes han ingresado dentro de las plantas encontraremos que no todos se mueven con la misma facilidad, de allí

que se clasifica en nutrientes móviles e inmóviles.

- ✓ **Nutrientes Móviles:** son aquellos nutrientes que una vez que ingresan dentro de la planta vía foliar, se traslocan fácilmente a los tejidos nuevos (hojas, ramas, etc.) u órganos de reserva (frutos, tubérculos, raíces, etc.), debido a su gran movilidad, la deficiencia de estos nutrientes se observa primero en las hojas más viejas, ya que los nutrientes se movilizan a partir de estos tejidos a los jóvenes. Los nutrientes móviles son. Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Azufre, Magnesio y Molibdeno.
- ✓ **Nutrientes Inmóviles:** son aquellos nutrientes que una vez que ingresan a la planta vía foliar tienen una limitada capacidad de movilizarse y no se traslocan a los tejidos nuevos ni a los órganos de reserva. Todos los micronutrientes son inmóviles a excepción del molibdeno; pero es el calcio uno de los nutrientes más inmóviles inclusive cuando es absorbido vía radicular si hay estrés por falta de agua. por ésta característica de inmovilidad, la deficiencia de éstos nutrientes se ve en hojas jóvenes.

1.3 FUNCIONES DE MINERALES ESENCIALES Y SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

1.3.1 Nitrógeno

Devlin (1982), señala que probablemente el papel más importante del Nitrógeno en las plantas, es la participación en la estructura de la molécula proteica. Además; el nitrógeno se encuentra en moléculas tan importantes

como las purinas, pirimidinas, porfirinas y coenzimas. Las purinas y las pirimidinas se encuentran en los ácidos nucleicos, RNA y DNA, esenciales para la síntesis de las proteínas. El anillo de la porfirina se encuentra en compuestos tan importantes, desde el punto de vista metabólico, como las clorofilas y los enzimas del grupo de los citocromos, esenciales para la fotosíntesis y la respiración. Las coenzimas son indispensables para el funcionamiento. Otros compuestos de la planta contienen nitrógeno (por ejemplo, algunas vitaminas). El síntoma de deficiencia en nitrógeno más fácilmente apreciable es el amarillamiento (clorosis) de las hojas, debido a una disminución del contenido en clorofila.

1.3.2 Fósforo

Devlin (1982), señala que el fósforo se encuentra en las plantas formando parte de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, de las coenzimas NAD Y NADP y, lo es especialmente importante, como parte integrante del ATP. Naturalmente, el fósforo se encuentra en otros compuestos de la planta, pero estos se consideran menos importantes. En los tejidos meristemáticos de las regiones de la planta, sede de un activo crecimiento, se encuentran fuertes concentraciones de fósforo, que intervienen allí en la síntesis de nucleoproteínas y también a través del ATP, en la activación de los aminoácidos que intervendrán en la síntesis de la parte proteica de estos compuestos. Se cree que además de las proteínas, los fosfolípidos son importantes constituyentes de las membranas celulares. Las coenzimas NAD y NADP tienen un papel importante en las reacciones de oxidación-reducción en donde tiene lugar transferencias de hidrogeno.

La deficiencia en fósforo puede provocar la caída prematura de las hojas y la pigmentación antocianina purpura o roja, a diferencia del nitrógeno, las plantas que carecen de fósforo pueden presentar zonas necróticas (muertas) sobre las hojas, peciolo o frutos un aspecto general achaparrado, y las hojas pueden adquirir una coloración característica oscura o azul verdosa.

1.3.3 Potasio

Devlin (1982), menciona que una deficiencia en potasio puede afectar procesos tan diversos como la respiración, fotosíntesis, aparición de clorofila y contenido de agua de agua en las hojas, el papel específico del potasio en las plantas es desconocido hasta ahora. Las concentraciones de potasio más elevadas se encuentran en las regiones meristemáticas de la planta, observación que parece concordar con los hallazgos en el sentido de que el potasio es esencial como activador de los enzimas que intervienen en la síntesis de ciertas uniones peptídicas.

Los síntomas externos de deficiencia en potasio son fáciles de reconocer en las hojas de las plantas. Al principio presenta un moteado de manchas cloróticas seguido del desarrollo de necrosis en la punta y bordes de la hoja.

1.4 GUANO DE ISLAS

Proabonos (2007), indica que el Guano de Islas es un recurso natural renovable, que procede como su nombre lo indica de las islas y puntas del litoral peruano, lugares donde se aposentan y reproducen las aves guaneras.

Sánchez (2004), manifiesta que el Guano de Isla es una mezcla de excremento de diferentes especies de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. El guano de islas es uno de los abonos de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener hasta 12% de N, 11% de P y 2% K, debe aplicarse realizando la pulverización adecuada, a una profundidad aceptable para evitar pérdida por volatilización del amoníaco.

1.4.1 Importancia del guano de Islas

Proabonos (2007), menciona que el Guano de Isla es la columna vertebral de nuestra agricultura, es el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y el extranjero, donde a raíz del cese de su exportación se le recuerde todavía como el “guano del Peru”; sin embargo, no está lejos el día en que el Guano de Islas vuelva a ser muy importante en la agricultura nacional debido a sus propiedades mejoradoras del suelo.

1.4.2 Propiedades del guano de Islas

Sánchez (2004), manifiesta que el Guano de Isla conserva un lugar de importancia entre los abonos comerciales, debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales. El guano rico se caracteriza por sus olores de vapores amoniacales, se forma mediante el proceso de fermentación sumamente lenta lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, especialmente los nitrogenados tales como los uratos, carbonatos, sulfatos y otras. Este abono es el tipo

compuesto por que aporta N, P, K, Ca, Mg, S. Entre sus propiedades importantes tenemos:

- Es un abono natural y completo, contiene todos los nutrientes que las plantas requieren para su normal crecimiento y desarrollo.
- Es un producto ecológico, no contamina el medio ambiente.
- Es biodegradable.
- Incrementa la actividad microbiana del suelo.
- Es un mejorador ideal de los suelos.
- Es soluble en agua y de fácil asimilación por las plantas.

1.4.3 Características del guano de Islas

Proabonos (2007), señala las siguientes características:

a. Características físicas:

- ✓ De color gris amarillento verdoso
- ✓ De olor fuerte a vapores amoniacales
- ✓ Contiene una humedad de 16 - 18 %

b. Características químicas:

El Guano de Isla es un abono orgánico natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción. Viene siendo utilizado en la producción orgánica de diferentes cultivos, con buenos resultados.

- ✓ Macronutrientes: Nitrógeno, Fósforo y Potasio.
- ✓ Elementos secundarios: Calcio, Magnesio y Azufre.
- ✓ Micronutrientes: Hierro, Zinc, Cobre, Boro.

c. Características biológicas:

El Guano de Isla es portador de una rica flora microbiana (hongos y bacterias) conformando millones de laboratorios biológicos que por acción de sus jugos gástricos y enzimas, transforman sustancias complejas a formas más simples.

1.4.4 Tipo de guano de islas en el mercado

Proabonos (2007), señala que actualmente sólo se comercializa un solo tipo de Guano que es el “virgen” o “bruto” que luego de ser sometido a un proceso artesanal de tamizado, se le denomina Guano de Isla “Natural” con un contenido de 10 -14% (N), 10 – 12% (P_2O_5) y 3% (K_2O), elementos secundarios (Hierro, Zinc, Cobre, Magnesio, Boro y Molibdeno).

1.4.5 Precauciones en el uso y almacenamiento

Proabonos (2007), menciona que se debe evitar que el Guano de Isla entre en contacto con las raíces de las plantas, pues estas se quemarán por el alto contenido de materia orgánica (44.64%) en transformación, lo cual produce gran cantidad de calor.

1.5 FUENTES DE ABONO INORGÁNICO (MINERAL)

1.5.1 Urea

Molinos y CIA S.A (2012), manifiesta que la urea es fuente de Nitrógeno, se presenta como un sólido cristalino y blanco de forma esférica o granular y con 46 % de Nitrógeno. Es una sustancia higroscópica, es decir, que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera y presenta un ligero olor a amoníaco. Es necesario fertilizar ya que con la cosecha se pierda

una gran cantidad de nitrógeno. El grano se aplica al suelo, el cual debe estar trabajado y ser rico en bacterias, la aplicación puede hacerse en el momento de la siembra o antes. Debe tenerse mucho cuidado en la correcta aplicación de la urea al suelo, para evitar las pérdidas por volatilización principalmente, se recomienda cubrir inmediatamente después de aplicarlo al suelo. También se recomienda evitar el uso en suelos con alto contenido de Calcio, Sodio suelos con alta acidez y mal drenaje (excepto en cultivo de arroz).

1.5.2 Fosfato diamónico

Molinos y CIA S.A (2012), manifiesta que el Fosfato Diamónico es fuente de Fósforo y Nitrógeno, que tiene una riqueza de 46 % de P_2O_5 y 18 % de Nitrógeno (NH_4). Se recomienda para todos los cultivos. Es más soluble y ligeramente más asimilable en los suelos de reacción neutra y alcalina.

1.5.3 Sulfato de potasio

Molinos y CIA S.A (2012), menciona que el Sulfato de Potasio es fuente de Potasio y Azufre, que tiene riqueza de 50 % de Potasio (K_2O_5) y 18 % de Azufre (SO_4^-). Su presentación es estándar y granulado, adecuado para cultivos sensibles al Cloro y sales, y en aquellos cultivos que requieren azufre como las liliáceas y brasicáceas., puede aplicarse en todo tipo de suelos inclusive en aquellos con problemas de salinidad debido a su bajo índice salino.

1.6 DISEÑO 03 DE JULIO (D3J)

1.6.1 Características:

Tineo (2006), manifiesta que el Diseño 03 de Julio, es un diseño de superficies de repuesta, cuyo análisis estadístico principal consiste en ajustar a una función de acuerdo con el modelo de segundo orden:

$$Y = b_0 + \sum b_i X_i + \sum b_{ii} X_i^2 + \sum b_{ij} X_i X_j + e.$$

El diseño 03 de julio está formado por un conjunto de tratamientos provenientes de un factorial completo o fraccional 2^K , (K representa el número de factores), a los que se agrega otros tratamientos para poder estimar todos los coeficientes de un polinomio de segundo orden con K factores. Los tratamientos agregados son simétricos alrededor del centro de la factorial, y generan un diseño COMPUESTO CENTRAL. Este diseño se construye sumándoles $4K+1$ combinaciones a la factorial 2^K . Los 2^K tratamientos (factorial), se construyen con los niveles se codificados (-2, +2) de cada factor. Además del factorial 2^K , existe el llamado tratamiento central, correspondiente al centro de diseño y en términos codificados es la combinación (0, ..., 0). El resto $4K$ (tratamiento radial), se colocan a distancias del centro del diseño, su representación codificada viene dada por $(\pm X_i, 0, 0) \dots (0, 0, \pm X_i)$.

El diseño se puede subdividirse en 3 partes. Ejemplo para dos factores.

1°. La parte factorial del diseño para este caso sería 2^K

| X_1 | X_2 |
|-------|-------|
| 2 | -2 |
| 2 | -2 |
| -2 | 2 |
| 2 | 2 |

2°. Los 8 puntos adicionales incluidos para formar un diseño compuesto central, le da la característica de rotabilidad. La figura que forman estos puntos se llama ESTRELLA: 4K.

| X_1 | X_2 |
|-------|-------|
| -2 | 0 |
| -1 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 0 | -2 |
| 0 | -1 |
| 0 | 1 |
| 0 | 2 |

3°. El punto central.

| X_1 | X_2 |
|-------|-------|
| 0 | 0 |

4°. El diseño permite evaluar 5 niveles en cada factor, como:

| N° | Niveles Codificados (X_i) | Nivel de factor (Z_i) |
|----|-------------------------------|---------------------------|
| 1 | -2 | Mínimo |
| 2 | -1 | Bajo |
| 3 | 0 | Promedio |
| 4 | 1 | Alto |
| 5 | 2 | Máximo |

Los niveles codificados están establecidos por la estructura del Diseño, los niveles reales los propone el investigador, según la naturaleza del problema.

1.6.2 Análisis Estadístico:

Tineo (2006), menciona que el Diseño 03 de Julio, permite realizar dos tipos de análisis estadísticos: a) el análisis de variancia, para determinar el efecto de cada tratamiento sobre la producción del cultivo, y b) el análisis de regresión, para determinar el modelo polinomial de segundo grado que explica el comportamiento de las variables sobre la producción del cultivo. Por la estructura de los tratamientos, el D3J permite realizar otros cálculos, que ayudan a explicar la importancia de la ausencia o presencia de un elemento en el suelo y su repercusión en el crecimiento del cultivo; así como el aprovechamiento de nutrientes por la planta, cuando estos se aplican al suelo en diferentes cantidades.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad universitaria, Pampa del Arco, distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, cuya posición geográfica es la siguiente:

Altitud : 2772 msnm
Latitud : 13° 08' S
Longitud : 74° 13' W.

2.2 ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

En la parcela destinada para el presente experimento se instaló el cultivo de trigo en la campaña agrícola 2011-2012, esto con fines de investigación, para lo cual se implementó un abonamiento con niveles crecientes de abono orgánico (Guano de Islas) y sintético (Urea, Fosfato Diamónico y Sulfato de Potasio), se aplicó según los tratamientos

designados a cada unidad experimental. El experimento se realizó con el DISEÑO 03 DE JULIO (D3J).

2.3 ANÁLISIS QUÍMICO - FÍSICO DEL SUELO

El análisis del suelo que mostró Berrocal (2013) en su trabajo de Tesis, lo realizó para la campaña agrícola de 2011 – 2012, en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

Cuadro 2.1: Análisis químico- físico de suelo del área agrícola experimental, ubicada en Pampa del Arco a 2772 msnm.

| | Componentes | Cantidad | Método | Interpretación |
|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| Químico | Materia orgánica | 1.54 % | Walkley y Black | Pobre |
| | Nitrógeno total | 0.07 % | Kjeldahl | Pobre |
| | P disponible | 8.4 ppm | Bray - Kurtz I | Bajo |
| | K disponible | 49.6 ppm | Turbidimetría | Bajo |
| | pH | 7.25 | Potenciómetro | Ligeramente alcalino |
| Físico | Clase textural | ---- o ---- | Hidrómetro | Franco arenoso |

Fuente: Tesis Berrocal (2013).

Según Ibáñez y Aguirre (1983), se trata de un suelo pobre en materia orgánica y nitrógeno total, bajo en fósforo y potasio disponible y ligeramente alcalino y pertenece a un grupo textural franco arenoso.

2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GUANO DE ISLAS

Cuadro 2.2: Composición química del Guano de Isla:

| Nitrógeno | Fósforo | Potasio |
|------------------|----------------|----------------|
| 8 % | 3 % | 3 % |

Fuente: Proabonos Berrocal (2013)

2.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos climatológicos que se presenta para este trabajo de investigación corresponden a la Estación Meteorológica ubicado a 2772 msnm en la Ciudad Universitaria (Pampa del Arco), Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, dicha Estación es propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, dicha Estación Meteorológica se encuentra a sólo 20 metros, por lo tanto, es representativa para el campo experimental.

Cabe mencionar que los cálculos realizados en la evapotranspiración potencial se efectuó mediante la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN, 1987). Las características de temperatura y precipitación durante el periodo septiembre 2012 a agosto del 2013 se presentan en el cuadro 2.3 y el gráfico 2.1, durante este periodo la precipitación total alcanzó los 682.10 mm; las condiciones de temperatura máxima, media y mínima promedio anual fueron de 24.49 °C, 16.38 °C y 8.27 °C, respectivamente.

El balance hídrico correspondiente, presenta condiciones húmedas los meses de Diciembre del 2012 y Enero, Febrero, Marzo del 2013, es decir, que en los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre del 2012 y Abril,

Mayo, Junio, Julio, Agosto del 2013 hubo un déficit de humedad (cuadro 2.3 y gráfico 2.1).

Como se puede observar en el balance hídrico, las condiciones de humedad favorecieron a nuestro cultivo de arveja, ya que el periodo vegetativo del cultivo en mención fue de Diciembre del 2012 a Abril del 2013.

Cuadro 2.3: Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico promedio mensual que corresponde a la campaña agrícola 2012-2013, Estación Meteorológica Pampa del Arco (UNSCH)-Ayacucho.

Distrito : Ayacucho **Altitud** : 2772 msnm.
Provincia : Huamanga **Latitud** : 13° 08' S
Dpto. : Ayacucho **Longitud** : 74° 13' W

| AÑO | 2012 - 2013 | | | | | | | | | | | | TOTAL | TOTAL |
|-------------------|-------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | MESES | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | | |
| T° Máxima (°C) | 25.10 | 26.90 | 26.70 | 22.80 | 24.00 | 23.80 | 23.60 | 25.10 | 24.50 | 23.50 | 23.00 | 24.90 | | 24.49 |
| T° Mínima (°C) | 7.20 | 9.50 | 10.40 | 11.40 | 9.70 | 11.30 | 10.80 | 7.00 | 6.20 | 5.90 | 4.70 | 5.10 | | 8.27 |
| T° Media (°C) | 16.15 | 18.20 | 18.55 | 17.10 | 16.85 | 17.55 | 17.20 | 16.05 | 15.35 | 14.70 | 13.85 | 15.00 | | 16.38 |
| PP (mm) | 36.10 | 28.60 | 58.70 | 148.10 | 98.00 | 130.40 | 84.40 | 20.20 | 18.80 | 11.30 | 14.70 | 32.80 | 682.10 | |
| Factor | 4.80 | 4.96 | 4.80 | 4.96 | 4.96 | 4.48 | 4.96 | 4.80 | 4.96 | 4.80 | 4.96 | 4.96 | | |
| ETP (mm) | 77.52 | 90.27 | 89.04 | 84.82 | 83.58 | 78.62 | 85.31 | 77.04 | 76.14 | 70.56 | 68.70 | 74.40 | 955.99 | 79.67 |
| ETP Ajust. (mm) | 55.31 | 64.41 | 63.53 | 60.52 | 59.63 | 56.10 | 60.87 | 54.97 | 54.32 | 50.34 | 49.01 | 53.08 | | 56.84 |
| H. del Suelo (mm) | -19.21 | -35.81 | -4.83 | 87.58 | 38.37 | 74.30 | 23.53 | -34.77 | -35.52 | -39.04 | -34.31 | -20.28 | | |
| Déficit (mm) | -19.21 | -35.81 | -4.83 | | | | | -34.77 | -35.52 | -39.04 | -34.31 | -20.28 | | |
| Exceso (mm) | | | | 87.58 | 38.37 | 74.30 | 23.53 | | | | | | | |

185215

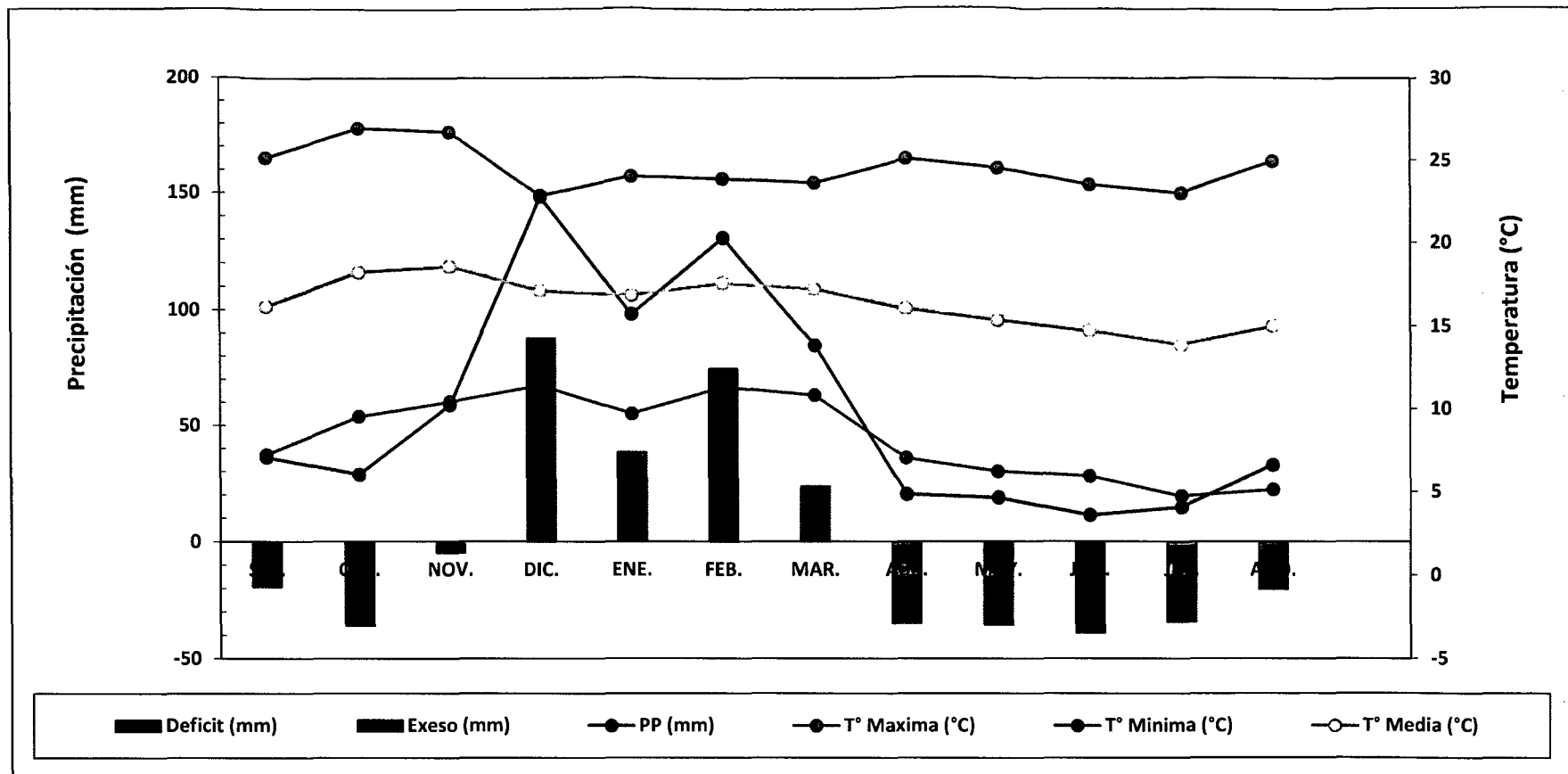


Gráfico 2.1: Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico promedio mensual correspondiente a la campaña agrícola 2012-2013, Estación Meteorológica Pampa del Arco (UNSCH)- Ayacucho.

2.6 MATERIAL GENÉTICO

El material genético usado en este experimento fue la semilla de la arveja variedad INIA 103 Remate.

INIA (2004), manifiesta que el cultivar INIA 103 Remate, procede de la línea “Remate” de origen Argentino, y es producto de un proceso de selección iniciado en 1988 por el ex Programa de Investigación en Leguminosas de Grano (INIAA), dentro de un conjunto de líneas y variedades introducidas de Argentina a través del Programa PROCIANDINO. La selección culminó el año 2002 por el programa de investigación en hortalizas (INIA). Presenta las siguientes características:

Características de la planta:

| | |
|-------------------------|-------------|
| Altura de planta | : 1.57 cm |
| Tamaño de vaina | : 9.13 cm |
| Número de vainas/planta | : 21 vainas |
| Número de granos/vaina | : 7 granos |

Sistema de producción:

| | |
|---------------------|-----------------------------------------|
| Época de siembra | : Setiembre – Diciembre |
| Cantidad de semilla | : 70 kg.ha ⁻¹ |
| Distanciamiento | : 0.80 m entre surcos y chorro continuo |

Siembra:

| | |
|------------------------|---------------|
| Profundidad de siembra | : 5 cm |
| Germinación (inicio) | : 7 a 10 días |

Rendimiento promedio:

| | |
|---------|---------------------------------------|
| Cosecha | : Se inicia a los 120 días (en verde) |
|---------|---------------------------------------|

| | |
|-------------|------------------------------------------|
| Vaina verde | : 6383 kg.ha ⁻¹ , sin tutores |
| | 10000 kg.ha ⁻¹ , con tutores |
| Grano Seco | : 1605 kg.ha ⁻¹ , sin tutores |
| | 2000 kg.ha ⁻¹ , con tutores |

2.7 FUENTES DE FERTILIZANTES

Cabe mencionar que éste trabajo de investigación fue instalada en un área de cultivo donde sólo quedaban residuos de abono orgánico y sintético, que en una campaña anterior se aplicó. Dichos abonos son los siguientes:

Abono orgánico.

- a) Guano de Islas

Abonos sintéticos.

- a) Fuente nitrogenada. Se empleó la Urea, cuya ley es 46% de N.
- b) Fuente de fósforo. Se utilizó Fosfato Diamónico, con 18% de N y de 46% de P₂O₅
- c) Fuente de potasio. Se empleó Sulfato de Potasio con 50% de K₂O.

2.8 FACTORES EN ESTUDIO, TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los factores en estudio, tratamientos y diseño experimental, son tomados del mismo modo que aplicó Berrocal (2013) en su trabajo de investigación titulado "ABONAMIENTO ORGÁNICO Y MINERAL EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO (*Triticum aestivum* L), VARIEDAD SAN ISIDRO", ya que en éste experimento se pretende evaluar el efecto residual del abono

orgánico y sintético en el rendimiento de arveja. Por tanto se tendrán 2 factores, 13 tratamientos y el Diseño 03 de Julio, que se describen a continuación.

2.8.1 Factores en estudio

Los factores considerados en el presente estudio son:

1. Residuos del abonamiento orgánico con guano de islas.
2. Residuos de abonamiento sintético con una formulación de NPK a base de Urea, Fosfato Diamónico y Sulfato de Potasio.

Los residuos tanto orgánico y sintético, son de los Niveles de abonamiento que se aplicaron en el trabajo de investigación anterior, es decir en la campaña agrícola 2011-2012. Se muestra en el cuadro 2.4:

Cuadro 2.4. Niveles de abono orgánico y abono sintético (N-P-K)

| Nivel de factores | Código de niveles | Factores | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | Guano de islas (kg.ha ⁻¹) | Abono sintético (kg.ha ⁻¹) | | |
| | Xi | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | -1 | 500 | 70 | 60 | 25 |
| 3 | 0 | 1000 | 140 | 120 | 50 |
| 4 | 1 | 1500 | 210 | 180 | 75 |
| 5 | 2 | 2000 | 280 | 240 | 100 |

2.8.2 Tratamientos y diseño experimental

Con los niveles de Guano de Islas y abono sintético que se muestra en el cuadro 2.4, se plantearon los tratamientos, y cuya estructura se elaboró de acuerdo al Diseño 03 de Julio (D3J), tal como se indica en el cuadro 2.5.

Cuadro 2.5: Estructura de tratamientos para dos factores, según el D3J

| Trat. | Codificado | | Nivel de abono (kg.ha ⁻¹) | | | | Nivel de abono/parcela (kg/parcela) | | | |
|-------|------------|----|---------------------------------------|---------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|------|-------|-------|
| | X1 | X2 | Guano de islas | Niveles | | | G.I | Urea | FDA | SP |
| | | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | | | |
| T1 | -2 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| T2 | 2 | -2 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 1.8 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| T3 | -2 | 2 | 0 | 280 | 240 | 100 | 0.0 | 0.36 | 0.470 | 0.18 |
| T4 | 2 | 2 | 2000 | 280 | 240 | 100 | 1.8 | 0.36 | 0.470 | 0.18 |
| T5 | -2 | 0 | 0 | 140 | 120 | 50 | 0.0 | 0.18 | 0.235 | 0.09 |
| T6 | -1 | 0 | 500 | 140 | 120 | 50 | 0.5 | 0.18 | 0.235 | 0.09 |
| T7 | 1 | 0 | 1500 | 140 | 120 | 50 | 1.4 | 0.18 | 0.235 | 0.09 |
| T8 | 2 | 0 | 2000 | 140 | 120 | 50 | 1.8 | 0.18 | 0.235 | 0.09 |
| T9 | 0 | -2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0.9 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| T10 | 0 | -1 | 1000 | 70 | 60 | 25 | 0.9 | 0.09 | 0.117 | 0.045 |
| T11 | 0 | 1 | 1000 | 210 | 180 | 75 | 0.9 | 0.27 | 0.352 | 0.135 |
| T12 | 0 | 2 | 1000 | 280 | 240 | 100 | 0.9 | 0.36 | 0.470 | 0.18 |
| T13 | 0 | 0 | 1000 | 140 | 120 | 50 | 0.9 | 0.18 | 0.235 | 0.09 |

El experimento se condujo utilizando el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

2.9 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.9.1 Bloques y calles:

Número de bloque : 3
 Número de parcelas/bloque : 13
 Ancho de bloque : 5 m
 Largo de bloque : 23.4 m
 Área del bloque : 117 m²

Calles:

Las calles se ubicaron al perímetro de cada una de los bloques con:

Ancho : 1.5 m.

2.9.2 Unidad experimental:

| | |
|----------------------------------|------------------------|
| Largo | : 5 m |
| Ancho | : 1.8 m |
| Área | : 9 m ² |
| Distanciamiento entre surcos | : 1.0 m |
| Número de surcos | : 5 |
| Número de parcelas | : 13 por bloque |
| Área total de campo experimental | : 554.4 m ² |

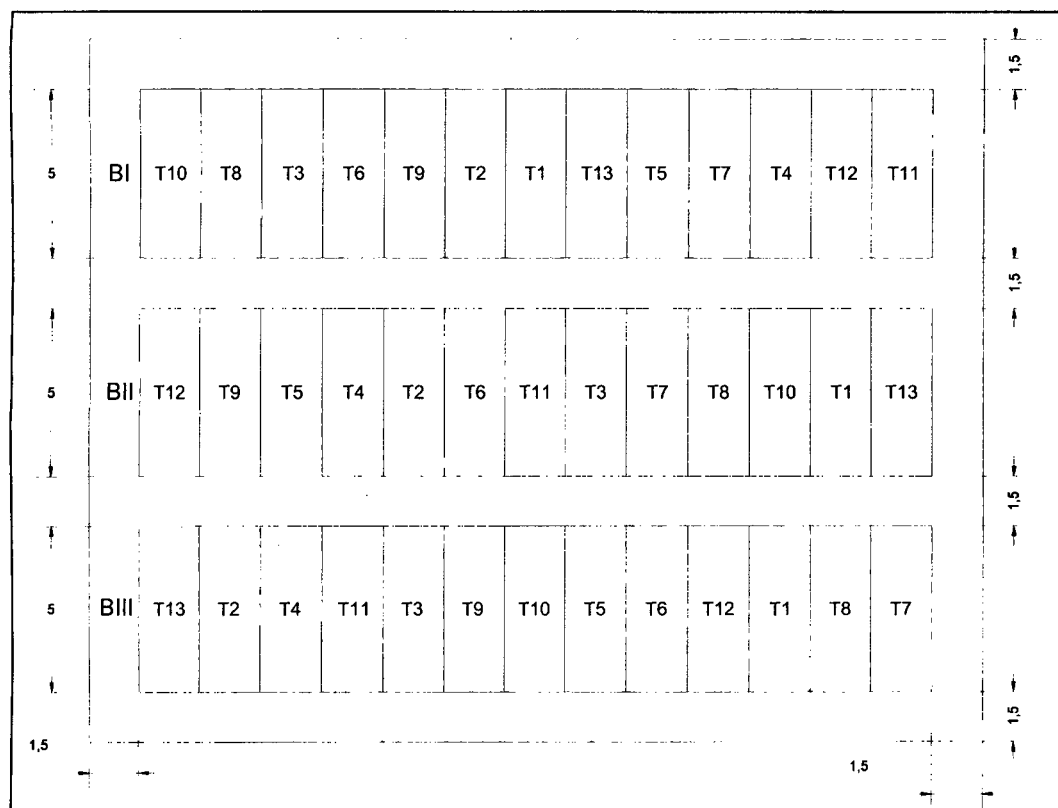


Gráfico 2.2: Croquis del campo experimental

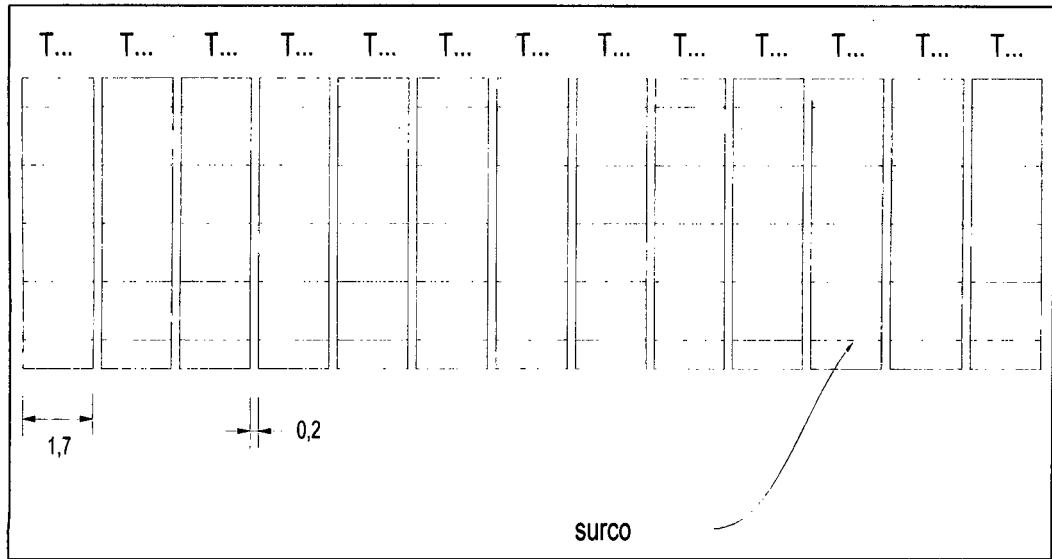


Gráfico 2.3: Croquis de bloque

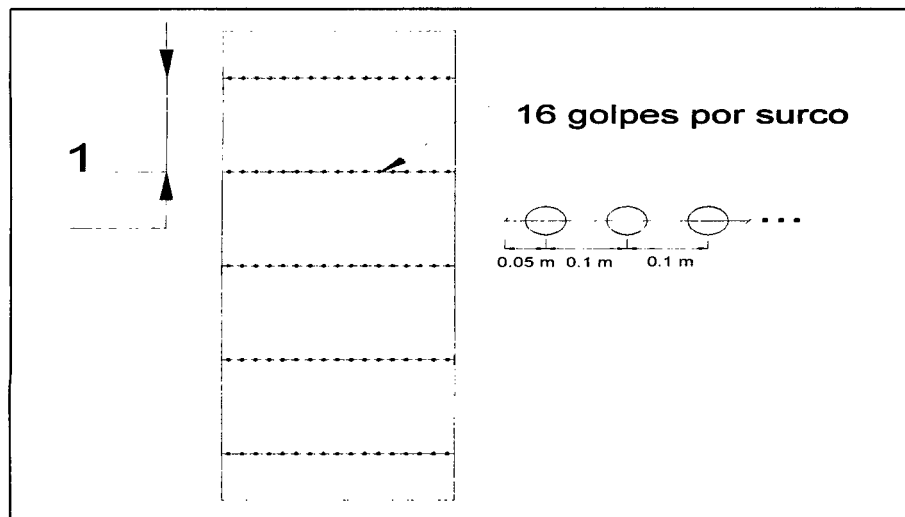


Gráfico 2.4: Croquis de la unidad experimental

2.10 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.10.1 Demarcación y estacado del campo experimental

Se realizó el 16 de diciembre del 2012, con la ayuda de una cinta metrica, cordel, picos y estacas de madera, se procedió con la marcación y delimitación de los bloques; Dichas delimitaciones se realizaron según diseño y dimensiones que se muestran en el croquis del campo

experimental, es decir, se delimitó cada una de las unidades experimentales (tratamientos), teniendo en cuenta la demarcación que se realizó para la campaña agrícola anterior.

2.10.2 Preparación del terreno

Este proceso se realizó el 16 de diciembre del 2012, con las siguientes actividades: primero se procedió al retiro de las piedras de tamaño grande, malezas y residuos de cosecha de la campaña anterior (rastrajo de trigo); luego se hizo la remoción, mullido y nivelación del suelo, esta actividad fue efectuada teniendo mucho cuidado de no mezclar tierra de cada una de las unidades experimentales (tratamientos), para ello se hizo en forma manual. Las herramientas que fueron usados son: picos y rastrillos.

2.10.3 Surcado

El proceso de surcado se efectuó el 21 de diciembre del 2012, dicha labor se ejecutó mediante el uso de picos cordel y cinta métrica, tomando un distanciamiento entre surcos de 1.0 m obteniendo 05 surcos por cada tratamiento. Los surcos se observan en el gráfico 2.4 (croquis de la unidad experimental con su respectivo distanciamiento).

2.10.4 Siembra

Esta labor se realizó el 21 de diciembre del 2012, para lo cual se usaron semillas tratadas de arveja de la variedad INIA 103 Remate. Se tomó en cuenta lo recomendado por INIA con respecto a la densidad de siembra de 70 kg.ha^{-1} para esta variedad. Las semillas se distribuyeron en todas las unidades experimentales utilizando la forma de siembra por golpes y depositando 03 semillas/golpe con un distanciamiento de 0.10 m entre

golpes y con una profundidad de 5 a 8 cm aproximadamente. Cabe mencionar que antes y durante la siembra no se realizó el abonamiento del suelo, ya que se evaluó el efecto residual del abonamiento que se implementó en la campaña anterior.

2.10.5 Instalación de tutores

La instalación de los tutores se inició el 26 de enero del 2013, cuando las plantas de arveja ya habían alcanzado una altura de 20 a 25 cm aproximadamente. La implementación de los tutores se realizó utilizando carrizos y rafia torcida, ya que estos materiales se obtienen fácilmente en esta localidad. Los carrizos fueron cortados con una longitud de 1.90 m, luego se procedió a plantarlos con distanciamientos de 1.80 m y a una profundidad de 0.2 m, quedando así 1.70 m de carrizo al aire. Finalmente se hizo el atado de las rafias a cada uno de los carrizos plantados, luego se tensó en 02 cintas paralelas, para que así sostengan por ambos lados a la planta. El colocado de la rafia se efectuó cada vez que la planta lo requiera, es decir, a medida que la planta va creciendo hasta alcanzar su altura máxima.

2.10.6 Control de malezas

El deshierbo se efectuó en “época crítica de competencia”, el primer deshierbo se realizó el 29 de enero y el segundo el 16 de febrero del 2013, para ésta labor fue necesaria el uso de los azadones.

2.10.7 Control de plagas y enfermedades

La evaluación de la presencia o no de plagas y enfermedades fue en forma continua desde el momento de la siembra hasta concluir con la

cosecha del cultivo. El 29 enero del 2013, se observó la presencia de la chupadera, a través de síntomas en la planta (amarillamiento, destrucción del sistema vascular en el cuello de la planta y finalmente muerte de la planta), y para el control de esta enfermedad se realizó 5 aplicaciones cada 04 días; el producto Vitabax (fungicida) con la dosis recomendada.

En cuanto a la presencia de plagas se observó a la langosta y aves; pero también es importante mencionar que hubo personas ajenas que intentaron sacar la arveja en verde. Para el caso de las langostas se utilizó el producto Cyperklin (insecticida), aplicando al cultivo y al rededor del campo de cultivo en un radio de 10 m aproximadamente, esta labor se realizó cuando se veía la presencia de la langosta en el campo de cultivo en cantidad considerable que pudiera afectar en el rendimiento de la arveja. Mientras que a las aves se trataron de contrarrestar colocando en todo el campo de cultivo cintas de casset, ya que estas emiten sonidos fuertes en presencia del viento. Y para evitar que las personas saquen el producto del cultivo, se colocó un cartel donde se mencionó que el cultivo estaba siendo tratado con productos tóxicos para el ser humano.

2.10.8 Cosecha

Esta labor se realizó en dos formas; uno en vaina verde y otro en seco, para lo cual se usaron las bolsas de polietileno y fue en forma manual.

Para la cosecha en vaina verde se seleccionó un surco medio de cada unidad experimental, marcando 1 m lineal representativo de las cuales se cosecharon cuando las vainas llenaban, esta labor se llevó acabo en 03 etapas, la primera cosecha fue el 25 febrero, el segundo el 03 de marzo y el tercero el 15 de marzo del 2013.

En cuanto a la cosecha en seco se realizó el 25 de marzo del 2013, teniendo en cuenta un aproximado de 15 - 18 % de humedad de los granos, para ello también se seleccionó dos surcos medios y 1 m lineal en cada uno de los surcos, luego se procedió al secado por 10 días para luego sacar los granos secos o semillas. Cada unidad experimental pertenecía a un tratamiento específico que fue cosechada a un costal diferente previa identificación.

Durante la cosecha en cada unidad experimental se descartó los surcos externos y los bordes de cada surco selecto, con la finalidad de disminuir los errores experimentales por efecto de los bordes Vásquez (1990).

2.11 VARIABLES EVALUADAS

2.11.1 Rendimiento en vaina más grano verde ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Se evaluó pesando en una balanza comercial el total de vainas más granos verdes cosechadas de cada unidad experimental (un surco medio de 1 m lineal), el cual se realizó acumulando primera, segunda y tercera cosecha, cuando las vainas ya estaban aptas para el mercado. Luego se procedió con el cálculo respectivo para obtener el peso acumulado primera, segunda y tercera cosecha, finalmente llevar el rendimiento de la arveja a $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

2.11.2 Rendimiento en grano seco ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

La evaluación se realizó pesando los granos secos que se cosecharon de cada unidad experimental (dos surcos de 1 m lineal c/u), para así obtener un promedio en cada unidad experimental, los resultados obtenidos se

expresaron en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. El pesado de los granos secos se efectuó mediante una balanza.

2.11.3 Peso de mil semillas (g)

Luego de la trilla o desenvainado del grano seco de las muestra obtenidas de cada unidad experimental, se separó 03 grupos de 200 semillas y se pesó en una balanza de precisión, obteniéndose un promedio en cada unidad experimental. Los datos obtenidos fueron llevados a su equivalencia en 1000 semillas.

2.11.4 Número de vainas por planta

Para evaluar este parámetro, se separó al azar 20 plantas representativas en cada cosecha en verde, se contaron presencia de vainas por planta, donde se determinó el promedio de vainas por planta en cada unidad experimental.

2.11.5 Altura de planta (cm)

Para evaluar este parámetro, se tomaron al azar 20 plantas de cada tratamiento, para luego medir cada una de las plantas selectas con una wincha. Esta acción se realizó cuando el cultivo estaba en estado de plena floración, obteniéndose un promedio por cada unidad experimental.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DEL RENDIMIENTO EN VAINA MÁS GRANO VERDE (kg.ha⁻¹)

El cuadro A-1 del anexo muestra el resultado del rendimiento en vaina más grano verde de cada uno de los tratamientos, teniendo mayor rendimiento con el tratamiento T06 (residuos del nivel de abonamiento de 500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK sintético), con 10950 kg.ha⁻¹, mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento testigo T01 (sin Guano de Islas y 00-00-00 de NPK sintético), con 5655 kg.ha⁻¹.

Los resultados del análisis de variancia se presentan en el cuadro 3.1:

Cuadro 3.1: Análisis de variancia para rendimiento de vaina más grano verde de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹)

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-------------|----|-------------|-----------|------|-----------|
| Tratamiento | 12 | 77643975.64 | 6470331.3 | 5.77 | 0.0001 ** |
| Error | 24 | 26906397.4 | 1121099.9 | | |
| Total | 38 | | | | |

C.V = 13.2 %

El cuadro 3.1 del ANVA, muestra diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos, es decir, que por lo menos hay un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros con alta significación estadística, lo que nos indica que los tratamientos influenciaron en el rendimiento en vaina más grano verde de arveja variedad INIA 103 Remate.

Se realizó la prueba de Duncan y los resultados se presentan en el cuadro 3.2:

Cuadro 3.2: Prueba de Duncan (0.05) para rendimiento de vaina más grano verde de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹)

| Trat. | Nivel cod. | | X1 | X2 | | | Rendimiento en verde (kg.ha ⁻¹) | Grupo Duncan (0.05) |
|-------|------------|----|------|-----|-------------------------------|------------------|---------------------------------------------|---------------------|
| | X1 | X2 | GI | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
| T 06 | -1 | 0 | 500 | 140 | 120 | 50 | 10950.00 | a |
| T 08 | 2 | 0 | 2000 | 140 | 120 | 50 | 9480.00 | a b |
| T 11 | 0 | 1 | 1000 | 210 | 180 | 75 | 8905.00 | b c |
| T 12 | 0 | 2 | 1000 | 280 | 240 | 100 | 8783.30 | b c |
| T 04 | 2 | 2 | 2000 | 280 | 240 | 100 | 8780.00 | b c |
| T 13 | 0 | 0 | 1000 | 140 | 120 | 50 | 8600.00 | b c |
| T 10 | 0 | -1 | 1000 | 70 | 60 | 25 | 8075.00 | b c |
| T 03 | -2 | 2 | 0 | 280 | 240 | 100 | 7458.30 | b c d |
| T 02 | 2 | -2 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 7356.70 | c d |
| T 07 | 1 | 0 | 1500 | 140 | 120 | 50 | 7355.00 | c d |
| T 05 | -2 | 0 | 0 | 140 | 120 | 50 | 6980.00 | c d |
| T 09 | 0 | -2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 5781.70 | d |
| T 01 | -2 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5655.00 | d |

El cuadro 3.2 muestra que el rendimiento más alto de arveja en vaina más grano verde corresponde al tratamiento T06 (residuo del nivel de

abonamiento de 500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), con un rendimiento de 10950 kg.ha⁻¹, sin diferencia estadística con el tratamiento T08 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético) con un rendimiento de 9480 kg.ha⁻¹; pero que si presenta diferencia estadística con los demás tratamientos. El más bajo en rendimiento corresponde a los tratamientos T05 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), con un rendimiento de 6980 kg.ha⁻¹ y T09 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 00-00-00 de NPK, sintético), con un rendimiento de 5781.70 kg.ha⁻¹. El tratamiento testigo T01 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 00-00-00 de NPK, sintético), con un rendimiento de 5655 kg.ha⁻¹, es el tratamiento con un rendimiento mínimo y no presenta diferencia estadística con los tratamientos T03 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 280-240-100 de NPK, sintético), T02 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 00-00-00 de NPK, sintético), T07 (residuo del nivel de abonamiento de 1500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), T05 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), T09 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 00-00-00 de NPK, sintético).

Al comparar los tratamientos T01 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y sin NPK); T05 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y nivel medio de NPK sintético) y T03 (residuos de abonamiento sin Guano de

Islas y nivel máximo de NPK sintético), con rendimientos de 5655, 6980 y 7458 kg.ha⁻¹, respectivamente, en la cual podemos observar que los residuos del abonamiento con niveles crecientes de NPK sintético, influyen positivamente en el rendimiento de arveja, en vaina más grano verde.

Los tratamientos T01 (sin NPK sintético y sin Guano de Islas), T09 (sin NPK sintético y nivel medio de Guano de Islas) y T02 (sin NPK sintético y nivel máximo de Guano de Islas), tienen rendimiento de 5655, 5781 y 7356 kg.ha⁻¹ y si contrastamos entre estas, podemos notar que los residuos del abonamiento con niveles crecientes de Guano de Islas, influyen positivamente en el rendimiento de arveja en vaina más grano verde.

INIA (2008), menciona que con abonamiento de 40-80-60 de NPK, la arveja variedad INIA 103 Remate, alcanza un rendimiento en vaina más grano verde de 6383 kg.ha⁻¹, con manejo sin tutores y 10000 kg.ha⁻¹, con tutores; en condiciones del Valle del Mantaro (Estación Experimental Agraria Santa Ana-Huancayo). El rendimiento con los tratamientos estudiados varía de 5655 kg.ha⁻¹ hasta 10950 kg.ha⁻¹ y como se puede observar el rendimiento máximo alcanzado en éste experimento es mayor al rendimiento máximo obtenido por INIA; pero es necesario mencionar que los resultados obtenidos en todos los tratamientos de nuestro trabajo fueron con el uso solamente de los residuos de los niveles de abonamiento orgánico y NPK sintético, aplicados en la campaña anterior.

Sánchez (2004), muestra un rendimiento de 12 t.ha⁻¹ con una fórmula de abonamiento 125-60-40 de NPK; comparando con lo obtenido en el

presente trabajo ($10950 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), es ligeramente superior lo obtenido por Sánchez, este resultado nos indica que los residuos de los niveles de abonamiento orgánico y NPK sintético influyen muy bien en el rendimiento. Castañeda (2004), reportó un rendimiento de $11.38 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ en verde con fertilización de 120-100 de NP, en comparación a nuestro trabajo con solo residuos de abonamiento orgánico y NPK sintético, se obtuvo similar rendimiento ($10950 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Cabrera (2004), reporta un rendimiento máximo de $12.07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ con fertilización biológica (Rhizobium) la cual es ligeramente superior al resultado en rendimiento de nuestro trabajo ($10950 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), con la diferencia que no se realizó la inoculación con Rhizobium ni se realizó la fertilización.

Los resultados de análisis de regresión se muestran en el cuadro 3.3:

Cuadro 3.3: Análisis de regresión para rendimiento de vaina más grano verde de Arveja, variedad INIA 103 Remate ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|----------|----|--------------|-------------|-------|-----------|
| X_1 | 1 | 6407000.32 | 6407000.32 | 3.48 | 0.0712 NS |
| X_2 | 1 | 20369482.05 | 20369482.05 | 11.05 | 0.0022 ** |
| X_1^2 | 1 | 3357432.07 | 3357432.07 | 1.82 | 0.1863 NS |
| X_2^2 | 1 | 14127132.56 | 14127132.56 | 7.67 | 0.0092 ** |
| X_1X_2 | 1 | 108300.00 | 108300.00 | 0.06 | 0.8100 NS |
| Error | 33 | 60814395.30 | 1842860.50 | | |
| Total | 38 | 105183742.30 | | | |

C.V = 16.9 %

En el cuadro 3.3 se observa la influencia de los residuos del abonamiento con guano de islas (X1) y NPK (X2) sintético, en rendimiento de Arveja variedad INIA 103 Remate, con alta significación estadística en el componente lineal y cuadrática del segundo factor; mientras el componente lineal, cuadrática del primer factor y la interacción de ambos factores no presentan significación estadística.

Los coeficientes de regresión polinomial se presentan en el cuadro 3.4:

Cuadro 3.4: Coeficientes de regresión polinomial para rendimiento de vaina más grano verde de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹)

| Parametro | Valor estimado | Error estandar del valor estimado | T para Ho: Parametro = 0 | Pr > T |
|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| Intercepto | 8814.204244 | 363.2933376 | 24.26 | <.0001 ** |
| X ₁ | 286.602564 | 153.7088683 | 1.86 | 0.0712 NS |
| X ₂ | 511.025641 | 153.7088683 | 3.32 | 0.0022 ** |
| X ₁ ² | -69.518256 | 119.7046606 | -0.58 | 0.5654 NS |
| X ₂ ² | -331.430020 | 119.7046606 | -2.77 | 0.0092 ** |
| X ₁ X ₂ | -23.750000 | 97.9705649 | -0.24 | 0.81 NS |

Considerando el modelo polinomial se tiene la ecuación y el gráfico de superficie de respuesta:

$$Y = 8814.204 + 286.603X_1 + 511.026X_2 - 69.518X_1^2 - 331.430X_2^2 - 23.750X_1X_2 + e.$$

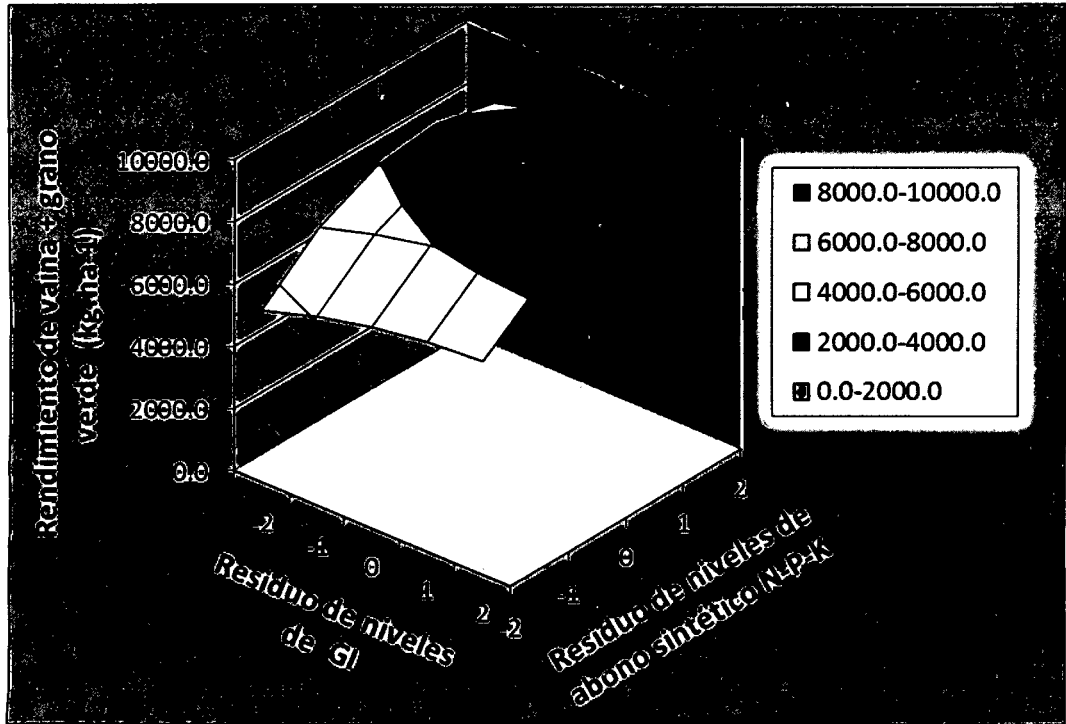


Gráfico 3.1: Superficie de respuesta para rendimiento de vaina más grano verde de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

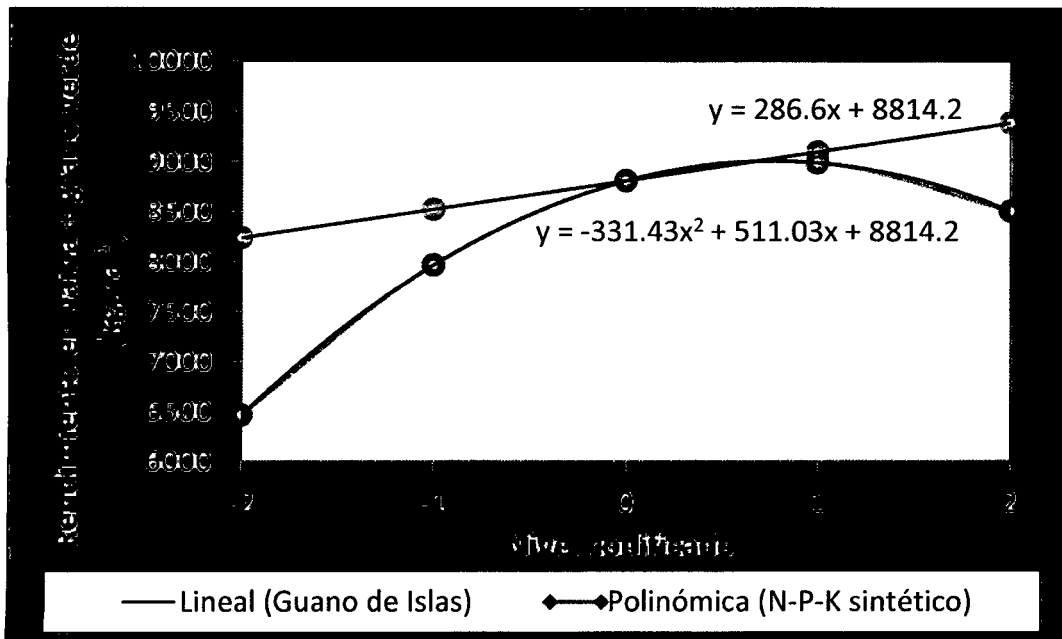


Gráfico 3.2: Efecto residual de Guano de Islas y NPK sintético en rendimiento en vaina más grano verde de Arveja, variedad INIA 103 Remate

El gráfico 3.2, muestra que al aplicar niveles crecientes de Guano de Islas (X_1), el rendimiento en se incrementa en forma lineal, cuando los niveles de fertilizantes sintético (X_2) están en nivel medio; también se observa que al aplicar niveles crecientes de fertilizante sintético (X_2) el rendimiento incrementa hasta el nivel alto, luego disminuye, cuando los niveles de Guano de Islas (X_1) están en nivel medio. El factor que más influye es el fertilizante sintético (X_2).

3.2 DEL RENDIMIENTO EN GRANO SECO ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

El cuadro A-2 del anexo muestra el resultado del rendimiento en grano seco de los tratamientos, siendo el más alto con el tratamiento T11 (residuos del abonamiento con $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Guano de Isla y 210-180-75 de NPK sintético), con $2732.80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, mientras el más bajo fue con el tratamiento T01 (sin Guano de Islas y sin NPK sintético), con $1652.80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Los resultados del análisis de variancia se uestran en el cuadro 3.5:

Cuadro 3.5: Análisis de variancia para rendimiento de grano seco de Arveja, variedad INIA 103 Remate ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-------------|----|-------------|------------|------|----------|
| Tratamiento | 12 | 3396772.819 | 283064.402 | 4.38 | 0.001 ** |
| Error | 24 | 1552034.029 | 64668.085 | | |
| Total | 38 | | | | |

C.V = 11.1 %

El cuadro 3.5 del análisis de variancia (ANVA), muestra diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos, esto demuestra la influencia de los tratamientos en el rendimiento en seco de arveja.

Se realizó la prueba de Duncan y los resultados se muestran en el cuadro 3.6:

Cuadro 3.6: Prueba de Duncan (0.05) para rendimiento en grano seco de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹).

| Trat. | Nivel cod. | | X1 | X2 | | | Rendimiento en grano seco (kg.ha ⁻¹) | Grupo Duncan (0.05) |
|-------|------------|----|------|-----|-------------------------------|------------------|--------------------------------------------------|---------------------|
| | X1 | X2 | GI | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
| T 11 | 0 | 1 | 1000 | 210 | 180 | 75 | 2732.80 | a |
| T 08 | 2 | 0 | 2000 | 140 | 120 | 50 | 2688.40 | a |
| T 07 | 1 | 0 | 1500 | 140 | 120 | 50 | 2539.50 | a b |
| T 13 | 0 | 0 | 1000 | 140 | 120 | 50 | 2497.80 | a b |
| T 10 | 0 | -1 | 1000 | 70 | 60 | 25 | 2363.90 | a b |
| T 06 | -1 | 0 | 500 | 140 | 120 | 50 | 2300.30 | a b |
| T 02 | 2 | -2 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 2297.50 | a b |
| T 04 | 2 | 2 | 2000 | 280 | 240 | 100 | 2292.60 | a b |
| T 12 | 0 | 2 | 1000 | 280 | 240 | 100 | 2257.00 | a b c |
| T 05 | -2 | 0 | 0 | 140 | 120 | 50 | 2255.10 | a b c |
| T 03 | -2 | 2 | 0 | 280 | 240 | 100 | 2132.50 | b c |
| T 09 | 0 | -2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 1806.80 | c d |
| T 01 | -2 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1652.80 | d |

El cuadro 3.6 muestra que el rendimiento más alto de la Arveja en grano seco corresponde al tratamiento T11 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 210-180-75 de NPK, sintético), con un rendimiento de 2732.80 kg.ha⁻¹, sin diferencia estadística con los tratamientos T08 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético) con un rendimiento de

2688.40 kg.ha⁻¹; T07 (residuo del nivel de abonamiento de 1500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético) con un rendimiento de 2539.50 kg.ha⁻¹; T13 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético) con un rendimiento de 2497.80 kg.ha⁻¹; T10 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 70-60-25 de NPK, sintético) con un rendimiento de 2363.90 kg.ha⁻¹; T06 (residuo del nivel de abonamiento de 500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético) con un rendimiento de 2300.30 kg.ha⁻¹; T02 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 00-00-00 de NPK, sintético) con un rendimiento de 2297.50 kg.ha⁻¹; T04 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 280-240-100 de NPK, sintético) con un rendimiento de 2292.60 kg.ha⁻¹; T12 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 280-240-100 de NPK, sintético) con un rendimiento de 2257.00 kg.ha⁻¹ y T05 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético) con un rendimiento de 2255.10 kg.ha⁻¹. Los de menor rendimiento corresponden a los tratamientos T09 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 00-00-00 de NPK, sintético) con un rendimiento de 1806.80 kg.ha⁻¹ y testigo T01 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 00-00-00 de NPK, sintético) con un rendimiento de 1652.80 kg.ha⁻¹, estos dos tratamientos no presentan diferencia estadística.

Al comparar los tratamientos T01 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y sin NPK); T05 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y nivel

medio de NPK sintético) y T03 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y nivel máximo de NPK sintético), con rendimientos de 1652.80, 2255.10 y 2132.10 kg.ha⁻¹, respectivamente, se observa que el mejor rendimiento se obtuvo con el T05, es decir, los residuos del abonamiento con niveles crecientes de NPK sintético, influyen positivamente sólo hasta alcanzar su nivel medio y negativamente con su nivel máximo de NPK sintético.

Los tratamientos T01 (sin NPK sintético y sin Guano de Islas), T09 (sin NPK sintético y nivel medio de Guano de Islas) y T02 (sin NPK sintético y nivel máximo de Guano de Islas), tienen un rendimiento de 1652.80, 1806.80 y 2297.50 kg.ha⁻¹ y si contrastamos el rendimiento entre estas, podemos notar que los residuos del abonamiento con niveles crecientes de Guano de Islas, influyen positivamente en el rendimiento de arveja en grano seco.

INIA (2008) menciona, que con abonamiento de 40-80-60 de NPK, la arveja variedad INIA 103 Remate, alcanza un rendimiento en grano seco de 1605 kg.ha⁻¹ con manejo sin tutores y 2000 kg.ha⁻¹ con tutores; en condiciones del valle del Mantaro (Estación Experimental Agraria Santa Ana-Huancayo). El rendimiento con los tratamientos estudiados varía de 1652.80 kg.ha⁻¹ hasta 2732.80 kg.ha⁻¹ y como se puede observar el rendimiento máximo alcanzado es mayor al rendimiento máximo obtenido por INIA; pero es necesario mencionar que los resultados obtenidos en todos los tratamientos de éste trabajo fue con sólo uso de residuos del abonamiento orgánico y NPK sintético.

Palomino (2003), indica que al aplicar NPK más manejo fisionutricional, las siguientes variedades de arveja alcanzan un rendimiento en grano seco de: Rondo 2612 kg.ha⁻¹, Utrillo 2426 kg.ha⁻¹, Local 2986 kg.ha⁻¹ y Tarma 3021 kg.ha⁻¹. En el presente trabajo se obtuvo un rendimiento máximo de 2732.80 kg.ha⁻¹, por lo que se puede decir que los rendimientos obtenidos por Palomino son muy similares al rendimiento obtenido en el presente trabajo, con la diferencia de que la variedad utilizada fue INIA 103 Remate. Los resultados del análisis de regresión se presentan en el cuadro 3.7:

Cuadro 3.7: Análisis de regresión para rendimiento de grano seco de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹)

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-------------------------------|----|------------|------------|-------|-----------|
| X ₁ | 1 | 850755.708 | 850755.708 | 11.36 | 0.0019 ** |
| X ₂ | 1 | 568055.47 | 568055.47 | 7.58 | 0.0095 ** |
| X ₁ ² | 1 | 150420.63 | 150420.63 | 2.01 | 0.1658 NS |
| X ₂ ² | 1 | 1345087.06 | 1345087.06 | 17.96 | 0.0002 ** |
| X ₁ X ₂ | 1 | 176113.33 | 176113.33 | 2.35 | 0.1347 NS |
| Error | 33 | 2471514.04 | 74894.37 | | |
| Total | 38 | 5561946.24 | | | |

C.V = 11.9 %

El cuadro 3.7, muestra la influencia de los residuos del abonamiento con Guano de Islas (X₁) y NPK (X₂) sintético, en rendimiento en vaina más grano seco del cultivo de Arveja variedad INIA 103 Remate, muestra alta significación estadística para el componente lineal de ambos factores y el componente cuadrática del segundo factor; mientras que el componente cuadrática del primer factor no presentan significación estadística así como la interacción de ambos factores.

Los coeficientes de regresión polinomial se presentan en el cuadro 3.8:

Cuadro 3.8: Coeficientes de regresión polinomial para rendimiento de grano seco de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹)

| Parametro | Valor estimado | Error estandar del valor estimado | T para Ho: Parametro = 0 | Pr > T |
|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| Intercepto | 2510.841874 | 73.23788229 | 34.28 | <.0001 ** |
| X ₁ | 104.437179 | 30.98683857 | 3.37 | 0.0019 ** |
| X ₂ | 85.339103 | 30.98683857 | 2.75 | 0.0095 ** |
| X ₁ ² | -6.336592 | 24.1317826 | -0.26 | 0.7945 NS |
| X ₂ ² | -102.268063 | 24.1317826 | -4.24 | 0.0002 ** |
| X ₁ X ₂ | -30.286250 | 19.75031182 | -1.53 | 0.1347 NS |

Según el modelo polinomial, se tiene la ecuación y superficie de respuesta:

$$Y = 2510.842 + 104.437X_1 + 85.339X_2 - 6.337X_1^2 - 102.268X_2^2 - 30.286X_1X_2 + e.$$

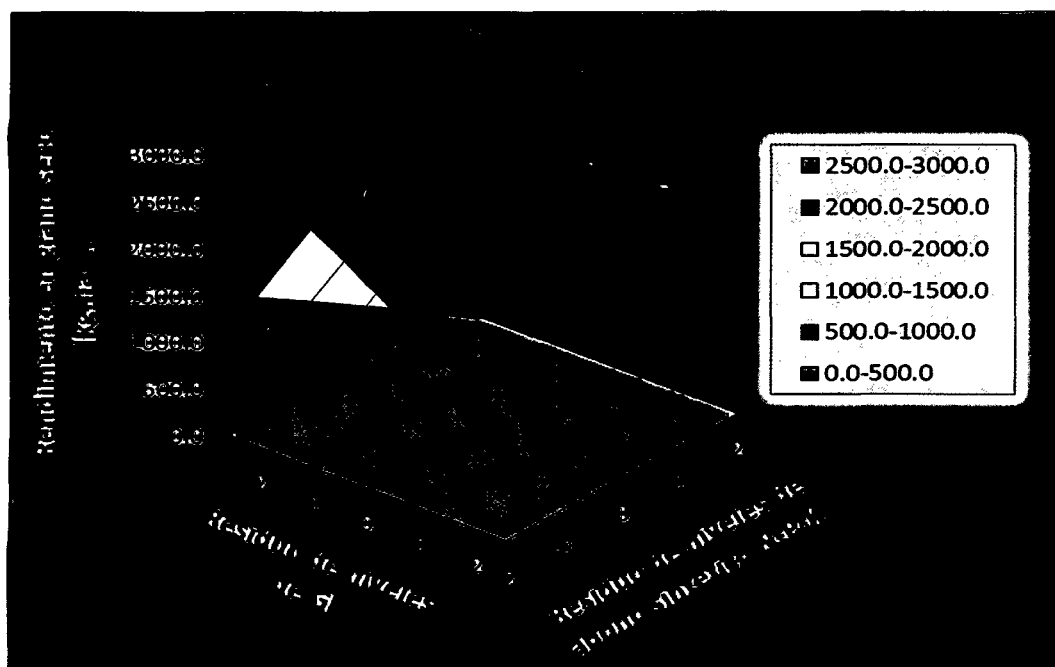


Gráfico 3.3: Superficie de respuesta para rendimiento en grano seco de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

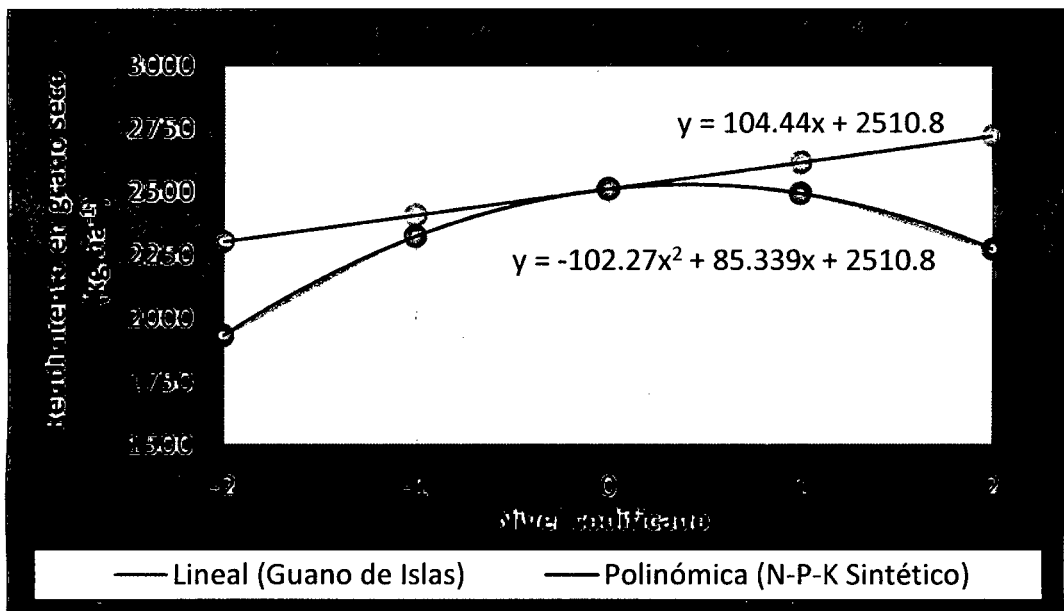


Gráfico 3.4: Efecto residual de Guano de Islas y NPK sintético en rendimiento en grano seco de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

El gráfico 3.4, muestra que al aplicar niveles crecientes de Guano de Islas (X_1), el rendimiento se incrementa en forma lineal, cuando los niveles de fertilizantes sintético (X_2) se encuentra en su nivel medio; también se observa que al aplicar niveles crecientes de fertilizante sintético (X_2) el rendimiento incrementa hasta el nivel alto, para luego disminuir, cuando los niveles de Guano de Islas (X_1) se encuentran en su nivel medio. El factor que más influye en el rendimiento en grano seco de arveja es el factor fertilizante sintético (X_2).

3.3 DEL PESO DE MIL SEMILLAS (g)

El cuadro A-3 del anexo muestra el resultado del peso de mil semillas, obteniendo mayor peso de mil semillas con el tratamiento T05 (residuos del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 140-120-50 de NPK,

sintético) con 373.15 g y el de menor peso de mil semillas con el tratamiento testigo T01 (sin Guano de Islas y sin NPK sintético), con 345.89 g.

Los resultados del análisis de variancia se presentan en el cuadro 3.9:

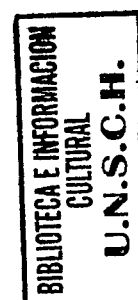
Cuadro 3.9: Análisis de variancia para peso de mil semillas de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹)

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-------------|----|-------------|------------|------|-----------|
| Tratamiento | 12 | 3287.578297 | 273.964858 | 4.06 | 0.0017 ** |
| Error | 24 | 1620.630318 | 67.526263 | | |
| Total | 38 | | | | |

C.V = 2.3 %

El cuadro 3.9 del ANVA, muestra diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos, lo que nos indica que los tratamientos tuvieron influencia en el peso de mil semillas del cultivo de arveja variedad INIA 103 Remate.

Se realizó la prueba de Duncan y los resultados se muestran en el cuadro 3.10:



Cuadro 3.10: Prueba de Duncan (0.05) para peso de mil semillas de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹).

| Trat. | Nivel cod. | | X1 | X2 | | | Peso de 1000 semillas (g) | Grupo Duncan (0.05) |
|-------|------------|----|------|-----|-------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------|
| | X1 | X2 | GI | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
| T 05 | -2 | 0 | 0 | 140 | 120 | 50 | 373.15 | a |
| T 03 | -2 | 2 | 0 | 280 | 240 | 100 | 372.23 | a |
| T 08 | 2 | 0 | 2000 | 140 | 120 | 50 | 371.37 | a b |
| T 12 | 0 | 2 | 1000 | 280 | 240 | 100 | 369.06 | a b c |
| T 04 | 2 | 2 | 2000 | 280 | 240 | 100 | 364.28 | a b c d |
| T 09 | 0 | -2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 363.32 | a b c d |
| T 13 | 0 | 0 | 1000 | 140 | 120 | 50 | 359.76 | a b c d e |
| T 06 | -1 | 0 | 500 | 140 | 120 | 50 | 356.36 | b c d e |
| T 07 | 1 | 0 | 1500 | 140 | 120 | 50 | 355.43 | c d e |
| T 10 | 0 | -1 | 1000 | 70 | 60 | 25 | 354.30 | c d e |
| T 11 | 0 | 1 | 1000 | 210 | 180 | 75 | 350.71 | d e |
| T 02 | 2 | -2 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 346.56 | e |
| T 01 | -2 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 345.89 | e |

En cuadro 3.10 el peso de mil semillas más alto de Arveja (variedad INIA 103 Remate) fue el T05 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), con peso de 373.15 g, sin diferencia estadística con los tratamientos T03 (residuo de nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 280-240-100 de NPK, sintético), T08 (residuo de nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), T12 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 280-240-100 de NPK, sintético), T04 (residuo de nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 280-200-00 de NPK, sintético), T09 (residuo de nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y sin NPK, sintético), T13 (residuo del nivel de

abonamiento de $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), con pesos de 372.23, 371.37, 369.06, 364,28, 363.32, y 359.76 g respectivamente; y presenta diferencia estadística con los demás tratamientos. El más bajo peso de mil semillas corresponde al T01 (residuo de nivel de abonamiento sin Guano de Islas y sin NPK, sintético) con peso de 345.89 g y no tiene diferencia estadística con: T13 (residuos de nivel de abonamiento de $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), T06 (residuos de nivel de abonamiento de $500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), T07 (residuos de nivel de abonamiento de $1500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), T10 (residuos de nivel de abonamiento de $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Guano de Islas y 70-60-25 de NPK, sintético), T11 (residuos de nivel de abonamiento de $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Guano de Islas y 210-180-75 de NPK, sintético), T2 (residuos de nivel de abonamiento de $2000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Guano de Islas y sin NPK sintético) con pesos de 359.76, 356.36, 355.43, 354.30, 350.71, y 346. 56 g respectivamente.

De los tratamientos T01 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y sin NPK sintético); T05 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y nivel medio de NPK sintético) y T03 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y nivel máximo de NPK sintético), con rendimientos de 345.89, 373.15 y 372.23 g, respectivamente, se observa el mejor peso de mil semillas fue en el T05, es decir, los residuos de NPK sintético, influyen positivamente hasta alcanzar su nivel medio y luego se reduce con residuos del nivel máximo de NPK sintético.

Los tratamientos T01 (sin NPK sintético y sin Guano de Islas), T09 (sin NPK sintético y nivel medio de Guano de Islas) y T02 (sin NPK sintético y nivel máximo de Guano de Islas), tienen un rendimiento de 345.89 g, 363.32 g y 346.56 g y si contrastamos el de peso de mil semillas entre estas, podemos notar que los residuos del abonamiento con niveles crecientes de Guano de Islas, influyen positivamente hasta alcanzar su nivel medio y negativamente con residuos de abonamiento con nivel máximo de NPK sintético.

Palomino (2003), con fertilización de NPK más manejo fisionutricional, obtuvo 271.2, 275.9, 289.7 y 307.5 g en peso de 1000 semillas para las variedades de Tarma, Rondo, Local y Utrillo, respectivamente; mientras que el peso de 1000 semillas obtenido en el presente trabajo es de 373.15 g, usando la variedad INIA 103 Remate, el cual es superior a lo obtenido por Palomino. Esta diferencia podría atribuirse a la influencia de condiciones genéticas, así como al manejo del cultivo y la zona en donde se realizó cada uno de los trabajos.

Los resultados del análisis de regresión se presentan en el cuadro 3.11:

Cuadro 3.11: Análisis de regresión para peso de mil semillas de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹)

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-------------------------------|----|-------------|-------------|------|-----------|
| X ₁ | 1 | 41.976005 | 41.976005 | 0.38 | 0.5403 NS |
| X ₂ | 1 | 1063.753878 | 1063.753878 | 9.70 | 0.0038 ** |
| X ₁ ² | 1 | 108.776452 | 108.776452 | 0.99 | 0.3264 NS |
| X ₂ ² | 1 | 44.242322 | 44.242322 | 0.40 | 0.5296 NS |
| X ₁ X ₂ | 1 | 55.814533 | 55.814533 | 0.51 | 0.4805 NS |
| Error | 33 | 3617.287840 | 109.614783 | | |
| Total | 38 | 4931.851031 | | | |

C.V = 2.9 %

El cuadro 3.11, muestra la influencia del guano de islas (X₁) y NPK sintético (X₂), en peso de mil semillas de arveja, muestra alta significación estadística solo para el componente lineal del segundo factor; mientras que el componente lineal del primer factor, componente cuadrática del primer y segundo factor no presentan significación estadística, así como la interacción de ambos factores.

Los coeficientes de regresión polinomial se presentan en el cuadro 3.12:

Cuadro 3.12: Coeficientes de regresión polinomial para peso de mil semillas de Arveja, variedad INIA 103 Remate (kg.ha⁻¹)

| Parametro | Valor estimado | Error estandar del valor estimado | T para Ho: Parametro = 0 | Pr > T |
|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| Intercepto | 359.2783024 | 2.80185574 | 128.23 | <.0001 ** |
| X ₁ | -0.7335897 | 1.18546098 | -0.62 | 0.5403 NS |
| X ₂ | 3.6929487 | 1.18546098 | 3.12 | 0.0038 ** |
| X ₁ ² | 1.0408316 | 0.92320766 | 1.13 | 0.2677 NS |
| X ₂ ² | -0.5865213 | 0.92320766 | -0.64 | 0.5296 NS |
| X ₁ X ₂ | -0.5391667 | 0.75558608 | -0.71 | 0.4805 NS |

Considerando el modelo polinomial se tiene la ecuación y el gráfico de superficie de respuesta:

$$Y = 359.278 - 0.734X_1 + 3.693X_2 + 1.041X_1^2 - 0.587X_2^2 - 0.539X_1X_2 + e.$$

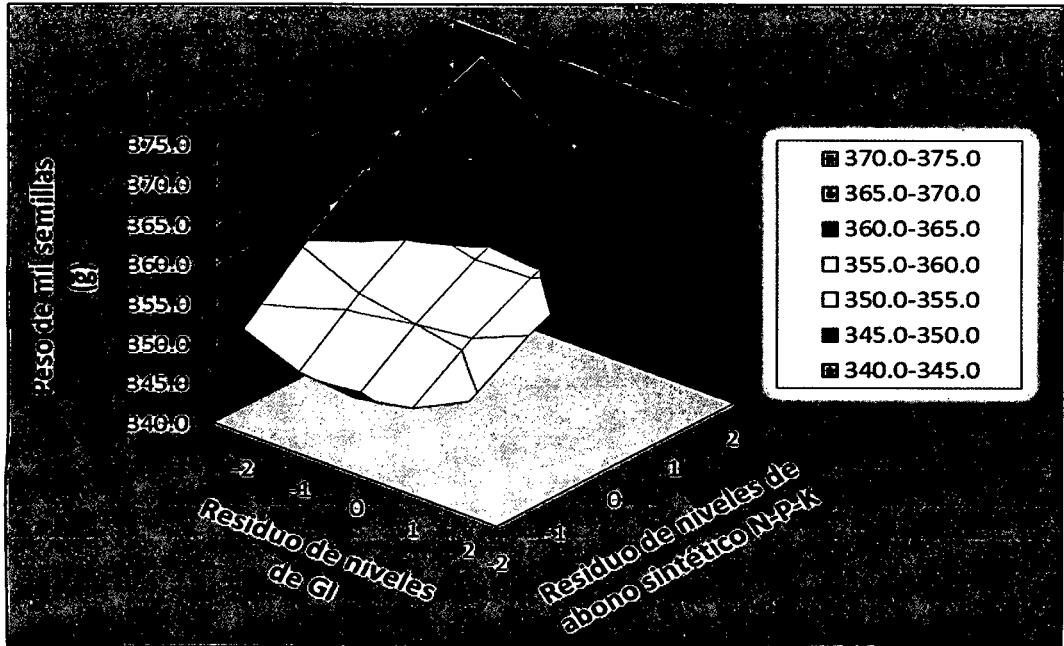


Gráfico 3.5: Superficie de respuesta para peso de mil semillas de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

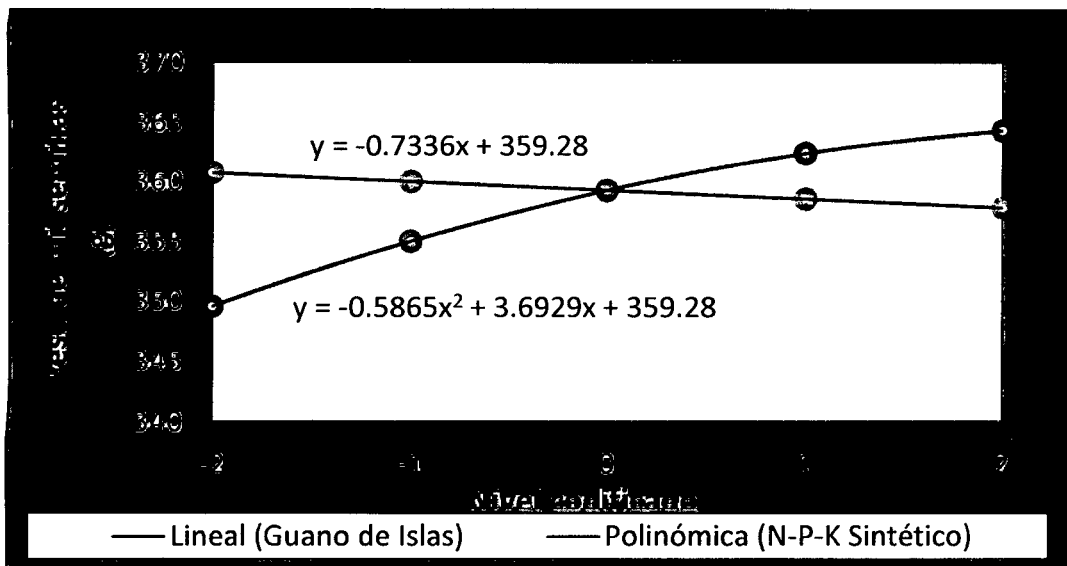


Gráfico 3.6: Efecto residual de Guano de Islas y NPK sintético en peso de mil semillas de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

El gráfico 3.6, muestra que al aplicar niveles crecientes de Guano de Islas (X_1), el peso de mil semillas decrece ligeramente en forma lineal, cuando los niveles de fertilizantes sintético (X_2) se encuentra en su nivel medio; también se observa que al aplicar niveles crecientes de fertilizante sintético (X_2) el peso de mil semillas incrementa en forma cuadrática hasta el nivel máximo estudiado, cuando los niveles de Guano de Islas (X_1) se encuentran en su nivel medio. El factor que más influye es el fertilizante sintético (X_2).

3.4 DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

El cuadro A-4 del anexo muestra el resultado de número de vainas por planta de cada tratamiento, logrando mayor número de vainas por planta con el T04 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 280-200-00 de NPK sintético) con 6.52 vainas por planta; mientras el menor número de vainas por planta se obtuvo con el testigo T01 (sin Guano de Islas y sin NPK sintético) con 4.09 vainas por planta.

Los resultados del análisis de variancia se presentan en el cuadro 3.13:

Cuadro 3.13: Análisis de variancia para número de vaina por planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-------------|----|-------------|------------|------|-----------|
| Tratamiento | 12 | 21.73502564 | 1.81125214 | 8.24 | <.0001 ** |
| Error | 24 | 5.27626667 | 0.21984444 | | |
| Total | 38 | | | | |

C.V = 9.1 %

El cuadro 3.13 del ANVA, muestra diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, e indica que los tratamientos influenciaron en el rendimiento de arveja (variedad INIA 103 Remate) en número de vainas por planta.

Se realizó la prueba de Duncan, cuyo resultado se presenta en el cuadro 3.14:

Cuadro 3.14: Prueba de Duncan (0.05) para número de vainas por planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

| Trat. | Nivel cod. | | X1 | X2 | | | Número de vainas por planta | Grupo Duncan (0.05) |
|-------|------------|----|------|-----|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|
| | X1 | X2 | GI | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
| T 04 | 2 | 2 | 2000 | 280 | 240 | 100 | 6.52 | a |
| T 02 | 2 | -2 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 6.15 | a b |
| T 08 | 2 | 0 | 2000 | 140 | 120 | 50 | 6.03 | a b |
| T 12 | 0 | 2 | 1000 | 280 | 240 | 100 | 5.62 | b c |
| T 06 | -1 | 0 | 500 | 140 | 120 | 50 | 5.58 | b c d |
| T 07 | 1 | 0 | 1500 | 140 | 120 | 50 | 5.37 | b c d |
| T 13 | 0 | 0 | 1000 | 140 | 120 | 50 | 5.05 | c d e |
| T 05 | -2 | 0 | 0 | 140 | 120 | 50 | 4.91 | c d e f |
| T 11 | 0 | 1 | 1000 | 210 | 180 | 75 | 4.73 | d e f |
| T 10 | 0 | -1 | 1000 | 70 | 60 | 25 | 4.48 | e f |
| T 09 | 0 | -2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 4.42 | e f |
| T 03 | -2 | 2 | 0 | 280 | 240 | 100 | 4.25 | e f |
| T 01 | -2 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.09 | f |

El cuadro 3.14 muestra que el valor más alto en número de vainas por planta del cultivo de Arveja corresponde a los tratamientos T04 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 280-200-00 de NPK sintético) con 6.52 vainas por planta; T02 (residuo del nivel de

abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 00-00-00 de NPK sintético) con 6.15 vainas por planta y T08 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK sintético) con 6.03 vainas por planta, sin diferencia estadística entre ellos; pero que con el resto de los tratamientos si presentan diferencia estadística. Por otro lado, los valores más bajos en número de vainas por planta corresponden a los tratamientos T03 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 280-240-100 de NPK, sintético) y testigo T01 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 00-00-00 de NPK sintético) con 4.25 y 4.09 vainas por planta respectivamente; pero también podemos observar que estos dos tratamientos no presentan diferencia estadístico con los tratamientos T05 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 140-120-50 de NPK sintético), T11 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ Guano de Islas y 210-180-75 de NPK sintético), T10 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ Guano de Islas y 70-60-25 de NPK sintético) y T09 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 00-00-00 de NPK, sintético) con 4.91, 4.73, 4.48, 4.42 vainas por planta respectivamente.

En los tratamientos T01 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y sin NPK sintético); T05 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y nivel medio de NPK sintético) y T03 (residuos de abonamiento sin Guano de Islas y nivel máximo de NPK sintético), se tienen los siguientes valores 4.09, 4.91 y 4.25 vainas por planta, respectivamente, al contrastar dichos

valores se observa que el mejor rendimiento que se obtuvo fue en el T05, es decir, que los residuos del abonamiento con niveles crecientes de NPK sintético, influyen positivamente sólo hasta alcanzar su nivel medio y negativamente con los residuos del abonamiento con nivel máximo de NPK.

Los tratamientos T01 (sin NPK sintético y sin Guano de Islas), T09 (sin NPK sintético y nivel medio de Guano de Islas) y T02 (sin NPK sintético y nivel máximo de Guano de Islas), tienen un rendimiento de 4.09, 4.42 y 6.15 vainas por planta y si contrastamos estos valores, se observa que los residuos de abonamiento con niveles crecientes de Guano de Islas, influyen positivamente en número de vainas por planta.

INIA (2008) menciona, que con 40-80-60 de NPK la arveja variedad INIA 103 Remate, muestra un número de vainas por planta de 21 vainas/planta; en condiciones del valle del Mantaro (Estación Experimental Agraria Santa Ana-Huancayo). El número de vaina por planta con los tratamientos estudiados varía de 4.09 hasta 6.52 vainas por planta y como se puede observar el número de vainas por planta máximo alcanzado en nuestro experimento es menor al valor de número de vainas por planta máximo obtenido por INIA; cabe mencionar que los resultados de nuestro trabajo fue sólo con residuos del abonamiento orgánico y NPK sintético aplicados en la campaña anterior.

Rodríguez (2005), reporta los valores de 32.55, 31.18, 30.88 y 22.65 vainas por planta para las variedades de Blanca, Alderman, Usui y Remate, respectivamente; utilizando como abono de fondo la Urea,

Superfosfato de Calcio y Cloruro de Potasio con una fórmula de abonamiento de 30-30-70 NPK. Estos resultados son altos en comparación a los obtenidos en nuestro trabajo, esto se debería probablemente al efecto de los fertilizantes sintéticos.

Contreras (2002), en su trabajo de investigación muestra los resultados que varían de 7.53 (120-50-250 kg de $N_3 P_1 I_3$. ha^{-1}) a 13.96 (80-100-00 kg de $N_2 P_2 I_1$. ha^{-1}) de vainas por planta. Comparando con nuestro resultado de valor alto (6.52 vainas por planta) se nota la diferencia entre estas debido a la aplicación de NPI (Nitrógeno, fosforo e Inoculante).

Quispe (2010), reporta en su trabajo de investigación, que aplicando microorganismos Eficientes de 1, 2, 3 y 7 veces durante el periodo vegetativo de la arveja (variedad Remete) obtuvo 8.4, 9.23, 9.63 y 11.60 vainas por planta respectivamente; mientras que los valores obtenidos en el presente trabajo son inferiores y por ende ésta diferencia se le podría atribuir al efecto de la aplicación de los microorganismos eficientes.

Los resultados del análisis de regresión se presentan en el cuadro 3.15:

Cuadro 3.15: Análisis de regresión para número de vainas por planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|----------|----|-------------|-------------|-------|-----------|
| X_1 | 1 | 13.15283205 | 13.15283205 | 27.32 | <.0001 ** |
| X_2 | 1 | 1.58531282 | 1.58531282 | 3.29 | 0.0787 NS |
| X_1^2 | 1 | 1.22275435 | 1.22275435 | 2.54 | 0.1206 NS |
| X_2^2 | 1 | 0.31935150 | 0.31935150 | 0.66 | 0.4213 NS |
| X_1X_2 | 1 | 0.03203333 | 0.03203333 | 0.07 | 0.7981 NS |
| Error | 33 | 15.88987492 | 0.48151136 | | |
| Total | 38 | 32.20215897 | | | |

C.V = 13.4 %

El cuadro 3.15 muestra la influencia de los residuos del abonamiento con Guano de Islas (X_1) y NPK (X_2) sintético, en número de vainas por planta de Arveja variedad INIA 103 Remate, muestran alta significación estadística para el componente lineal del primer factor, mientras el componente lineal del segundo factor, componente cuadrático del primer factor y segundo factor no presentan significación estadística así como la interacción de ambos factores.

Los coeficientes de regresión polinomial se tiene en el cuadro 3.16:

Cuadro 3.16: Coeficientes de regresión polinomial para número de vainas por planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate

| Parametro | Valor estimado | Error estandar del valor estimado | T para Ho: Parametro = 0 | Pr > T |
|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| Intercepto | 5.054376658 | 0.18570110 | 27.22 | <.0001 ** |
| X ₁ | 0.410641026 | 0.07856986 | 5.23 | <.0001 ** |
| X ₂ | 0.142564103 | 0.07856986 | 1.81 | 0.0787 NS |
| X ₁ ² | 0.107129817 | 0.06118826 | 1.75 | 0.0893 NS |
| X ₂ ² | -0.049830967 | 0.06118826 | -0.81 | 0.4213 NS |
| X ₁ X ₂ | 0.012916667 | 0.05007865 | 0.26 | 0.7981 NS |

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta): la ecuación es:

$$Y = 5.054 + 0.411X_1 + 0.143X_2 + 0.107X_1^2 - 0.050X_2^2 + 0.013X_1X_2 + e.$$

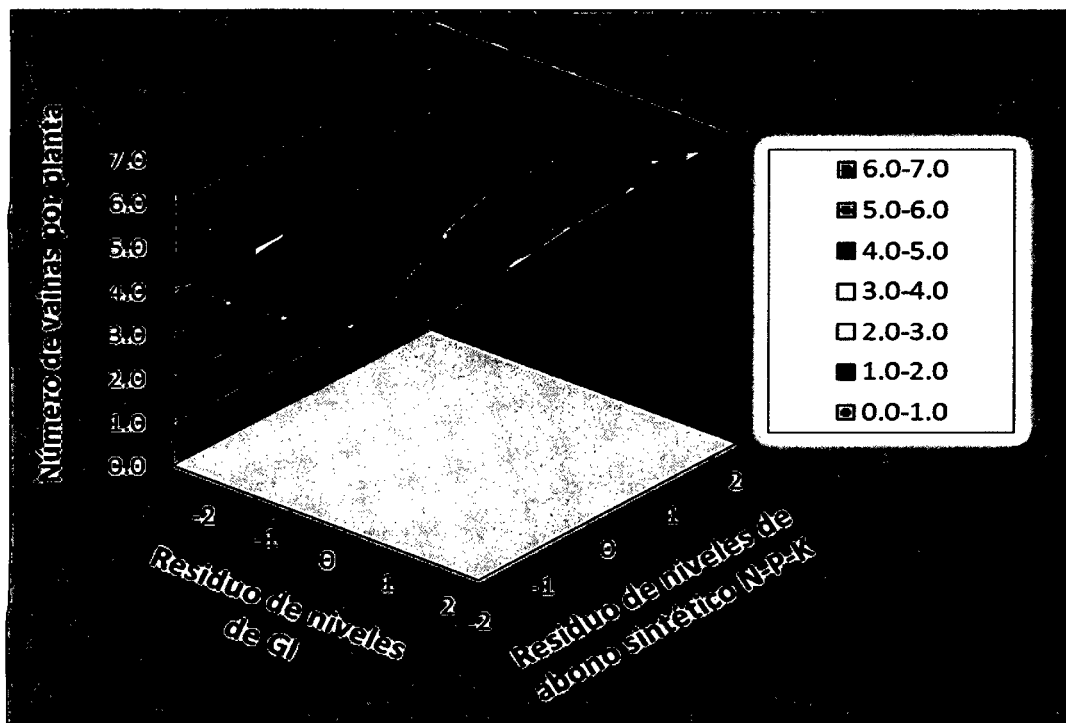


Gráfico 3.7: Superficie de respuesta para número de vainas por planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

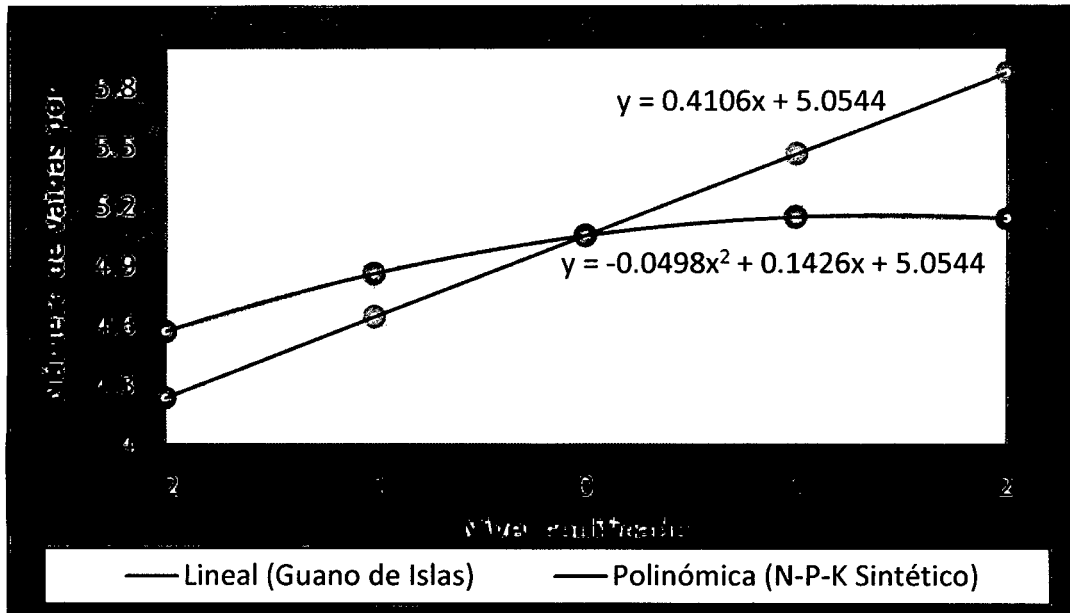


Gráfico 3.8: Efecto residual de Guano de Islas y NPK sintético en número de vainas por planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

El gráfico 3.8, muestra que al aplicar niveles crecientes de Guano de Islas (X_1), el número de vainas por planta se incrementa en forma lineal, cuando los niveles de fertilizantes sintético (X_2) se encuentra en su nivel medio; también al aplicar niveles crecientes de fertilizante sintético (X_2) el número de vainas por planta incrementa hasta el nivel máximo luego decrece, cuando los niveles de Guano de Islas (X_1) se encuentran en su nivel medio. El factor que más influye en número de vainas por planta es el factor fertilizante sintético (X_2).

3.5 ALTURA DE PLANTA (cm)

El cuadro A-5 del anexo muestra el resultado de altura de planta en cada tratamiento, siendo el más alto con el tratamiento T06 (residuos del nivel

de abonamiento de 500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK, sintético), con 107.01 cm, mientras la altura de planta más baja fue con el tratamiento T01 (sin Guano de Islas y sin NPK sintético), con 78.08 cm.

Los resultados del análisis de variancia se presentan en el cuadro 3.17.

Cuadro 3.17: Análisis de variancia para altura de planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate (cm)

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-------------|----|------------|------------|------|-----------|
| Tratamiento | 12 | 2367.92761 | 197.327301 | 8.86 | <.0001 ** |
| Error | 24 | 534.253236 | 22.260551 | | |
| Total | 38 | | | | |

C.V = 5.2 %

El cuadro 3.17 del ANVA, muestra diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos, lo que nos indica que los tratamientos tuvieron influencia en la variable altura de planta del cultivo de arveja variedad INIA 103 Remate.

Los resultados de la prueba de Duncan se muestran en el cuadro 3.18:

Cuadro 3.18: Prueba de Duncan (0.05) para altura de planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate (cm)

| Trat. | Nivel cod. | | X1 | X2 | | | Altura de planta (cm) | Grupo Duncan (0.05) |
|-------|------------|----|------|-----|-------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| | X1 | X2 | GI | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
| T06 | -1 | 0 | 500 | 140 | 120 | 50 | 107.010 | a |
| T04 | 2 | 2 | 2000 | 280 | 240 | 100 | 103.483 | a |
| T07 | 1 | 0 | 1500 | 140 | 120 | 50 | 93.520 | b |
| T08 | 2 | 0 | 2000 | 140 | 120 | 50 | 92.517 | b |
| T12 | 0 | 2 | 1000 | 280 | 240 | 100 | 91.350 | b c |
| T02 | 2 | -2 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 90.483 | b c |
| T10 | 0 | -1 | 1000 | 70 | 60 | 25 | 89.517 | b c |
| T03 | -2 | 2 | 0 | 280 | 240 | 100 | 89.250 | b c |
| T11 | 0 | 1 | 1000 | 210 | 180 | 75 | 88.883 | b c |
| T05 | -2 | 0 | 0 | 140 | 120 | 50 | 88.403 | b c |
| T13 | 0 | 0 | 1000 | 140 | 120 | 50 | 82.750 | c d |
| T09 | 0 | -2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 79.983 | d |
| T01 | -2 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 78.083 | d |

Los resultados que muestra el cuadro 3.18, indica que la mayor altura de planta del cultivo de arveja se obtuvo con los tratamientos T06 (residuo del nivel de abonamiento de 500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK sintético) con 107.010 cm de altura y T4 (residuo del nivel de abonamiento de 2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 280-240-100 de NPK sintético) con 103.483 cm de altura de planta; a la vez se observa que entre estos dos tratamientos no existe diferencia estadística pero viendo lo contrario con los demás tratamientos.

El testigo T01 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y sin NPK sintético), con 78.083 cm de altura de planta, es el tratamiento con menor tamaño y no presenta diferencia estadística con T13 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de

NPK, sintético) con 82.750 cm de altura y T09 (residuo del nivel de abonamiento de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y sin NPK sintético) con 79.983 cm de altura.

Al comparar los tratamientos T01 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 00-00-00 de NPK sintético), con 78.083 cm de altura; T05 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y nivel medio de NPK sintético), con 88.403 cm de altura y T03 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y nivel máximo de NPK sintético), con 89.250 cm de altura, podemos observar que los residuos del abonamiento con niveles crecientes de NPK sintético, influyen positivamente en la variable altura de planta de arveja.

En los tratamientos T01 (residuo del nivel de abonamiento sin Guano de Islas y 00-00-00 de NPK sintético), con 78.083 cm de altura; T09 (residuo del nivel de abonamiento sin NPK sintético y nivel medio de Guano de Islas), con 79.983 cm de altura y T02 (residuo del nivel de abonamiento sin NPK sintético y nivel máximo de Guano de Islas), con 90.483 cm de altura de planta, se observa que los residuos del abonamiento con niveles crecientes de Guano de Islas incrementan de manera positiva la variable altura de planta de arveja.

INIA (2008) menciona, que con un abonamiento de 40-80-60 de NPK, la arveja variedad INIA 103 Remate, alcanza una altura de planta de hasta 157 cm, en condiciones del valle del Mantaro (Estación Experimental Agraria Santa Ana-Huancayo). La altura de planta obtenida con los tratamientos estudiados de nuestro experimento varía de 78.083 cm hasta

107.010 cm y como se puede observar la altura de planta máxima alcanzada es mayor a la altura de planta máxima obtenido por INIA; pero es necesario mencionar que los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron con el uso solamente de los residuos del abonamiento orgánico y NPK sintético de la campaña anterior.

Quispe (2010), menciona en su trabajo de investigación, que con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) durante el periodo vegetativo de la arveja obtuvo los siguientes resultados: 73.68 cm con 1 sola aplicación de EM, 74.36 cm con 2 aplicaciones, 75.6 cm con 3 aplicaciones y 81.3 cm con 7 aplicaciones. En cambio en el presente experimento se obtuvo valores de altura de planta desde 78.08 cm hasta 107.1 cm, notándose claramente la diferencia entre los valores que obtuvo Quispe y los valores que obtuvimos en el presente trabajo. Esta diferencia podríamos atribuirla a un buen manejo de cultivo que se realizó en este trabajo.

El análisis de regresión se presenta en el siguiente cuadro 3.19:

Cuadro 3.19: Análisis de regresión para altura de planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate (cm)

| F.V | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|----------|----|--------------|-------------|------|-----------|
| X_1 | 1 | 265.8830782 | 265.8830782 | 4.02 | 0.0533 NS |
| X_2 | 1 | 572.4062821 | 572.4062821 | 8.65 | 0.0059 ** |
| X_1^2 | 1 | 23.4032529 | 23.4032529 | 0.35 | 0.5562 NS |
| X_2^2 | 1 | 151.1514532 | 151.1514532 | 2.28 | 0.1403 NS |
| X_1X_2 | 1 | 2.5208333 | 2.5208333 | 0.04 | 0.8465 NS |
| Error | 33 | 2184.7820440 | 66.2055160 | | |
| Total | 38 | 3200.1469440 | | | |

C.V = 9.0 %

El cuadro 3.19 muestra la influencia de los residuos de guano de islas (X_1) y NPK (X_2) sintético, en altura de planta de arveja variedad INIA 103 Remate, con alta significación estadística en el componente lineal del segundo factor, mientras que el componente lineal del primer factor, componente cuadrática del primer y segundo factor no presentan diferencia estadística así como la interacción de ambos factores.

Los coeficientes de regresión polinomial se muestran en el cuadro 3.20:

Cuadro 3.20: Coeficientes de regresión polinomial para altura de planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate (cm)

| Parametro | Valor Estimado | Error Estandar del Valor Estimado | T para Ho: Parametro = 0 | Pr > T |
|------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| Intercepto | 91.18152962 | 2.17750066 | 41.87 | <.0001 ** |
| X_1 | 1.84628205 | 0.92129728 | 2.00 | 0.0533 NS |
| X_2 | 2.70897436 | 0.92129728 | 2.94 | 0.0059 ** |
| X_1^2 | 0.69462137 | 0.71748351 | 0.97 | 0.3400 NS |
| X_2^2 | -1.08410412 | 0.71748351 | -1.51 | 0.1403 NS |
| X_1X_2 | 0.11458333 | 0.58721410 | 0.20 | 0.8465 NS |

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta) se tiene la siguiente ecuación y el gráfico de superficie de respuesta:

$$Y = 91.182 + 1.846X_1 + 2.709X_2 + 0.695X_1^2 - 1.084X_2^2 + 0.115X_1X_2 + e.$$

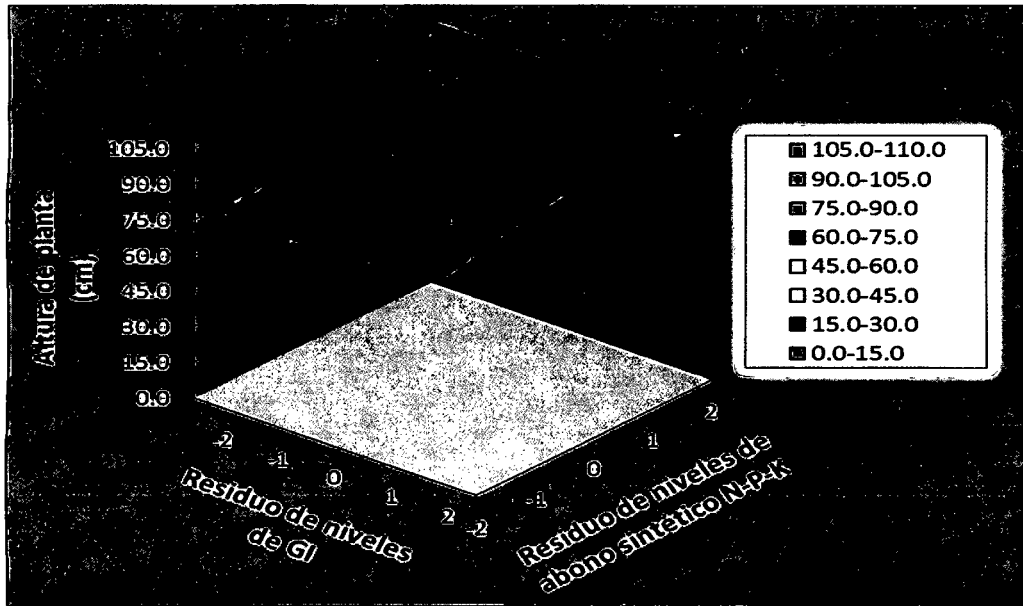


Gráfico 3.9: Superficie de respuesta para altura de planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

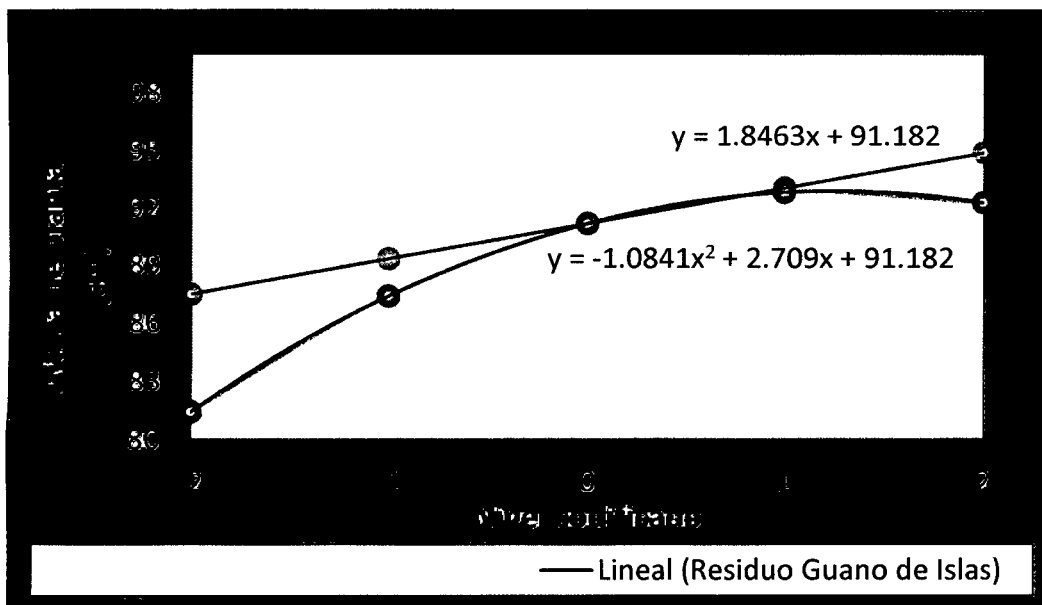


Gráfico 3.10: Efecto residual de Guano de Islas y NPK sintético en altura de planta de Arveja, variedad INIA 103 Remate.

El gráfico 3.10, muestra que al aplicar niveles crecientes de Guano de Islas (X_1), la altura de planta se incrementa en forma lineal, cuando los niveles de fertilizantes sintético (X_2) se encuentra en su nivel medio; también se observa que al aplicar niveles crecientes de fertilizante sintético (X_2) la altura de planta se incrementa hasta el nivel alto y luego disminuye, cuando los niveles de Guano de Islas (X_1) se encuentran en su nivel medio. El factor que más influye en altura de planta de arveja es el factor fertilizante sintético (X_2).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

En base a los resultados, discusiones y bajo condiciones del experimento, se concluye:

1. El rendimiento en vaina más grano verde de arveja, está influenciado por el efecto residual de niveles crecientes de Guano de Islas; obteniendo un rendimiento de $7356.70 \text{ kg.ha}^{-1}$ con el tratamiento T02 (2000 kg.ha^{-1} de Guano de Islas).
2. El rendimiento en vaina más grano verde de arveja, está influenciado por el efecto residual de niveles crecientes de NPK sintético; obteniendo un rendimiento de $7458.30 \text{ kg.ha}^{-1}$ con el tratamiento T03 (280-240-100 de NPK sintético).
3. El efecto residual de niveles crecientes de Guano de Islas influyen en el rendimiento en grano seco de arveja; alcanzando $2297.50 \text{ kg.ha}^{-1}$ con el tratamiento T02 (2000 kg.ha^{-1} de Guano de Islas).

4. El efecto residual de niveles crecientes de NPK sintético, influyen en el rendimiento en grano seco de arveja; alcanzando 2255.10 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T05 (140-120-50 de NPK sintético).
5. El efecto residual de la combinación de Guano de Islas y NPK sintético influye en el rendimiento en vaina más grano verde y en grano seco, obteniendo un rendimiento de 10950.00 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T06 (500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK sintético); y 2732.80 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T11 (1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 210-180-75 de NPK sintético), respectivamente.

4.2 RECOMENDACIONES

Los resultados y conclusiones permiten plantear las siguientes recomendaciones:

1. Para obtener rendimiento satisfactorio de arveja sólo aprovechando el efecto residual del Guano de Islas y NPK sintético, se recomienda instalar en campo donde haya sido abonado con mezcla de 500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK sintético, en la campaña anterior.
2. Efectuar otros trabajos de investigación similares a ésta; pero en diferentes condiciones edafoclimáticas y con diferentes especies de cultivos, para ver el efecto residual del Guano de Islas y NPK sintético en el rendimiento.

RESUMEN

La parcela destinada para el presente experimento, en la campaña 2011-2012, fue ocupada por el cultivo de trigo, en la cual se implementó un abonamiento con niveles crecientes de abono orgánico (Guano de Islas) y sintético (Urea, Fosfato Diamónico y Sulfato de potasio), y la aplicación fue según los tratamientos designados en cada unidad experimental.

La finalidad de éste trabajo de investigación fue determinar el efecto residual de niveles crecientes de abonamiento orgánico y sintético (NPK) y la interacción entre éstas en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L). Se ejecutó durante los meses de diciembre del 2012 a abril del 2013. Los factores en estudio son: residuo de Guano de islas y el residuo del abono sintético (NPK); en cuanto a los tratamientos, fueron determinados con arreglos de acuerdo al Diseño 03 de Julio (D3J). Para la distribución de unidades experimentales y análisis estadístico se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 03 repeticiones. Se evaluaron el rendimiento en vaina más grano verde, el rendimiento en grano seco, el peso de mil semillas, el número de vainas por planta, y la altura de planta. De los resultados obtenidos se concluye: **1)** El rendimiento en vaina más grano verde de arveja, está influenciado por el efecto residual de niveles crecientes de Guano de Islas; obteniendo un rendimiento de 7356.70 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T02 (2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas). **2)** El rendimiento en vaina más grano verde de arveja, está influenciado por el efecto residual de niveles crecientes de NPK sintético; obteniendo un rendimiento de 7458.30 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T03 (280-240-100 de NPK sintético). **3)**

El efecto residual de niveles crecientes de Guano de Islas influyen en el rendimiento en grano seco de arveja; alcanzando 2297.50 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T02 (2000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas). **4)** El efecto residual de niveles crecientes de NPK sintético, influyen en el rendimiento en grano seco de arveja; alcanzando 2255.10 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T05 (140-120-50 de NPK sintético). **5)** El efecto residual de la combinación de Guano de Islas y NPK sintético influye en el rendimiento en vaina más grano verde y en grano seco, obteniendo un rendimiento de 10950.00 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T06 (500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 140-120-50 de NPK sintético); y 2732.80 kg.ha⁻¹ con el tratamiento T11 (1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y 210-180-75 de NPK sintético), respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERROCAL, R. (2013). Abonamiento orgánico y mineral en el cultivo trigo (*Triticum aestivum* L.) variedad San Isidro, Pampa del Arco, 2772 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú.
2. BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA. (1998). Idea Books, 2° edición, impreso en España.
3. BIDDLE, A. (1988). Pea growing handbook. G P. gent (ed). Sexta edición. Processors and growers research organisation, peterborough, Inglaterra.
4. BOCANEGRA y ECHANDI, E. (1969). Cultivo de las menestras en el Perú. Ministerio de Agricultura. Misión de la Universidad de Carolina del Norte. Lima – Perú.
5. CABRERA, H. (2004). Fertilización biológica de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad remate con *Rhizobium Leguminosarum* bu Viceae, Canaan 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú.
6. 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.
7. CASSERES, E. (1980). Producción de hortalizas, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en la OEA, Textos y materiales de enseñanza. 3ra Edic. San José de Costa Rica.

8. CASTAÑEDA, V. (2004). Incremento de la fijación de nitrógeno en la arveja mediante inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico. Facultad de Agronomía. UNPRG – Perú.
9. CONTRERAS, R. J. (2002). Efecto de niveles de N, K e inoculante Rizomack en las nodulaciones y rendimiento de Arveja (*Pisum sativum* L.). Chincheros - Apurímac a 2900 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú.
10. CUBERO, J. I. y MORENO, M. T. (1983). Leguminosas de grano. Ediciones Mundi – Prensa.
11. DEVLIN, R. M. (1982). Fisiología vegetal. Ediciones omega S.A. cuarta edición. Barcelona – España.
12. EVANS, I. (1983). Fisiología de los cultivos. 1ra Edic. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina.
13. FAIGUENBAUM, H. (1990). Morfología, crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L). Proyecto docente. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago-Chile.
14. FAIGUENBAUM, H. (1993). Cultivo de arveja p. 1 – 23. In H. Curso producción de leguminosas hortalizas y maíz dulce. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales, Santiago-Chile.
15. FAIGUENBAUM, H. (1994). Producción de leguminosas hortalizas y maíz dulce para la agroindustria del congelado. Proyecto docente. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago-Chile.

16. GIACONI, V. (1988). Cultivo de hortalizas. Edit. Universitaria. 6° Edición. Chile.
17. INIA (2004). Boletín Informativo.
18. INIA (2008). Cultivo De la Arveja. Serie Folleto 24 – 08. Lima – Perú.
19. IBÁÑEZ, R. G. y AGUIRRE (1983). “Manual de prácticas de fertilidad de suelos”. UNSCH. Ayacucho-Perú.
20. MAROTO, J. V. (1986). Horticultura herbácea especial. edit. Mundi Prensa; 2° edic. Madrid–España.
21. MATEO, J. (1961). Leguminosas de grano 1° Edic. Colección agrícola Salvat. Barcelona-España.
22. MOLINOS y CIA S.A (2012). Cartilla de divulgación. Fertilizantes en Perú. Av. Los ingenieros 154, Urb. Santa Raquel, 2da Etapa, ate.
23. MONTORY, C. I. (1995). Proyectos de cultivos diversos, informe anual. Zona Agraria N° 10. Huancayo-Perú.
24. MORENO, P. (1994). Evaluación de siete nuevos cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) para consumo en verde. Memoria de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
25. PALOMINO, J. (2003). Efecto de tres formas de fertilización en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.); Matará a 3200 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú.
26. PRO ABONOS (2007). Proyecto especial de promoción del aprovechamiento de abonos provenientes de aves marinas. Disponible en: www.Proabonos.gob.pe.

27. QUISPE, W. (2010). Microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento de Arveja (*Pisum sativum* L) variedad remate. Canaán. 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho - Perú
28. RODRÍGUEZ, S. G. (2005). Efecto de dos métodos de siembra en el rendimiento de cuatro variedades de Arveja (*Pisum sativum* L). Canaán 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú.
29. S@mconet (2000). Información Agropecuaria que tú necesitas.
<http://www.Samconet.com/default.asp>
30. SÁNCHEZ, Z. D. (2004). Prueba de rendimiento de Arveja (*Pisum sativum* L) con dos fórmulas de abonamiento y dos densidades de siembra a 2450 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú.
31. STUTTGERT, L. P. (1986). Abonamiento de hortalizas. Boletín verde sobre hortalizas. Alemania.
32. TINEO, A. (2006). Superficies de respuesta: El Diseño de 03 de Julio, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho – Perú
33. TORO, I. (1996). Efecto de distintos espaciamientos entre hileras en tres cultivares de Arveja (*Pisum sativum* L.), memoria del Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Santiago-Chile.
34. VÁSQUEZ, A. V. (1990). Experimentación Agrícola. Amaru editores. S.A.; primera edición, Lima – Perú.

35. VILCA, J. D. (2008). Manual de entomología agrícola. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho – Perú.
36. VILLARREAL, R. (1980). Tomatoes in the tropics. International agricultural developmen service. Colorado – USA.

ANEXOS

Cuadro A-1: Rendimiento de arveja en vaina más grano verde (kg.ha⁻¹)

| TRAT. | | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | T11 | | T12 | | T13 | |
|----------|----|---------|----|---------|----|---------|---|---------|---|---------|---|----------|---|---------|---|----------|---|---------|----|---------|----|----------|---|---------|---|----------|---|
| X1 | X2 | -2 | -2 | 2 | -2 | -2 | 2 | 2 | 2 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| BI | | 5665.00 | | 7370.00 | | 7900.00 | | 8750.00 | | 6990.00 | | 11100.00 | | 7700.00 | | 9490.00 | | 5795.00 | | 8500.00 | | 7400.00 | | 7600.00 | | 11750.00 | |
| BII | | 5200.00 | | 6500.00 | | 7475.00 | | 8800.00 | | 7150.00 | | 10000.00 | | 7365.00 | | 8800.00 | | 6000.00 | | 7650.00 | | 10400.00 | | 9850.00 | | 6800.00 | |
| BIII | | 6100.00 | | 8200.00 | | 7000.00 | | 8790.00 | | 6800.00 | | 11750.00 | | 7000.00 | | 10150.00 | | 5550.00 | | 8075.00 | | 8915.00 | | 8900.00 | | 7250.00 | |
| Promedio | | 5655.00 | | 7356.67 | | 7458.33 | | 8780.00 | | 6980.00 | | 10950.00 | | 7355.00 | | 9480.00 | | 5781.67 | | 8075.00 | | 8905.00 | | 8783.33 | | 8600.00 | |

Cuadro A-2: Rendimiento de arveja en grano seco (kg.ha⁻¹)

| TRAT. | | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | T11 | | T12 | | T13 | |
|----------|----|---------|----|---------|----|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|----|---------|----|---------|---|---------|---|---------|---|
| X1 | X2 | -2 | -2 | 2 | -2 | -2 | 2 | 2 | 2 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| BI | | 1652.83 | | 2297.53 | | 2168.99 | | 2333.89 | | 2328.42 | | 2304.77 | | 2137.48 | | 2688.39 | | 1903.27 | | 1969.12 | | 2273.93 | | 2291.78 | | 2713.47 | |
| BII | | 1824.53 | | 2688.88 | | 2167.82 | | 2280.28 | | 2265.79 | | 2310.33 | | 2941.57 | | 3235.84 | | 1816.83 | | 2748.71 | | 3191.72 | | 2134.24 | | 2474.09 | |
| BIII | | 1481.13 | | 1906.18 | | 2060.66 | | 2263.66 | | 2171.16 | | 2285.89 | | 2539.52 | | 2140.94 | | 1700.39 | | 2373.92 | | 2732.83 | | 2345.11 | | 2305.78 | |
| Promedio | | 1652.83 | | 2297.53 | | 2132.49 | | 2292.61 | | 2255.12 | | 2300.33 | | 2539.52 | | 2688.39 | | 1806.83 | | 2363.92 | | 2732.83 | | 2257.04 | | 2497.78 | |

Cuadro A-3: Peso de mil semillas (g)

| TRAT. | | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | T11 | | T12 | | T13 | |
|----------|----|--------|----|--------|----|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|----|--------|----|--------|---|--------|---|--------|---|
| X1 | X2 | -2 | -2 | 2 | -2 | -2 | 2 | 2 | 2 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| BI | | 346.18 | | 353.22 | | 368.42 | | 362.21 | | 372.14 | | 363.03 | | 360.10 | | 367.80 | | 358.31 | | 360.97 | | 337.45 | | 373.38 | | 357.98 | |
| BII | | 352.55 | | 337.72 | | 378.90 | | 372.22 | | 379.82 | | 359.03 | | 339.92 | | 378.04 | | 369.99 | | 350.52 | | 357.30 | | 358.08 | | 361.31 | |
| BIII | | 338.93 | | 348.73 | | 369.38 | | 358.40 | | 367.50 | | 347.03 | | 366.27 | | 368.27 | | 361.67 | | 351.42 | | 357.37 | | 375.73 | | 360.00 | |
| Promedio | | 345.89 | | 346.56 | | 372.23 | | 364.28 | | 373.16 | | 356.36 | | 355.43 | | 371.37 | | 363.32 | | 354.30 | | 350.71 | | 369.06 | | 359.76 | |

Cuadro A-4: Número de vainas por planta.

| TRAT. | | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | T11 | | T12 | | T13 | |
|----------|----|------|----|------|----|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|----|------|----|------|---|------|---|------|---|
| X1 | X2 | -2 | -2 | 2 | -2 | -2 | 2 | 2 | 2 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| BI | | 4.27 | | 6.25 | | 4.35 | | 5.93 | | 5.40 | | 5.07 | | 4.60 | | 5.33 | | 4.40 | | 4.87 | | 4.53 | | 5.67 | | 5.15 | |
| BII | | 4.20 | | 6.80 | | 4.87 | | 7.00 | | 5.00 | | 6.60 | | 6.58 | | 7.08 | | 4.52 | | 4.58 | | 5.53 | | 5.47 | | 5.34 | |
| BIII | | 3.80 | | 5.40 | | 3.53 | | 6.62 | | 4.33 | | 5.07 | | 4.93 | | 5.67 | | 4.33 | | 4.00 | | 4.13 | | 5.72 | | 4.67 | |
| Promedio | | 4.09 | | 6.15 | | 4.25 | | 6.52 | | 4.91 | | 5.58 | | 5.37 | | 6.03 | | 4.42 | | 4.48 | | 4.73 | | 5.62 | | 5.05 | |

Cuadro A-5: Altura de planta (cm)

| TRAT. | | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | T11 | | T12 | | T13 | |
|----------|----|-------|----|-------|----|--------|---|--------|---|-------|---|--------|---|-------|---|-------|---|-------|----|-------|----|-------|---|-------|---|-------|---|
| X1 | X2 | -2 | -2 | 2 | -2 | -2 | 2 | 2 | 2 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | -2 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| BI | | 78.25 | | 90.58 | | 100.07 | | 101.80 | | 95.87 | | 108.47 | | 94.47 | | 95.20 | | 80.08 | | 93.20 | | 98.80 | | 91.45 | | 82.85 | |
| BII | | 81.35 | | 98.00 | | 89.35 | | 105.07 | | 84.67 | | 105.47 | | 93.62 | | 92.62 | | 83.67 | | 89.62 | | 88.98 | | 87.60 | | 88.47 | |
| BIII | | 74.65 | | 82.87 | | 78.33 | | 103.58 | | 84.67 | | 107.09 | | 92.47 | | 89.73 | | 76.20 | | 85.73 | | 78.87 | | 95.00 | | 76.93 | |
| Promedio | | 78.08 | | 90.48 | | 89.25 | | 103.48 | | 88.40 | | 107.01 | | 93.52 | | 92.52 | | 79.98 | | 89.52 | | 88.88 | | 91.35 | | 82.75 | |

VISTAS FOTOGRÁFICAS
LABORES AGRONÓMICAS REALIZADAS



Fig. 01:
Preparación de terreno



Fig. 02:
Surcado



Fig. 03:
Siembra

*Fig. 04:
Deshierbo*



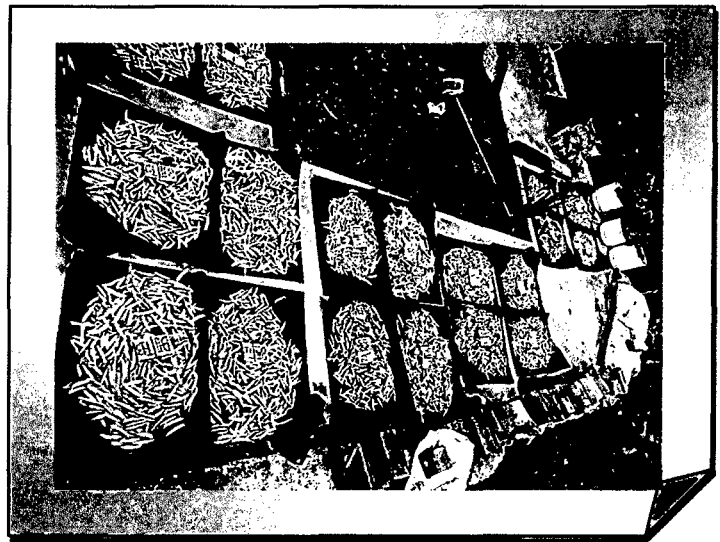
*Fig. 05:
Instalado de Tutores*

*Fig. 06:
Control fitosanitario*





*Fig. 07:
Cosecha en Verde*



*Fig. 08:
Cosecha de Grano Seco*



*Fig. 09:
Evaluación*