

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**“EFECTO DEL SISTEMA DE SIEMBRA Y ABONO EN LA PRODUCCION DE
ARVEJA (*Pisum sativum* L.), GRANO VERDE (FRESCA)”**

**Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por el Bachiller:
ROSARIO MARILUZ ESCALANTE SÁNCHEZ**

**Asesor:
Ing. M.Sc. JESUS HIPOLITO DE LA CRUZ ROJAS**

CAJAMARCA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

La concepción de esta Tesis está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mi hermana y familia en general. También dedico esta Tesis a mis abuelos, porque aunque ya no estén, los llevo presentes en mi mente y corazón. A ellos esta Tesis, que sin ellos no hubiese podido ser.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por ser mi guía, en segundo lugar a mi asesor de tesis, Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas, por su paciencia para la realización de esta tesis y su ayuda en todo momento; a mis padres, Gilmer Escalante Cachay y Fany Sánchez Alva, que siempre fueron mi empuje para seguir adelante; A Jhony De La Cruz Medina, que con su cariño me ayudo a seguir en momentos de decline y cansancio; finalmente a esta prestigiosa Universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como yo, preparándonos para un futuro competitivo y formarnos como personas de bien.

ÍNDICE

| | Pág. |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| RESUMEN | vi |
| ABSTRACT | vii |
| | |
| CAPITULO I | 1 |
| INTRODUCCION | 1 |
| OBJETIVOS | 2 |
| | |
| CAPITULO II | 3 |
| REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 3 |
| 2.2. Generalidades de la arveja (<i>Pisum sativum</i> L) | 4 |
| 2.3. Generalidades del cultivo de arveja..... | 5 |
| 2.4. Área sembrada y rendimiento | 9 |
| 2.5. Asimilación de los nutrientes en la planta..... | 10 |
| 2.6. Los abonos orgánicos | 14 |
| 2.7. Fertilización química | 14 |
| | |
| CAPITULO III | 18 |
| MATERIALES Y METODO | 18 |
| 3.1. Ubicación del experimento | 18 |
| 3.2. Materiales..... | 18 |
| 3.3. Metodología..... | 19 |
| 3.4. Conducción del experimento | 21 |
| 3.5. Evaluaciones registradas | 23 |

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO IV..... | 24 |
| RESULTADOS..... | 24 |
| 4.1. Peso total de vainas..... | 24 |
| 4.2. Peso total de grano seco | 28 |
| 4.3. Número de vainas llenas por parcela | 30 |
| 4.4. Número de vainas vanas por parcela..... | 33 |
| 4.5. Altura de planta..... | 35 |
| CAPITULO V..... | 38 |
| CONCLUSIONES | 38 |
| | |
| CAPITULO VI..... | 39 |
| BIBLIOGRAFIA | 39 |
| | |
| ANEXOS | 43 |
| Anexo 1. Tabla de resultados complementarios | 43 |
| Anexo 2. Resultado de los análisis químicos | 46 |
| Anexo 3. Fotos del experimento en el campo experimental..... | 49 |
| Anexo 4. Estimación del contenido de potasio en gallinaza y estiércol de vacuno; en base a información bibliográfica | 50 |
| Anexo 5. Calculo de los abonos aplicados..... | 53 |

RESUMEN

La investigación fue realizada en el Centro de Investigación Agraria La Victoria de la Universidad Nacional de Cajamarca, con el objetivo de evaluar el efecto del sistema de siembra y el tipo de abono, en la producción de arveja de la variedad Criolla Blanca. Los factores en estudio fueron: Sistema de siembra y Tipo de abono; en tres niveles cada uno. Sistema de siembra (Siembra en línea y semillas a chorro, siembra en línea y semillas en golpes y siembra al voleo) y el tipo de abono (gallinaza, estiércol de vacuno y abono químico). El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar, con 3 repeticiones. Peso de vaina verde, Peso de grano verde, Numero de vainas vanas, Numero de vainas por parcela, Longitud de planta. Los resultados obtenidos llevaron a las siguientes conclusiones: **1.** El rendimiento de arveja en vaina verde es afectado por el sistema de siembra y por el tipo de abono. El mejor efecto del sistema de siembra se consigue con: a) Siembra en líneas y chorro corrido (1875 Kg ha^{-1}). b) Siembra en líneas y golpes (1856 Kg ha^{-1}). El mejor efecto del tipo de abono se consigue con gallinaza (1698 Kg ha^{-1}). **2.** El sistema de siembra y el tipo de abono afectan el rendimiento de arveja en grano verde. El mejor efecto del sistema de siembra se consigue con la siembra en líneas y chorro corrido (1085 Kg ha^{-1}) y con el sistema siembra en líneas y golpes (1058 Kg ha^{-1}). El mejor efecto del tipo de abono se consigue con gallinaza (968 Kg ha^{-1}). **3.** El número de vainas por parcela es afectado por la interacción del sistema de siembra por tipo de abono. La mayor cantidad de vainas por parcela se consigue con las interacciones: a) Siembra en línea y chorro corrido más gallinaza (466 vainas por parcela). b) Siembra en líneas y golpes más estiércol de vacuno (432 vainas por parcela). **4.** El tipo de abono afecta al número de vainas vanas por parcela. El mayor número de vainas vanas por parcela (59.6), se forman con abono químico (Urea + superfosfato triple de calcio + cloruro de potasio). **5.** La longitud de planta se ve afectada por la interacción del sistema de siembra por tipo de abono. La mayor longitud de planta se consigue con la interacción siembra en línea y a chorro con abono químico (187.5 cm).

Palabras claves: Arveja, sistema de siembra, tipo de abono, producción de grano fresco.

ABSTRACT

The research was conducted at the La Victoria Agrarian Research Center of the National University of Cajamarca, with the objective of evaluating the effect of the sowing system and the type of fertilizer, on the production of Criolla Blanca pea. The factors under study were: Planting system and Type of fertilizer; in three levels each. Planting system (in-line sowing and jet seed, sow the line and seeds in blows and broadcast sowing) and the type of fertilizer (poultry manure, cow dung and chemical fertilizer). The experimental design used was of Random Complete Blocks, with 3 repetitions. Green pod weight, Green grain weight, Number of empty pods, Number of pods per plot, Plant length. The results obtained led to the following conclusions:

- 1.** The yield of peas in green pods is affected by the sowing system and the type of fertilizer. The best effect of the sowing system is achieved with: a) Sowing in lines and running stream (1875 Kg ha⁻¹). b) Sowing in lines and blows (1856 Kg ha⁻¹). The best effect of the type of fertilizer is achieved with chicken manure (1698 Kg ha⁻¹).
- 2.** The planting system and the type of fertilizer affect the yield of green grain peas. The best effect of the sowing system is obtained with the sowing in lines and running stream (1085 Kg ha⁻¹) and with the system sowing in lines and blows (1058 Kg ha⁻¹). The best effect of the type of fertilizer is achieved with chicken manure (968 Kg ha⁻¹).
- 3.** The number of pods per plot is affected by the interaction of the sowing system by type of fertilizer. The largest number of pods per plot is achieved with the interactions: a) Sowing in line and running stream plus chicken (466 pods per plot). b) Sow in lines and blows plus cow dung (432 pods per plot).
- 4.** The type of fertilizer affects the number of empty pods per plot. The largest number of vain pods per plot (59.6) are formed with chemical fertilizer (Urea + triple calcium phosphate + potassium chloride).
- 5.** Plant length is affected by the interaction of the planting system by type of fertilizer. The greatest length of plant is achieved with the interaction sowing in line and jet with chemical fertilizer (187.5 cm).

Key words: Pea, sowing system, type of fertilizer, fresh grain production.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La arveja (*Pisum sativum* L.), constituye un cultivo de alta importancia y gran demanda en el mercado, debido al considerable número de familias que dependen de su cultivo (Vaca 2011).

La arveja, se cultiva en casi toda la sierra peruana. Se la aprecia por su alto valor nutritivo, pues contiene mucha proteína y minerales como el calcio, fósforo, hierro y también vitaminas.

En la Región Cajamarca, se cultiva arveja (*Pisum sativum* L.), para el consumo humano, en forma de grano seco y de grano verde (fresco), en un área estimada de 29,702 ha⁻¹ que viene a ser el 34.97 % del área sembrada en el Perú (MINAG 2013).

En la Región Cajamarca, se cultivan otras leguminosas, como frijol, haba, chocho, etc., pero arveja es la que más se consume; puesto que según el INEI (2009), el consumo per cápita en la región Cajamarca es: Arveja 3.8 Kg.; haba 3.5 Kg., frijol 2.6 Kg. y lenteja 1.8 kg.

Al hacer un recorrido por las zonas de producción de arveja de la región Cajamarca, se encuentra que esta se siembra casi exclusivamente en unicultivo, al voleo y al secano. El sistema de siembra en línea, no se usa a pesar que ofrece importantes ventajas, sobre la siembra al voleo.

El productor de arveja de la región Cajamarca, no usa el sistema de siembra en línea, porque no cuenta con información sobre las ventajas de este sistema. De la misma manera, el desconocimiento de las ventajas de siembra de arveja en chorro y en golpes; hacen que los productores de arveja de la Región Cajamarca sigan sembrando al voleo.

Considerando que los suelos donde se cultiva arveja al voleo en la Región, son de baja fertilidad; teóricamente el uso del sistema de siembra en líneas y la siembra en golpes; deben aumentar el rendimiento, gracias a que permiten una mejor distribución de las plantas de arveja y con ello un mejor acceso a la luz y una mejor circulación del aire.

De la misma manera la aplicación de abonos en suelos de baja fertilidad como los que predominan en la Región Cajamarca; debe incrementar el rendimiento, por la mejor disponibilidad de nutrientes, para la planta.

En este contexto se propone el presente trabajo de investigación, con la finalidad de evaluar el efecto de los sistemas de siembra y el tipo de abono, en el rendimiento de arveja en grano verde (fresco).

1.1. OBJETIVOS:

a) Objetivo de la investigación.

Determinar el efecto del sistema de siembra y del tipo de abono en el rendimiento de arveja en grano verde (fresca).

b) Objetivos específicos.

- Determinar el efecto del sistema de siembra en el rendimiento de arveja en grano verde (fresca).
- Determinar el efecto del tipo de abono en el rendimiento de arveja en grano verde (fresca).

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de investigación

Gonzales (2006), realizó un trabajo de investigación en el distrito de Cayma, Región Arequipa, con el objetivo de determinar el mejor nivel de fertilización potásica, asociado al uso de estiércol de vacuno, en el rendimiento de arvejas verdes de la variedad Utrillo; determinó que el mayor rendimiento de arveja en vaina verde se obtuvo abonando con 150 kg de K_2O más 10 t ha^{-1} de estiércol de vacuno. Con este tratamiento se obtuvo también el mayor porcentaje de emergencia (88.5 %); se obtuvo la mayor longitud de planta y el mayor peso de vainas por planta (106.8 gr).

Ligarreto (2006). En un trabajo realizado en la irrigación Alto Cural, distrito de Cerro Colorado de la Región Arequipa, a una altitud de 2 330 msnm; con el propósito de determinar el efecto de cuatro niveles de potasio (50, 100, 150 y 200 unidades) y dos niveles de gallinaza (2 y 4) t ha^{-1} ; determinó que la utilización de 100 unidades de potasio asociado a 4 t ha^{-1} de gallinaza logró el mayor rendimiento de vainas verdes con (21.84 kg en 12 m²), equivalente a (18,200 kg ha^{-1}), asimismo se obtuvo el mayor porcentaje de emergencia de plántulas (92%), la mayor longitud de plantas de (88.2 cm), el mayor número de plantas por unidad experimental de (218), el mayor número de granos por vaina es (10) y mayor cantidad de materia seca de vainas de (20,4%).

Lazo (2005), realizó un trabajo de investigación, en el distrito de Uchumayo de la región Arequipa, con el propósito de determinar el mejor nivel de estiércol de vacuno asociado a una fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento de vainas verdes de arveja de la variedad utrillo. Se evaluaron dos niveles de estiércol de vacuno (5 y 10) t ha^{-1} aplicados totalmente a la siembra; dos niveles de fertilización nitrogenada (50 y 100) kg ha^{-1} y dos niveles de fertilización potásica (100 y 150) kg ha^{-1} ambos aplicados en 50 % a la siembra y 50 % a 45 días de la siembra empleando como fuente urea y cloruro de potasio respectivamente. La densidad potencial de plantas fue de (250 000 plantas ha^{-1}). La utilización combinada de 10 t de estiércol, unido a 50 kg de nitrógeno y 150 kg de cloruro de potasio por ha^{-1} , permitió lograr el mayor rendimiento de vainas verdes de arveja

de la variedad utrillo (17.9 kg en 12 m²), equivalente a (14.92 t ha⁻¹), también la mayor emergencia de plántulas es (90.4 %), la mayor longitud final de plantas es (92.3 cm), el mayor número de plantas por unidad experimental es (268.5 u.), el mayor peso promedio de vainas verdes por planta es (66.87 gr).

Ligarreto y Ospina (2009), realizaron el trabajo de investigación denominado análisis de parámetros heredables asociados al rendimiento y precocidad en arveja voluble (*Pisum sativum* L.) tipo Santa Isabel; en el cual determino que el número de semillas por vaina es uno de los componentes de rendimiento más importantes en el mejoramiento de la arveja para el caso de Colombia, donde más del 95% de la producción de arveja se destina al mercado de vaina verde. Manifiesta también que, lo deseable es un número igual o superior a seis granos. La variable vaina por planta presenta una alta correlación con la variable rendimiento por planta, la cual a su vez se correlaciona altamente con la variable peso de 100 semillas. Existe una alta correlación entre la altura de la planta, la floración con el número de vainas por planta y el rendimiento por planta. Es lógico esperar este tipo de relaciones positivas entre estas variables, ya que una es dependiente de las otras para la compensación del rendimiento final, hecho que coincide con lo reportado por (González y Ligarreto 2006). Lo anterior refuerza la teoría de que el rendimiento del grano en arveja tiene pocas posibilidades de mejorarse si se seleccionan componentes de rendimiento individuales (Sarawat *et al.*1994).

Melelli (2002), determinó que los cultivares semi tardíos alcanzaron los mayores rendimientos, destacando Utrillo con 20,000 kg ha⁻¹ de vaina verde. Respecto a los atributos de calidad, se pudo determinar que las variedades más adecuadas para mercado fresco son Utrillo y Protor, las cuales presentan vainas y granos verdes, acordes con las preferencias de los consumidores, lo cual les permite acceder a mejores precios.

2.2. Generalidades de la planta de arveja (*Pisum sativum* L.).

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una planta leguminosa de la familia Fabaceae, domesticada por el hombre desde tiempos muy antiguos, según hallazgos arqueológicos realizados en Tailandia, Irak y Suiza que datan entre 10.000 y 3.000 años antes de Cristo (IFAPA 2015).

La arveja es herbácea de habito rastrero o trepador que se desarrolla en climas templados y templados fríos; con un alto contenido de proteína (6.3% en verde y 24.1% en seco); se consume en forma fresca, y como grano seco, Además tiene una gran capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico y como tal es una buena opción dentro de un plan de rotación de cultivos ya sea a campo abierto o bajo invernadero (FNCC 1998).

Según Vaca (2011), La arveja presenta las siguientes características:

Presenta raíz principal bien fuerte y bastantes raicitas secundarias. A estas se encuentran “pegadas” estructuras esféricas de color rosado que contienen bacterias, las cuales mejoran mucho el suelo. Los tallos son largos, delgados y huecos por dentro.

Las hojas son algo redondeadas o lanceoladas, una a cada lado y las hojas terminales se transforman en “guías o zarcillos”, que le sirven a la planta para trepar y sujetarse. Las flores salen de las axilas de las ramas, en racimos o pares. Son de color blanco, lila o púrpura, según la variedad.

El mismo menciona que, la vaina de la arveja es algo curvada, más o menos gruesa y dentro de esta se “crian” los granos. En cada vaina hay de 4 a 10 granos. Cuando están secos, los granos o semillas, son esféricos, de color blanco, crema o verde claro.

Las semillas de la arveja, necesitan “endurar o secar” para germinar bien después de cosechadas. Estas pueden germinar y producir hasta los 3 años como máximo; pero es mejor sembrar semillas que tengan menos de 2 años desde su cosecha.

2.3. Generalidades del cultivo de arveja.

2.3.1 Condiciones agroecológicas.

La arveja es una planta anual conocida en la mayor parte del mundo por su exquisitez y valor nutritivo. Su origen no es muy conocido, aunque textos recientes lo atribuyen a Europa, desde donde fue diseminada a muchas regiones del hemisferio norte y sur (Puga 1992) y (OC 1995).

El alto contenido de proteína es el denominador común de las leguminosas, así como la utilidad secundaria como abonos verdes y por su fijación de nitrógeno del aire (FNCYPDD 2001).

Según Puga (1992), la arveja se cultiva entre los 2,400 a 3,200 msnm y requiere de una precipitación de 500 a 1000 mm y una temperatura de 12 a 18 °C en suelos francos, con un pH entre 6 a 7.5.

Según Puga (1992), la arveja necesita las siguientes condiciones agroclimáticas:

- **Temperatura.** La arveja es un cultivo de clima templado algo húmedo y que se adapta al frío y periodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta lo que favorece su enraizamiento. Posteriormente en las sucesivas etapas vegetativas requiere una mayor temperatura en especial en la floración y llenado de vainas. En general, se considera como temperatura óptima, el rango entre 12 a 18 °C y la mínima puede bajar, hasta 10 °C.
- **Precipitación.** Requiere de una precipitación media de 500 a 1.000 mm durante todo el periodo vegetativo.
- **Luminosidad.** Requiere de 5 a 9 horas/sol/día.
- **Altitud.** Se adapta mejor a altitudes comprendidas entre 2.400 y 3.200 msnm.
- **Suelos.** La arveja es una planta que se adapta a una variedad de suelos que van desde los franco arenosos hasta los franco arcillosos, pero con buen drenaje, buena estructura, profundos, fértiles y con un pH entre los 6 a 7,5. Se indica también que los suelos deben tener adecuada capacidad de captación y almacenaje del agua que permita la normal provisión de ella durante el desarrollo de la planta, en especial en la fase de la floración y llenado de las vainas.

2.3.2. Labores culturales.

1. Preparación del suelo.

Las labores de preparación del suelo se realizan, sobre todo, para crear condiciones que permitan el correcto desarrollo de las bacterias fijadoras de nitrógeno. Esto supone, principalmente para asegurar la correcta aireación del suelo, lo que se consigue con labores profundas. Más tarde, se realizan trabajos superficiales que servirán para enterrar el abonado de fondo (OC 1995).

Según Puga (1992), la roturación o arada debe hacerse a una profundidad de 20 a 30 cm, seguida del mullido del suelo. En terrenos mecanizables se realiza un pase de arado y dos pases de rastra, lo importante es destruir y preparar una buena cama de siembra para una germinación uniforme de las semillas.

2. Siembra.

Según el FNCYPDD (2001), existen tres métodos de siembra manuales (a voleo, a chorro continuo y a golpes o por sitios).

- **Siembra al voleo:** Consiste en esparcir las semillas en forma de lluvia sobre el terreno preparado y luego cubrirlas con una capa de suelo.
- **Siembra a chorro:** Consiste en dejar caer las semillas unas tras de otras en el surco que se ha trazado y luego taparlas con una capa de tierra.
- **Siembra en golpes o por sitios:** Consiste en dejar caer las semillas en hoyos que se han realizado previamente.

3. Amarre.

Las variedades de crecimiento indeterminado con su largo período de madurez y de producción generalmente requieren de amarre como soporte de la planta, este sistema se utiliza generalmente en la producción de arveja verde para el mercado en fresco.

4. Siembra en Hileras.

En la guía agronómica valle del Cauca, se indica que la arveja se siembra en líneas; pudiéndose usar las siguientes distancias: (40 – 60) cm entre surcos, (10 – 20) cm entre Plantas y 2 plantas por sitio; para obtener entre 166,000 y 500,000 plantas ha⁻¹.

Según el INIAP (1997), referido por Prado (2008), la densidad de siembra recomendada es de (130 a 180) kg ha⁻¹. Obteniendo de 360,000 a 550,000 plantas ha⁻¹. (Monar 2007), referido por Prado (2008), indica que las variedades decumbentes y en labranza convencional se siembra en surcos, se recomienda de (100 a 120) kg ha⁻¹ de semilla certificada (Monar 2007).

5. Deshierbas.

En términos generales la primera deshierba conviene hacerlo a una semana de la germinación o 15 a 20 días después de la siembra, después de esta etapa la planta crece con relativa rapidez, disminuyendo la necesidad de deshierbas sobre todo en los cultivos con densidades altas. Las deshierbas manuales deben ser muy superficiales para evitar el daño de raíces (FNCYPDD 2001).

6. Cosecha.

Para grano verde, se realiza en forma manual, cuando las vainas estén completamente verdes y desarrolladas, antes que empiecen a endurecer (cambio de color). Se efectuarán por lo menos dos cosechas. En la primera se recoge un 70 % y después de 15 a 20 días se realiza la segunda recolección (INIAP 1997).

La cosecha mecanizada consiste en arrancar las plantas, luego se las transporta a la desgranadora, para obtener el grano limpio. En la producción de arveja seca se utiliza la misma forma de cosecha cuando las vainas se encuentran completamente secas.

2.4. Área sembrada y rendimiento.

Según la Dirección Regional de Agricultura Cajamarca (2013) y el Ministerio de Agricultura y Riego (2013), el área sembrada y el rendimiento de arveja es como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Área sembrada y rendimiento de arveja.

| Ámbito/tipo de consumo | Área Sembrada (ha) | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Ámbito Nacional | | |
| Total | 84946 | |
| Grano seco | 52945 | 1002 |
| Grano verde (fresco) | 32001 | 3668 |
| Ámbito Regional | | |
| Total | 29702 | |
| Grano Seco | 18227 | 862 |
| Grano verde (fresco) | 11475 | 1607 |

Melelli (2002), en la VI Región del vecino país de Chile, evaluó el comportamiento agronómico de once cultivares de arveja para mercado fresco. En base a los resultados que obtuvo, manifiesta que en relación a productividad, se determinó que los cultivares semitardíos alcanzaron los mayores rendimientos, destacando Utrillo con 20 000 kg ha⁻¹ de vaina verde.

Reveco (1993), los rendimientos tanto en vaina como en grano verde, aumentaron significativamente al disminuir la distancia entre hileras de 60 a 30 cm. En este sentido, la producción por planta se vio disminuida en un 20% promedio para los tres cultivares, mientras que el rendimiento se incrementó entre el 50% y 66%. En lo que se refiere a componentes de rendimiento, el número de vainas por planta fue el único afectado al reducir el espaciamiento entre hileras. El número de granos por vaina y el peso de ellos, en tanto, no mostraron variaciones al disminuir la distancia entre hileras.

Choquehuanca (2006), en La Paz – Bolivia, determinó que la variedad de arveja Rondo, tiene un rendimiento de 4,090 kg ha⁻¹ de vaina verde, 8 vainas por planta y 5-6 granos por vaina.

Prado (2008), mediante un trabajo de investigación, concluye que las variables que contribuyeron a incrementar el rendimiento más alto fueron: Porcentaje de emergencia de plántulas en el campo, días a la floración (línea ECU-060 más tardía); altura de plantas; número de plantas por parcela, diámetro del grano y el peso de 100 semillas.

2.5. Asimilación de los nutrientes en plantas.

A continuación, se hace un resumen concerniente a este tema, en base al trabajo desarrollado por Novoa, Gonzales y Opazo (1990), del INIA Chile.

Los vegetales requieren 17 elementos para completar sus procesos fisiológicos y tener la posibilidad de expresar su potencial productivo. A dichos elementos se les conoce como nutrientes (elementos esenciales para la vida vegetal). Los encontramos en fuentes químicas, como: Urea, Fosfato diamónico, superfosfato triple de calcio, superfosfato simple de calcio, cloruro de potasio, sulfato de potasio, etc. También hay fuentes orgánicas, como: Estiércoles, compost, abonos verdes, restos de cosecha, etc.

2.5.1. Asimilación de los nutrientes.

Las formas químicas bajo las cuales son absorbidos los nutrientes por las plantas, desde la solución suelo, según Mengely Kirkby (1987), referidos por Novoa, Gonzales y Opazo (1990), se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Formas como las plantas absorben los nutrientes.

| Nutriente | Absorción |
|--|--|
| Primer grupo: C, H, O, N, S | En forma de HCO_3^- , H_2O , NO_3^- , SO_4^{2-} desde la solución suelo |
| Segundo grupo: P, B, Si | En la forma de fosfato (H_2PO_4^-), ácido bórico o borato, silicato desde la solución suelo. |
| Tercer grupo: K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl | En forma de iones desde la solución suelo |
| Cuarto grupo: Fe, Cu, Zn, Mo | En forma de iones o quelatos desde la solución suelo. |

2.5.2. Nutrientes primarios.

La FAO (2002), considera como elementos primarios, al nitrógeno, fósforo y potasio; debido a que se necesitan en grandes cantidades para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

- El Nitrógeno (**N**) es el motor del crecimiento de la planta. Suple del 1 al 4% del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también para la absorción de otros nutrientes.
- El Fósforo (**P**) que suple del 0,1 al 0,4% del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad.

- El Potasio (**K**) que suple del 1 al 4% del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

2.5.3. Balance del N, P y K.

Nitrógeno – aportes.

La fijación de N atmosférico (N_2), se debe a la existencia de bacterias, algunas de vida libre, como Azotobacter y bacterias fotosintéticas. Hay otras que viven simbióticamente (Rhizobium); las plantas aportan energía en forma de azúcares y las bacterias aportan el nitrógeno (nódulos).

Liberación por descomposición de la materia orgánica muerta en el suelo (mineralización de la materia orgánica muerta); los microorganismos del suelo al alimentarse de la materia orgánica liberan nitrógeno, especialmente en la forma orgánica (NO_3^- o nitrato), a la solución suelo. Esta es la principal forma en que las plantas absorben el nitrógeno del suelo, pero se lixivia con facilidad.

El aporte como fertilizantes, estiércoles o compost; es la vía más importante en suelos cultivados y permite que los cultivos alcancen altos rendimientos.

Nitrógeno – extracción.

Extracción o captura por las plantas, que requieren de grandes cantidades para formar sus biomásas.

Pérdida por lixiviación hacia capas inferiores de la tierra (contaminación de las napas subterráneas, durante la mineralización de la materia orgánica).

Pérdidas por escurrimiento superficial de aguas de lluvia, disuelto en agua o por remoción de partículas.

Pérdida por volatilización a la atmósfera, generalmente a partir de fertilizantes expuestos en la superficie del suelo.

Fósforo – aportes.

Las principales vías de aporte de P son la descomposición microbiana de los residuos orgánicos, la fertilización y la propia reserva del suelo, que viene a ser el aporte de las rocas. El fósforo proviene de la meteorización de la apatita, mineral que contiene fósforo, calcio, flúor, cloro y otros.

A medida que la apatita se descompone se forman numerosos compuestos, incluyendo dos ortofosfatos (H_2PO_4^- y HPO_4^{2-}), que las raíces de las plantas los absorben. Otra parte del fósforo formara compuestos con el Ca, Fe y Al, que generalmente no son usados por las plantas, dado que son insolubles

El fósforo se moviliza en el suelo por difusión, en forma muy lenta y de corto alcance y depende de la humedad y la temperatura.

Fósforo – extracción.

Las principales vías de reducción del P son la extracción por las plantas, muy poco por remoción de partículas por escurrimiento superficial del agua y por lixiviación ocurre en suelos arenosos principalmente.

Potasio – aportes.

Se origina en la descomposición de minerales primarios provenientes de la roca madre, por eso se lo encuentra casi siempre en cantidades suficientes, en la solución suelo como ion soluble (K^+). Este ion se mantiene en equilibrio con el ion K^+ absorbido sobre los minerales de arcilla y con el potasio atrapado por los coloides del suelo (arcilla y humus). Si el potasio logra removerse, es por difusión, en forma muy lenta y a corta distancia, en las películas de agua que rodean las partículas del suelo. En sequia el movimiento es más lento todavía.

Potasio – extracción.

Las pérdidas de potasio se deben a la extracción por los cultivos y el escurrimiento superficial y mucho menos por lixiviación.

2.6. Fertilización química.

Según Simpson (2001), el objetivo de la fertilización es de efectuar los aportes necesarios para que el suelo sea capaz por medio de fenómenos físico químicos que tienen lugar en su seno, de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada.

Suquilanda (2006), manifiesta que fertilizar consiste en alimentar a las plantas directamente mediante su abastecimiento con sustancias nutritivas químico sintéticas solubles, aplicadas en el suelo en el momento adecuado.

2.7. Los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos son aportes de nutrientes, pero también son mejoradores del suelo y su fertilidad, aportan algunos nutrientes como son fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, dependiendo del origen de los materiales; puesto que los estiércoles son excrementos de animales producto del proceso de digestión de alimentos, como piensos y residuos vegetales (Ramírez 2003).

Los abonos de origen animal constituyen el enfoque tradicional de las prácticas de fertilización orgánica, constituyendo una de las mejores formas para la actividad biológica de los suelos (Suquilanda 2006).

El aplicar residuos animales como los estiércoles no solo aportan nutrientes al cultivo, sino que también mantienen las reservas que ya existen en el suelo, entonces la ventaja de aplicar materia orgánica es que se mantiene la vida del suelo y se garantiza su fertilidad (Simpson 2001).

Un denominador común en la aplicación de estiércoles, es que no tienen una composición fija; esto depende de factores como ración alimenticia, edad del animal, tipo de animal, etc. Antes de la aplicación debe hacerse un tratamiento de fermentación para poner los elementos de forma asimilable para la planta (Suquilanda 1995).

2.7.1. Propiedades de los abonos orgánicos.

Sobre los abonos orgánicos, Simpson (2001) manifiesta lo siguiente:

- Por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- Mejoran la textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación del mismo.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto por agua como por viento, y aumentan la retención de agua en el suelo
- Aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH del mismo. Aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.
- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente, y mantienen los recursos del suelo y aumentan las cosechas.

Los abonos orgánicos conservan la vida en el suelo y constituyen la estrategia fundamental para garantizar la fertilidad biológica, física y química del mismo y por ende la obtención de sanas y abundantes cosechas (Suquilanda 1995).

2.7.2. Estiércoles.

Según Ramírez (2003), son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

Se trata de un abono compuesto de naturaleza órgano mineral, con un bajo contenido en elementos minerales. El nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica y el fósforo y potasio al 50% en forma orgánica y mineral, pero su composición varía entre límites muy amplios, dependiendo de la especie animal, la alimentación recibida, la elaboración y manejo del montón, etc. El valor de los aumentos de rendimientos que se obtienen cuando se aplica estiércol al suelo, es una buena medida de lo que vale el estiércol (Worthen 1995).

Tabla 3. Destino de nutrientes contenidos en el forraje que consume el animal.

| Concepto | Nitrógeno | Fosforo | Potasio |
|----------------------------|-----------|---------|---------|
| Usado por el animal | 25 % | 20 % | 10 % |
| Eliminado por el estiércol | 35 % | 80 % | 30 % |
| Eliminado por la orina | 40 % | 0 % | 60 % |

Fuente: WORTHEN 1995. Contenido mineral básico de los estiércoles.

Hoy en día el aporte de estiércoles, purines, y estiércoles semi líquidos, es bastante reducido y por lo general solo se usa en cultivos hortícolas cuyas producciones compensan esta aportación (Océano Centrum 1995).

Esta incorporación puede tener lugar directamente si se trata de excrementos de animales que pastan, aunque cuando se trata de animales estabulados, bien sea estabulación libre o atados es necesario tratar las excretas o almacenarlas antes de extenderlas en los suelos (Simpson 2001).

Tabla 4. Valoración mineral de estiércoles.

| Estiércol | N- total% | P % | K % | Ca % | Mg % | Fe (ppm) | Zn (ppm) | Mn (ppm) |
|------------|-----------|------|------|-------|------|--------------|-------------|-------------|
| E. Bovino | 2,02 | 0,80 | 0,50 | 2,04 | 0,85 | 1,07 | 217 | 408 |
| E. Cabra | 1,31 | 0,71 | 1,77 | 5,01 | 0,55 | 2,55 | 129 | 236 |
| E. Palomas | 1,50 | 1,20 | 0,20 | 2,86 | 0,65 | 2,61 | 124 | 776 |
| E. Pollos | 1,33 | 1,66 | 0,08 | 10,20 | 0,60 | 1,31 | 644 | 901 |

Fuente: Simpson (2001), el contenido de potación en el estiércol de aves es el siguiente:

Palomas: 1.2 % de fosforo y 0.2 % de potasio.

Pollos 1.66 % de fosforo y 0.08 % de potasio

Según Minagri (1998): Gallinaza. Fosforo 3.08 % y potasio 2.09 %.

Estiércol de vacuno: Fosforo 1.46% y potasio 3.41%.

2.7.3. Gallinaza.

El nitrógeno que contiene la gallinaza lo utilizan los microorganismos para el crecimiento de la población. Estos microorganismos agotan el nitrógeno residual y el compost se estabiliza y la temperatura baja a unos 30°C, en este estado el color del compost es café oscuro y su textura es friable. En cuanto al contenido de nutrientes, Tapia (2007), nos proporciona la tabla 5.

Tabla 5. Contenido de nutrientes de diferentes abonos animales fresco y seco.

| Animal | Materia | | | | | | |
|----------------------|-----------|-------------|--------------------------------|-------------------|-------------|-------------|------------------|
| | Seca% | %N | %P ₂ O ₅ | %K ₂ O | %CaO | %MgO | %SO ₄ |
| Vacuno (f) | 6 | 0.29 | 0.17 | 0.10 | 0.35 | 0.13 | 0.04 |
| Vacuno (s) | 16 | 0.58 | 0.01 | 0.49 | 0.01 | 0.04 | 0.13 |
| Oveja (f) | 13 | 0.55 | 0.01 | 0.15 | 0.46 | 0.15 | 0.16 |
| Oveja (s) | 35 | 1.95 | 0.31 | 1.26 | 1.16 | 0.34 | 0.34 |
| Caballo (f) | 24 | 1.55 | 0.35 | 1.50 | 0.45 | 0.24 | 0.06 |
| Caballo (s) | 10 | 0.55 | 0.01 | 0.35 | 0.15 | 0.12 | 0.02 |
| Gallinaza (s) | 47 | 6.11 | 5.21 | 3.20 | s.i. | s.i. | s.i.(f) |

(f) fresco; (s) seco; s.i. (sin información).

Fuente: SEPAR, 2004. Citado por Tapia et al. 2007.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del experimento.

El presente estudio se condujo el 20 de setiembre del 2015 y se concluyó los primeros días de febrero del 2016; en el Centro de Investigación Agraria “La Victoria” de la Universidad Nacional de Cajamarca – Distrito, Provincia y Región Cajamarca, situado a 9 km de la ciudad de Cajamarca (Vía a Cajabamba), a una altura de 2530 msnm, donde según el SENAMHI (2018), hay una precipitación anual de 730.8 mm (periodo 2002–2012). Las coordenadas del campo experimental son las siguientes: 781012 E y 9206770 N.

3.2. Materiales.

3.2.1. Material biológico.

- Semilla de arveja de la Variedad criolla blanca.

3.2.2. Material de campo.

- Abonos: Gallinaza, estiércol de vacuno, urea, superfosfato triple de calcio, cloruro de potasio).
- Cal.
- Estacas.
- Rafia.

3.2.3. Material de Escritorio.

- Libreta de campo.
- Papel.
- Plumón indeleble.

3.2.4. Herramientas y equipo de campo.

- Balanza tipo reloj.
- Wincha.
- Mochila de 15L.

- Cámara fotográfica.
- Rotulo.
- Canastas.
- Un determinador de humedad.

3.2.5. Herramientas y equipo de gabinete.

- Palana.
- Zapapico.
- Computador.
- Calculadora.
- Balanza electrónica.
- Cámara fotográfica.

3.3. Metodología.

El experimento fue instalado el 20 de setiembre del 2015 y se concluyó los primeros días de febrero del 2016. Se sembró arveja de la variedad criolla blanca.

3.3.1. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fue de Bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones.

a) Factores en estudio.

Tabla 6: Factores en estudio.

| Nivel | Descripción |
|--------------------------------|---|
| Sistema de siembra (a). | |
| a1 | Siembra en línea, chorro. |
| a2 | Siembra en línea, 2 semillas por golpe. |
| a3 | Siembra al voleo. |
| Tipo de abono (b). | |
| b1 | Gallinaza. |
| b2 | Estiércol de vacuno. |
| b3 | Abono químico. |

Tabla 7. Tratamientos en estudio.

| Numero | Tratamiento | Descripción |
|--------|-------------|---|
| 1 | | Siembra en líneas y semillas a chorro más |
| | a1b1 | gallinaza |
| 2 | | Siembra en líneas y semillas a chorro más |
| | a1b2 | estiércol de vacuno |
| 3 | | Siembra en líneas y semillas a chorro más |
| | a1b3 | abono químico |
| 4 | | Siembra en líneas y 2 semillas en golpes a 20cm |
| | a2b1 | de distancia más gallinaza |
| 5 | | Siembra en líneas y 2 semillas en golpes a 20cm |
| | a2b2 | de distancia más estiércol de vacuno |
| 6 | | Siembra en líneas y 2 semillas en golpes a 20cm |
| | a2b3 | de distancia más abono químico |
| 7 | | |
| | a3b1 | Siembra al voleo más gallinaza |
| 8 | | |
| | a3b2 | Siembra al voleo más estiércol de vacuno |
| 9 | | |
| | a3b3 | Siembra al voleo más abono químico |

El análisis de variancia de los tratamientos utilizados se realizó según el siguiente esquema:

Tabla 8. Esquema del análisis estadístico.

| Fuentes de variación | Grados de libertad (GL) |
|------------------------|-------------------------|
| Repeticiones | 2 |
| Tratamientos | 8 |
| Sistema de siembra (S) | 2 |
| Tipo de Abono (A) | 2 |
| Interacción (S*A) | 4 |
| Error Experimental | 16 |
| Total | 26 |

- **Trazado y rotulación de parcelas.** Utilizando estacas, cal y rafia, se delimito el campo experimental. La identificación de las parcelas se realizó mediante una tarjeta. Entre las repeticiones se trazaron calles de 1 m de ancho.
- **Trazado de líneas de siembra.** Esta labor se realizó utilizando una cuerda, una wincha y una lampilla, a la distancia que corresponda según el tratamiento. Se hizo el mismo día de la siembra.
- **Siembra.** El proceso de siembra se realizó en tres pasos: El primero consistió en trazar la línea de siembra. El segundo paso consistió en distribuir el abono en chorro y taparlo en el fondo del surco. El tercer paso consistió en distribuir las semillas de acuerdo al tratamiento y luego taparlas con una capa delgada de suelo.
- **Fertilización.** Se aplicó la fórmula recomendada por el laboratorio de suelos del INIA, lugar donde se realizó el análisis de suelos y abonos, correspondientes (Anexo 2). Las cantidades específicas de los abonos aplicados se indican en la tabla 9.

Tabla 9. Cantidades de abono aplicadas por parcela de (9.6 m²).

| Tipo de abono | Nitrógeno | Fosforo | Potasio |
|---------------------|------------------|----------------|-----------------|
| Gallinaza | 2.295 kg de G | 0.083 Kg de ST | 0.010 kg de ClK |
| Estiércol de vacuno | 3.429 kg de EV | 0.142 Kg de ST | 0.022 kg de ClK |
| Abono químico | 0.128 kg de urea | 0.181 Kg de ST | 0.064 kg de ClK |

- **Deshierbo.** En el mismo día de la siembra, se aplicó el herbicida (pre emergente Sencor). Posteriormente se realizó un deshierbo manual a los 30 días después de la siembra.
- **Riegos.** El riego se realizó por gravedad, evitando el arrastre y mezcla de material orgánico depositado en cada una de las parcelas de cada repetición. El riego se hizo de acuerdo a las condiciones climáticas.
- **Cosecha.** La cosecha se hizo por tratamiento, cuando el cultivo alcanzó la madurez de cosecha, que viene a ser cuando el grano ha llegado a su máximo desarrollo y la vaina presenta un color verde uniforme.

3.5. Evaluaciones registradas.

Se evaluaron las variables peso total de vainas (en gramos), peso total de grano (en gramos), número de vainas llenas por parcela, número de vainas vanas por parcela y altura de planta (en cm).

- **Peso total de vainas.** Constituye el peso en gramos, de las vainas recolectadas en los 2 m².
- **Peso total de grano.** Constituye el peso en gramos, de todos los granos obtenidos de las vainas contadas en los 2 m².
- **Número de vainas llenas por parcela en 2 m².** Se procedió a contar todas las vainas existentes en los 2 m² delimitados para tal fin.
- **Número de vainas vanas por parcela en 2 m².** Se procedió a contar todas las vainas vanas existentes en los 2 m² delimitados para tal fin.
- **Altura de planta.** Esta variable se evaluó tomando la longitud de 10 plantas tomadas totalmente al azar en cada unidad experimental cuando las plantas llegan a floración.

CAPITULO IV

RESULTADOS

A continuación, pasamos a presentar los resultados obtenidos de las variables evaluadas, de las cuales se han realizado análisis de varianza:

4.1. Peso total de vainas.

Esta variable se ha evaluada tomando todas las vainas llenas encontradas en 2 m² de cada unidad experimental. En el análisis de varianza para el peso total de vainas (Tabla 10), se observa que no hay diferencias significativas (NS) para la fuente repeticiones. Lo cual significa que en las condiciones en que se condujo el trabajo no fue necesario el diseño de Bloques Completos al Azar; hubiera sido suficiente el Diseño Completamente al Azar; para evaluar la variable peso de vainas.

En la misma tabla encontramos que hay diferencias altamente significativas para los tratamientos. Para la interacción de los factores (SxA), no se encontró significación estadística. Este resultado indica que cada factor actúa en forma independiente del otro factor; es decir actúan en forma independiente.

El coeficiente de variación (CV = 10.6%) indica la variabilidad del material experimental, estuvo dentro de rangos aceptables para este tipo de trabajos. Por tanto podemos continuar con el análisis de los resultados.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso total de vainas.

| Fuentes de Variación | Grados de libertad | suma de cuadrados | cuadrado medio | F cal | F tabular | |
|------------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|-----------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repeticiones | 1 | 462.08 | 462.08 | 0.48 NS | 5.32 | 11.26 |
| Tratamientos | 8 | 255788.88 | 31973.61 | 33.04** | 3.44 | 6.03 |
| Sistema de siembra (S) | 2 | 221661.59 | 110830.79 | 114.54** | 4.46 | 8.65 |
| Tipo de Abono (A) | 2 | 23851.10 | 11925.55 | 12.32** | 4.46 | 8.65 |
| Interacción (S*A) | 4 | 10276.20 | 2569.05 | 2.65 NS | 3.84 | 7.01 |
| Error | 8 | 7741.06 | 967.63 | | | |
| Total | 17 | 263992.02 | | | | |

CV = 10.6%

La comparación del valor de F calculada con F tabular para la fuente sistemas de siembra, nos indica la existencia de diferencias significativas; por tanto podemos afirmar que el peso total de vainas, es afectado significativamente por el sistema de siembra. Podemos decir también que estos resultados indican que el peso total de vainas por parcela varía, de acuerdo al sistema de siembra (Siembra en línea a chorro, siembra en línea golpes y siembra al voleo).

De la misma manera encontramos diferencias significativas para la fuente tipo de abono; por tanto podemos afirmar que el peso total de vainas es afectado significativamente por el tipo de abono. También podemos afirmar que el peso total de vainas, depende del tipo de abono que se use (Guano de Islas, Estiércol de vacuno o abono químico)

Para identificar al mejor sistema de siembra, se aplicó la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, cuyos resultados se dan en la (tabla 11).

Tabla 11. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para el sistema de siembra.

| Sistema de siembra | Peso de vaina/ parcela | Rendimiento (kg/ha) | Significación al 5% |
|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Línea y a Chorro | 374.9 | 1875 | A |
| Línea y Golpes | 371.2 | 1856 | A |
| Siembra al voleo | 137.6 | 688 | B |

En la última columna de la (Tabla 11), se presenta el resultado de aplicar la prueba de Duncan, la misma que nos indica que, de los tres sistemas de siembra evaluados, dos producen un mayor peso total de vainas (siembra en línea y chorro corrido y siembra en línea y golpes), puesto que estos dos sistemas de siembra, han recibido la letra A, que corresponde a los mejores tratamientos; superando así al tratamiento que consiste en siembra al voleo, el cual ha recibido la letra B, que identifica a los tratamientos que están después de los que tienen la letra A. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Reveco, 1993), quien encontró que la distancia entre líneas afecta el rendimiento de arveja. El mejor comportamiento de la siembra en línea y a golpes, concuerda con (Rondinel Ruiz, 2014), quien manifiesta que sembrando la arveja en golpes a 0.30 m de distancia se obtiene los

mejores rendimientos (9,650 kg ha⁻¹). El mejor efecto de los sistemas de siembra de arveja en línea, tanto a chorro como en golpe; sobre el rendimiento en vaina se debe probablemente a la mejor distribución de las plantas, la misma que favorece una mejor circulación del aire y un mejor acceso a la luz solar. Resultados que concuerdan con (Rondinel Ruiz, 2014).

La tercera columna de la (tabla 11), muestra los rendimientos estimados que corresponden a cada sistema de siembra. Se ha incluido dicha información para hacer posible el uso de los resultados por científicos, técnicos y público en general.

Los resultados comentados se observan en forma objetiva en la (figura 2), donde la columna correspondiente al sistema de siembra al voleo, queda marcadamente más abajo.

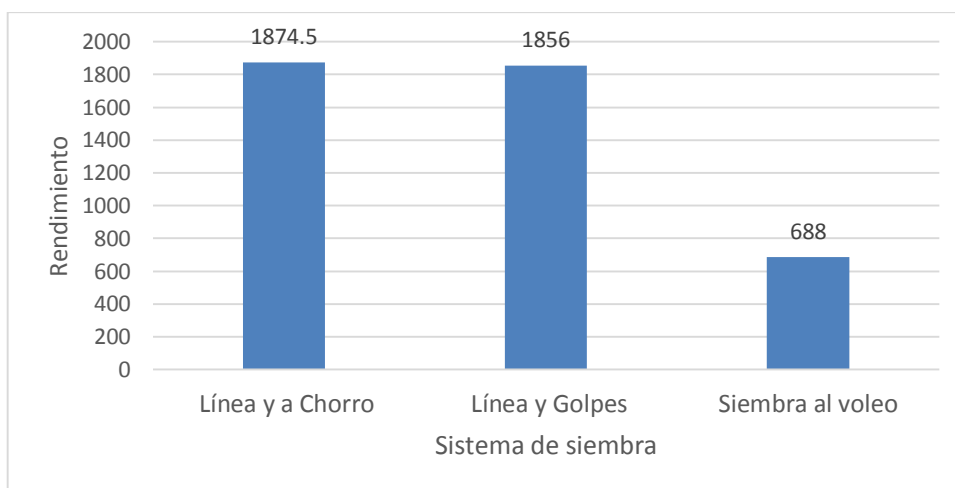


Figura 2. Rendimiento de vaina de acuerdo al sistema de siembra.

Habiendo encontrado diferencias significativas para la fuente tipo de abono, es necesario aplicar la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, con la finalidad de identificar al mejor tipo de abono para peso total de vainas; los resultados obtenidos se dan en la (tabla 12).

La prueba de Duncan al 5% (Tabla 12), nos indica que el mejor rendimiento se obtiene con gallinaza, por tanto sería el mejor tipo de abono para producir vainas de arveja verde, sin embargo el rendimiento de este tipo de abono es estadísticamente semejante al obtenido con estiércol de vacuno, porque ambos recibieron la letra A y según la teoría estadística (García, 2001), los tratamientos que reciben la misma letra tienen rendimiento semejante.

El peor tipo de abono sería el abono químico, por haber recibido solo la letra B, pese a que el estiércol de vacuno recibe también la letra B, pero ha recibido la letra A, con lo cual se estaría diferenciado del abono químico.

Tabla 12. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para el tipo de abono.

| Tipo de abono | Peso de vaina/ parcela | Rendimiento (kg/ha) | Significación al 5% |
|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Gallinaza | 339.6 | 1698 | A |
| Estiércol de vacuno | 293.6 | 1468 | AB |
| Abono químico | 250.5 | 1252.5 | B |

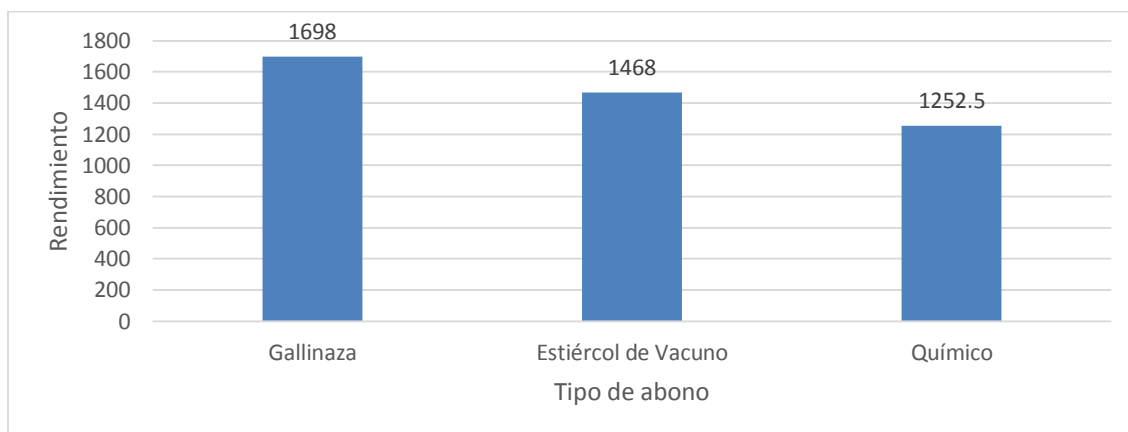


Figura 3. Rendimiento (kg/ha) de vainas, por el tipo de abono (gallinaza, estiércol de vacuno y abono químico).

De estos resultados se concluye, que el sistema de siembra y el tipo de abono afectan el rendimiento de arveja en vaina verde. De los sistemas de siembra destacan la siembra en líneas y la siembra en golpes. Entre los tipos de abono destaca la gallinaza. Estos resultados concuerdan con (Gonzales, 2006), quien encontró que se consigue un mayor rendimiento de arveja en vaina verde, aplicando 150 unidades de potasio más 10 t ha⁻¹ de estiércol de vacuno. También concuerdan con los resultados obtenidos por (Ligarreto, 2006), quien informa que consiguió un mayor rendimiento de arveja en vaina verde con la aplicación de 100 unidades de potasio más gallinaza.

4.2. Peso total de grano

La (tabla 13), nos muestra que no hay diferencias significativas para repeticiones, entonces podemos decir que no fue necesario estratificar el terreno para realizar el presente estudio.

Se observa diferencias altamente significativas, para las fuentes de variación tratamientos, sistema de siembra y tipo de abono. Lo cual significa que los factores han afectado al peso de grano por parcela con 99 % de probabilidad. Específicamente ha influido el sistema de siembra y el tipo de abono de forma independiente. Es lo mismo decir que el peso de grano por parcela varía de acuerdo al sistema de siembra como también de acuerdo al tipo de abono.

En cambio la interacción sistema de siembra por tipo de abono no causa efectos significativos en el peso de grano de arveja verde (fresco). Entonces podemos decir que los efectos del sistema de siembra son independientes de los efectos del tipo de abono, en relación al peso de grano por parcela. El coeficiente de variación (11.98%) indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (peso total de granos), es decir, que los resultados encontrados en un mismo tratamiento fueron diferentes.

Tabla 13. Análisis de varianza para el peso total de grano.

| Fuentes de Variación | Grados de libertad | suma de cuadrados | cuadrado medio | F cal | F tabular | |
|------------------------|--------------------|-------------------|----------------|-----------|-----------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repeticiones | 1 | 25.68 | 25.68 | 0.09 NS | 5.32 | 11.26 |
| Tratamientos | 8 | 78644.44 | 9830.56 | 34.69 ** | 3.44 | 6.03 |
| Sistema de siembra (S) | 2 | 69169.92 | 34584.96 | 122.03 ** | 4.46 | 8.65 |
| Tipo de Abono (A) | 2 | 6658.35 | 3329.18 | 11.75 ** | 4.46 | 8.65 |
| Interacción (SxA) | 4 | 2816.16 | 704.04 | 2.48 NS | 3.84 | 7.01 |
| Error | 8 | 2267.32 | 283.42 | | | |
| Total | 17 | 80937.4 | | | | |

CV = 11.98%

Con la finalidad de identificar los mejores sistemas de siembra y tipo de abono; se aplicó la comparación de medias de Duncan con $\alpha = 0.05$, los resultados se dan en las tablas (14 y 15).

La prueba de Duncan al 5 % (Tabla 14) y (Figura 4), indica que la siembra en línea y la distribución de la semilla en línea a chorro y la siembra en golpes; constituyen la mejor forma de sembrar arveja para la producción de grano verde (fresco). No sería recomendable la siembra al voleo porque se consigue un rendimiento significativamente menor.

Tabla 14. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para el sistema de siembra.

| sistema de siembra | Peso de grano/ parcela | Rendimiento (kg/ha) | significación al 5% |
|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Línea y a Chorro | 217 | 1 085 | A |
| Línea y Golpes | 211.6 | 1 058 | A |
| Siembra al voleo | 82.9 | 415 | B |

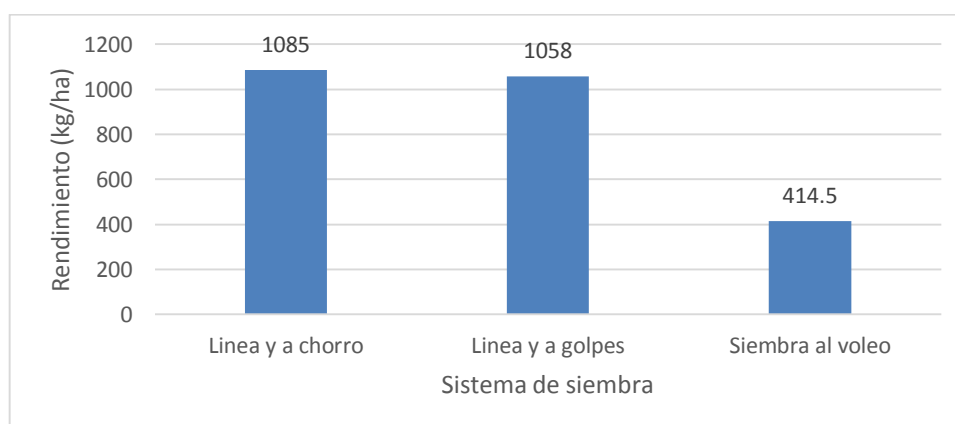


Figura 4. Rendimiento (kg/ha) de grano verde en arveja producido por el sistema de siembra.

En cuanto al factor tipo de abono, la prueba de Duncan (Tabla 15) y (Figura 5) indica que los mejores pesos de grano de arveja verde (fresco), se obtienen usando gallinaza (grupo A), y los peores rendimientos cuando se usa abono químico (grupo B).

El estiércol de vacuno se ubica en una posición intermedia, de modo que comparte el primer grupo (A), con el mejor tratamiento (gallinaza), como también comparte con el grupo (B), que incluye al peor tipo de abono para producir arveja grano verde

(fresco), constituido por el abono químico. Se esclarecerá el rol del estiércol de vacuno en futuros trabajos de investigación.

De lo comentado se concluye que el mayor rendimiento en grano se consigue con el abono orgánico gallinaza. Situación que concuerdan con los resultados obtenidos por (Gonzales, 2006) y (Ligarreto; 2006), que obtuvieron los mayores rendimientos con abono orgánico.

Tabla 15. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para el tipo de abono.

| tipo de abono | Peso de grano/ Parcela | Rendimiento (kg/ha) | significación al 5% |
|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Gallinaza | 193.7 | 968.5 | A |
| Estiércol de vacuno | 171.1 | 855.5 | AB |
| Químico | 146.6 | 733.0 | B |

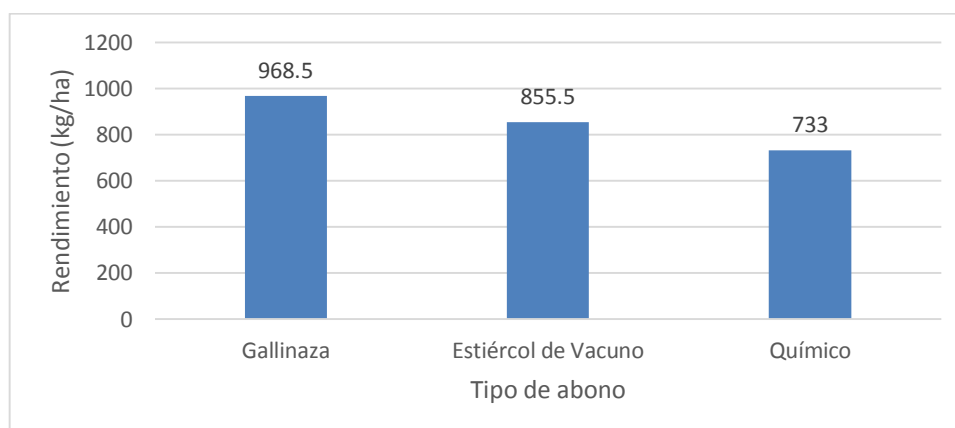


Figura 5. Rendimiento (kg/ha) de grano verde en arveja producido por el tipo de abono (gallinaza, estiércol de vacuno y abono químico).

4.3. Número de vainas llenas por parcela.

Los datos de esta variable han sido analizados según el diseño experimental usado, obteniendo los resultados que se dan en la (tabla 16).

El coeficiente de variación ($CV = 6.99\%$) indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (número de vainas llenas por parcela), es baja; por tanto existe confianza de continuar con el análisis de los resultados.

En la (Tabla 16), se observa que no hay diferencias significativas para la fuente de variación repeticiones, lo cual significa que no fue necesario estratificar el suelo para realizar el presente experimento.

Para todas las otras fuentes de variación si existen diferencias altamente significativas (**); lo cual indica que el número de vainas por parcela se ve afectado por los factores en estudio, incluso por la interacción entre ellos.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) del número de vainas llenas por parcela.

| Fuentes de Variación | Grados de libertad | suma de cuadrados | cuadrado medio | F cal | F tabular | |
|------------------------|--------------------|-------------------|----------------|---------|-----------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repeticiones | 1 | 93.4 | 93.4 | 0.2NS | 5.32 | 11.26 |
| Tratamientos | 8 | 262960 | 32870 | 67.2 ** | 3.44 | 6.03 |
| Sistema de siembra (S) | 2 | 229162.3 | 114581.2 | 234.1** | 4.46 | 8.65 |
| Tipo de Abono (A) | 2 | 19764.3 | 9882.2 | 20.2** | 4.46 | 8.65 |
| Interacción (S*A) | 4 | 14033.3 | 3508.3 | 7.2** | 3.84 | 7.01 |
| Error | 8 | 3915.1 | 489.4 | | | |
| Total | 17 | 266968.5 | | | | |

CV = 6.99%

El efecto altamente significativo de la interacción de sistema de siembra por tipo de abono; significa que el efecto del factor sistema de siembra, depende del efecto del factor tipo de abono o lo que es lo mismo decir que el efecto del factor tipo de abono, depende del factor sistema de siembra. Por tanto no podemos manejar por separado ninguno de los factores.

Para determinar las mejores combinaciones de los niveles de los factores, en relación al número de vainas por parcela; se aplicó la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, obteniéndose los resultados que se dan en la (Tabla 17).

En la (Tabla 17) y (Figura 6), se observa un primer grupo A conformado por los tres tratamientos que logran el mayor número de vainas por parcela.

Observando estos tres tratamientos podemos afirmar lo siguiente:

Destaca la mejor interacción de los sistemas de siembra: siembra en línea y la semilla distribuida a chorro, también el sistema de siembra en línea y las semillas

colocadas en golpes; interactuando con los tipos de abono gallinaza y estiércol de vacuno.

En la misma (tabla 17) se aprecia que las peores interacciones corresponden al sistema de siembra al voleo, con los tres tipos de abono. De tal manera que podemos descartar la siembra de siembra al voleo.

Tabla 17. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad la interacción de los factores (sistema de siembra por tipo de abono).

| Tratamientos | Numero de vainas llenas/ parcela | significación al 5% |
|--|----------------------------------|---------------------|
| Siembra en línea y semillas a chorro más gallinaza | 466 | A |
| Siembra en línea y semilla en golpe más estiércol de vacuno | 432 | A |
| Siembra en línea y semilla en golpe más gallinaza | 429 | AB |
| Siembra en línea y semilla a chorro más abono químico | 351 | BC |
| Siembra en línea y semillas a chorro más estiércol de vacuno | 346 | BC |
| Siembra en línea y semilla en golpe más abono químico | 326 | C |
| Siembra al voleo más gallinaza | 162 | D |
| Siembra al voleo más estiércol de vacuno | 158 | D |
| Siembra al voleo más químico | 137 | D |

Entonces podemos concluir diciendo que para obtener el mayor número de vainas por parcela, no podemos manejar en forma independiente los factores sistema de siembra y tipo de abono; porque estos interactúan. Las mejores interacciones son; siembra en líneas con semillas a chorro más gallinaza y siembra en líneas con semilla en golpes más estiércol de vacuno.

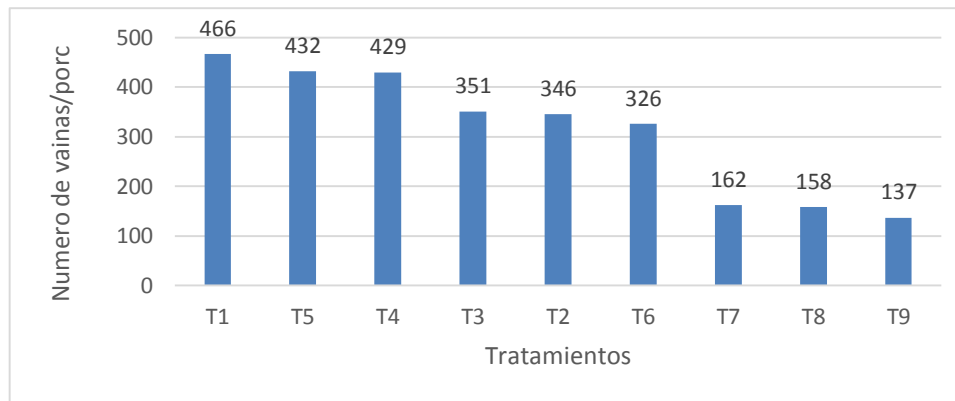


Figura 6. Promedio del número de vainas llenas producido por la interacción de los factores en estudio (sistema de siembra por tipo de abono).

4.4. Número de vainas vanas por parcela.

Se han incluido como vainas vanas, a todas aquellas que han alcanzado al menos 4 cm de largo, pero que no han logrado formar granos.

Tabla 18. Análisis de varianza para el número de vainas vanas por parcela.

| Fuentes de variación | Grados de libertad | suma de cuadrados | cuadrado medio | F cal | F tabular | |
|------------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|-----------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repeticiones | 1 | 8 | 8 | 0.42 NS | 5.32 | 11.26 |
| Tratamientos | 8 | 1069.78 | 133.72 | 7.13 ** | 3.44 | 6.03 |
| Sistema de siembra (S) | 2 | 67.44 | 33.72 | 1.80 NS | 4.46 | 8.65 |
| Tipo de Abono (A) | 2 | 865.78 | 432.89 | 23.09 ** | 4.46 | 8.65 |
| Interacción (S*A) | 4 | 136.56 | 34.14 | 1.82 NS | 3.84 | 7.01 |
| Error | 8 | 150 | 18.75 | | | |
| Total | 17 | 1227.78 | | | | |

CV = 8.68%

El coeficiente de variación (CV = 8.68%) indica la variabilidad del material experimental es baja y por tanto no perturba el análisis del número de vainas vanas por parcela.

En la (Tabla 18), se observa que hay diferencias altamente significativas para tratamientos y para tipo de abono únicamente, por tanto podemos afirmar que el número de vainas vanas es afectado por el tipo de abono, mas no por el sistema de siembra.

Para determinar el mejor tipo de abono, en relación al número de vainas vanas por parcela; se aplicó la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, obteniéndose los resultados que se dan en la (tabla 19).

La prueba de Duncan al 5% (Tabla 19) y (Figura 7) indica que destaca el abono químico, porque produce el mayor número de vainas vanas, superando al estiércol de vacuno y gallinaza, con 95 % de probabilidad. Sin embargo debemos tener presente que un mayor número de vainas vanas no es lo deseable, puesto que algunas de ellas corresponden a vainas que han debido formar granos y contribuir así con un mayor rendimiento tanto de vaina como de grano. Desde este punto de vista, podemos atribuir al alto número de vainas vanas como una de las causas por las cuales el abono químico, fue superado por la gallinaza en el rendimiento de vainas, como de granos.

Entonces podemos concluir afirmando que el tipo de abono afecta el número de vainas vanas de la arveja y entre los abonos estudiados, el abono químico es el que más vainas vanas ha formado.

Tabla 19. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para el tipo de abono.

| Tipo de Abono | Nº de vainas vanas/ parcela | significación al 5% |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Abono químico | 59.6 | A |
| Gallinaza | 45.7 | B |
| Estiércol de vacuno | 44.3 | B |

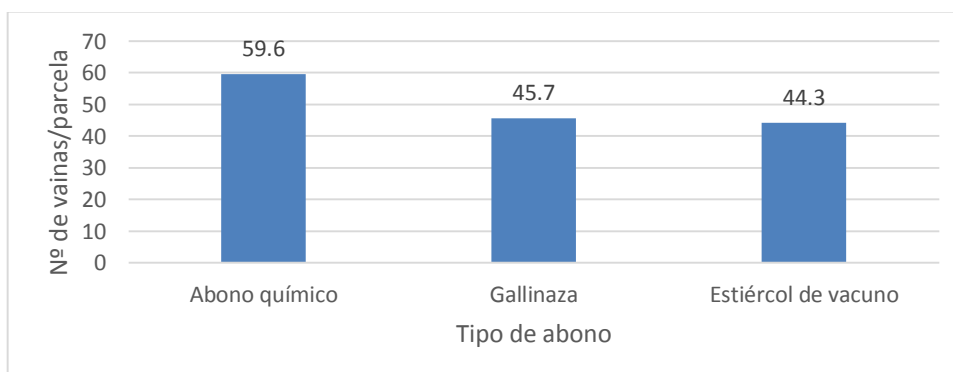


Figura 7. Promedio del número de vainas vanas por parcela producido por el tipo de abono (gallinaza, estiércol de vacuno y abono químico).

4.5. Altura de planta.

Debido a que en el experimento no se usó tutores ni espalderas, las plantas no pudieron permanecer erguidas, porque el peso del follaje y las vainas las llevaron hacia el suelo, llegando a formar una especie de colchón. Por lo tanto, no se ha podido medir la altura de la planta. Lo que se ha podido medir es la longitud del tallo.

En el análisis de varianza para la altura de planta (Tabla 20), se aprecia que existe diferencias altamente significativas para los factores en estudio incluido la interacción entre sistemas de siembra y tipo de abono; lo cual significa que los factores sistema de siembra y tipo de abono afectan la altura de planta a través de su interacción; es decir el efecto del sistema de siembra depende del tipo de abono, como también se puede decir que el efecto del tipo de abono en la altura de planta de arveja depende del sistema de siembra; es decir, no son independientes los efectos de los factores sistemas de siembra y tipo de abono.

El coeficiente de variación ($CV = 4.4\%$) indica la variabilidad del material experimenta para la variable evaluada (altura de planta), es baja en relación a la variación general; y por tanto no perturba el análisis para determinar la altura de planta.

Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta

| Fuentes de Variación | Grados de libertad | suma de cuadrados | cuadrado medio | F cal | F tabular | |
|------------------------|--------------------|-------------------|----------------|---------|-----------|-------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repeticiones | 1 | 14.22 | 14.22 | 0.28NS | 5.32 | 11.26 |
| Tratamientos | 8 | 4197 | 467.91 | 9.16** | 3.44 | 6.03 |
| Sistema de siembra (S) | 2 | 2332.33 | 1166.17 | 22.82** | 4.46 | 8.65 |
| Tipo de Abono (A) | 2 | 553 | 276.5 | 5.41* | 4.46 | 8.65 |
| Interacción (S*A) | 4 | 1311.67 | 327.92 | 6.42* | 3.84 | 7.01 |
| Error | 8 | 408.78 | 51.1 | | | |
| Total | 17 | 4620 | | | | |

CV = 4.4%

Tabla 21. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad la interacción de los factores en estudio (sistema de siembra por tipo de abono).

| Tratamientos | Longitud de planta | Duncan al 5% |
|--|--------------------|--------------|
| siembra en líneas y semillas a chorro más abono químico | 187.5 | A |
| siembra en líneas y semillas a chorro más gallinaza | 181.5 | AB |
| siembra en líneas y 2 semillas en golpes a 20cm de distancia más abono químico | 173.5 | ABC |
| siembra en líneas y 2 semillas en golpes a 20cm de distancia más gallinaza | 167.5 | BCD |
| siembra al voleo más estiércol de vacuno | 157 | CDE |
| siembra en líneas y semillas a chorro más estiércol de vacuno | 156.5 | CDE |
| siembra en líneas y 2 semillas en golpes a 20cm de distancia más estiércol de vacuno | 152 | DE |
| siembra al voleo más abono químico | 145 | DE |
| siembra al voleo más gallinaza | 140.5 | E |

La prueba de Duncan al 5% (Tabla 21) y (Figura 8) ha formado el grupo A, con las mejores interacciones, para la variable longitud de planta, en las cuales destaca el factor sistema de siembra en línea, porque interactúa en las tres mejores interacciones.

Estos resultados indican que la interacción del siembra en líneas con semilla a chorro más abono químico, produjo la mayor longitud de tallo (187.5 cm.). Le sigue la interacción de la siembra en línea con semillas a chorro, más gallinaza.

La buena performance de la siembra en línea, se origina probablemente en que el ordenamiento de las plantas en línea, deja una franja libre entre líneas, que favorece una mejor penetración de la luz y una mejor circulación del aire.

Las interacciones donde participa la siembra al voleo, ocupan los últimos lugares. Esta mala performance se debe probablemente a que las plantas quedan en total desorden en las parcelas, por tanto la penetración de los rayos solares y la circulación del aire no es la adecuada. Entonces podemos concluir, afirmando que la longitud de planta se ve afectada por la interacción de los factores sistema de siembra y abono y las mejores interacciones son del sistema de siembra en líneas y las semillas a chorro más abono químico (Muñoz 2013).

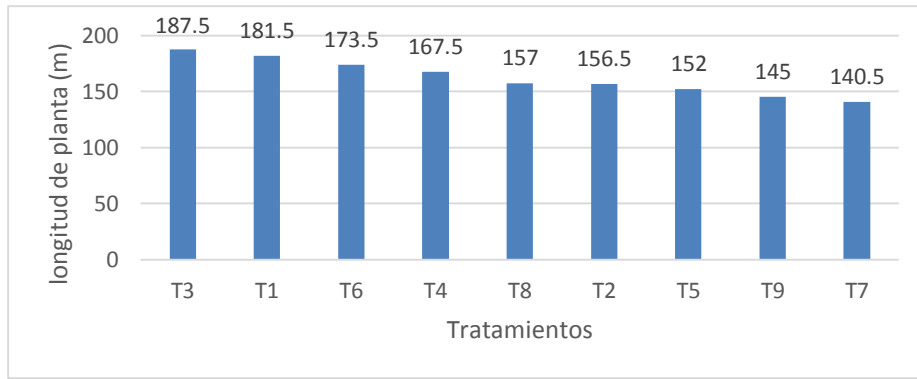


Figura 8. Promedio de la longitud de tallos producido por la interacción de los factores en estudio (sistema de siembra por tipo de abono).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. El rendimiento de arveja en vaina verde es afectado por el sistema de siembra y por el tipo de abono. El mejor efecto del sistema de siembra se consigue con:
a) Siembra en líneas y chorro corrido (1875 Kg ha⁻¹). b) Siembra en líneas y golpes (1856 Kg ha⁻¹). El mejor efecto del tipo de abono se consigue con gallinaza (1698 Kg ha⁻¹).
2. El sistema de siembra y el tipo de abono afectan el rendimiento de arveja en grano verde. El mejor efecto del sistema de siembra se consigue con la siembra en líneas y chorro corrido (1085 Kg ha⁻¹) y con el sistema siembra en líneas y golpes (1058 Kg ha⁻¹). El mejor efecto del tipo de abono se consigue con gallinaza (968 Kg ha⁻¹).
3. El número de vainas por parcela es afectado por la interacción del sistema de siembra por tipo de abono. La mayor cantidad de vainas por parcela se consigue con las interacciones: a) Siembra en línea y chorro corrido más gallinaza (466 vainas por parcela). b) Siembra en líneas y golpes más estiércol de vacuno (432 vainas por parcela).
4. El tipo de abono afecta al número de vainas vanas por parcela. El mayor número de vainas vanas por parcela (59.6), se forman con abono químico (Urea + superfosfato triple de calcio + cloruro de potasio).
5. La longitud de planta se ve afectada por la interacción del sistema de siembra por tipo de abono. La mayor longitud de planta se consigue con la interacción siembra en línea y a chorro con abono químico (187.5 cm).

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Appella C. y Manso L. (2001). Evaluación de diferentes prácticas de manejo en el cultivo de arveja. Argentina
- Cajamarca V., D. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos.
- Cantarero Herrera, R.J. Y Martínez Torres, OA. (2002). Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol de vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Variedad NB-6. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. Nicaragua.
- Choquehuanca C, R. 2006. Sistemas de cultivo de dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en lecho del río y terreno cultivable, bajo tres densidades de siembra en Cota. Tesis (Ing. Agr). Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia.
- Disponible en https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf. Colombia
- Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. (1998). El cultivo de la arveja. 3ª ed. Cali Litoncecoa. pp. 2-21.
- Federación Nacional de Cafeteros y Programas de Desarrollo y Diversificación (FNCYPDD). (2001). El cultivo de la arveja. Ediciones Montserrat. Cundinamarca - Colombia.
- García V. y Otros. (2001). Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias Agrociencia. Colegio de Postgraduados México. Agrotecnia Vol. 35, núm.1. Tezcoco. México. 79-86 pp.

- Gonzales P, JC. (1992). Fertilización potásica y estiércol de vacuno en el rendimiento de arveja verde (*Pisum sativum L.*) variedad utrillo, en condiciones edafoclimáticas del valle de Chilina – Arequipa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo.
- Gonzales Sotelo, A. (1995). Aplicación y Efecto Residual del Estiércol en la Producción y Calidad del Buffel (*Cenchrus ciliaris c.v.*) en el Trópico Seco. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. México.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2009). Perú: Consumo Per Cápita de los Principales Alimentos 2008-2009.
- Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Pecuaria (INIAP). (1997). Variedades mejoradas de Arveja (*Pisum sativum L.*) de tipo Enana – Erecta para la Sierra Ecuatoriana. Programa Nacional de Leguminosas. Quito - Ecuador.
- Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria. (2015). El cultivo de arveja en Colombia. 3era. Ed. La Paz- Colombia. 78 pg.
- Lazo M. J.D. (2005). Estiércol de vacuno asociado a niveles de fertilización nitrogenada y potásica en la producción de arveja verde (*Pisum sativum L.*) variedad utrillo. Tesis para optar el título profesional de ingeniero Agrónomo.
- Ligarreto A.L. y Ospina R.A. (2009). Análisis de parámetros heredables asociados al rendimiento y precocidad en arveja voluble (*Pisum sativum L.*) tipo Santa Isabel. Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Colombia.
- Lizárraga M. JC. .Cuatro niveles de potasio y dos niveles de gallinaza en la tecnología del manejo integrado de nutrientes y su efecto en el rendimiento de arveja verde (*Pisum sativum L.*) variedad Rondo. Tesis para optar el título profesional de ingeniero Agrónomo.

- Melelli F. PV. (2002). Comportamiento agronómico de once cultivares e arveja (*Pisum sativum* L.) para mercado fresco. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor. Facultad de Ciencias Silvoagropecuarias. Santiago de Chile. Chile.
- Ministerio de Agricultura (MINAG). (2012). Producción Agrícola, Lima Perú.
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI) s.f. El guano de islas propiedades y usos. Agrorural.
- Novoa R; Gózales S y Opazo G. (s.f.). Buenas prácticas de manejo de fertilizantes. Santiago. Chile. INIA.
- Océano Centrum. 1995. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería, Grupo Editorial S.A. Barcelona - España. pp. 367, 368, 369.
- Pantoja J. y Otros. (1985). La aplicación de urea en seco resulta en menor producción de arveja (*Pisum sativum* L.), Var. INIAP 436 Liliana, en Ambuela, Perucho, Pichincha, Ecuador.
- Pérez R. y Fernando C. Evaluación de siete niveles de fertilización potásica en el rendimiento de arveja verde (*Pisum sativum* L.) var. Utrillo. Tesis para optar el título profesional de ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa Perú.
- Prado V y Luis. 2008. Evaluación Agronómica de dos Líneas de Arveja (*Pisum sativum* L.) y su Efecto a la Fertilización Química y Orgánica, en el Cantón Chimbo. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica.
- PUGA, J. 1992. Manual de la arveja. PROEXANT Promoción de exportaciones agrícolas. Quito - Ecuador. pp. 1, 2, 3, 4.
- RAMIREZ, G. 2003. Agricultura Orgánica. Sexta Edición. Editorial Castaño Ltda. Quito - Ecuador. p 49.

- Reveco I, M.I. (1993). Efecto de tres densidades poblacionales sobre el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) [Spring, Perfected Freezer, Novella]. Tesis (Ing. Agr.). Escuela de Agronomía. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Chile.
- Rondinel Ruiz, R. 2014. Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación. tesis para obtener el título profesional de: ingeniero agrónomo. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Agrarias. Ayacucho. Perú. 100 pp.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI Perú). 2006. Fertilización potásica y estiércol de vacuno en el rendimiento de arveja verde (*Pisum sativum* L.) variedad utrillo, en condiciones edafoclimáticas del valle de Chilira – Arequipa.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 2018. Lima Perú 1 p. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- SIMPSON, K. 2001. Abonos y Estiércoles. Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España. pp. 4, 6, 91, 92,96.
- SUQUILANDA, M. 2006. Agricultura Orgánica. Tercera Edición. Abya-Yala. Quito - Ecuador. pp. 12, 13, 16.
- Vaca, RE. 2011. Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en Santa Martha de Cuba – Carchi. Cuba. 3, 5pg.
- WORTHEN, R. 1995. Suelos agrícolas su conservación y fertilización. Editorial Hispano América. México Df. pp. 211, 212, 207.
- World Fertilizer use Manual, 1992, IFA, Paris, 632p. Página Web <http://www.fertilizer.org>, también disponible en versión CD.

ANEXOS

Anexo 1. Tablas de resultados complementarios.

Tabla 22. Peso total de vainas en 2 m² de cada parcela.

| Sistema de siembra | Tipo de Abono | Repeticiones | | Promedio |
|--------------------|---------------------|--------------|-------|----------|
| | | I | II | |
| Línea a chorro | Gallinaza | 435.6 | 481.3 | 458.5 |
| | Estiércol de vacuno | 313.1 | 353.5 | 333.3 |
| | Abono químico | 336.8 | 328.8 | 332.8 |
| Línea en golpe | Gallinaza | 432.2 | 375.4 | 403.8 |
| | Estiércol de vacuno | 349.1 | 442.1 | 395.6 |
| | Abono químico | 322.4 | 305.9 | 314.2 |
| Al voleo | Gallinaza | 153.1 | 160 | 156.6 |
| | Estiércol de vacuno | 161.8 | 142.1 | 152 |
| | Abono químico | 101.3 | 107.5 | 104.4 |
| Promedio | | 309.9 | 314.4 | 294.6 |

Tabla 23. Peso total de grano en 2 m² de cada parcela.

| Sistema de siembra | Tipo de abono | Repeticiones | | Promedio |
|--------------------|---------------------|--------------|-------|----------|
| | | I | II | |
| Línea a chorro | Gallinaza | 246.3 | 272.2 | 259.3 |
| | Estiércol de vacuno | 187.1 | 209.9 | 198.5 |
| | Abono químico | 190.5 | 195.9 | 193.2 |
| Línea en golpe | Gallinaza | 244.4 | 212.3 | 228.4 |
| | Estiércol de vacuno | 207.4 | 250 | 228.7 |
| | Abono químico | 182.3 | 172.9 | 177.6 |
| Al voleo | Gallinaza | 96.6 | 90.5 | 93.6 |
| | Estiércol de vacuno | 91.5 | 80.4 | 86 |
| | Abono químico | 77.3 | 60.8 | 69.1 |
| Promedio | | 169.3 | 171.7 | |

Tabla 24. Número de vainas llenas por parcela.

| Sistema de siembra | Tipo de abono | Repeticiones | | Promedio |
|--------------------|---------------------|--------------|-------|----------|
| | | I | II | |
| Línea a chorro | Gallinaza | 453 | 480 | 466.5 |
| | Estiércol de vacuno | 325 | 367 | 346 |
| | Abono químico | 360 | 342 | 351 |
| Línea en golpe | Gallinaza | 449 | 410 | 429.5 |
| | Estiércol de vacuno | 405 | 459 | 432 |
| | Abono químico | 335 | 318 | 326.5 |
| Al voleo | Gallinaza | 159 | 166 | 162.5 |
| | Estiércol de vacuno | 168 | 148 | 158 |
| | Abono químico | 135 | 140 | 137.5 |
| Promedio | | 309.9 | 314.4 | 312.2 |


Tabla 25. Número de vainas vanas por parcela.

| Sistema de siembra | Tipo de abono | Repeticiones | | Promedio |
|--------------------|---------------------|--------------|------|----------|
| | | I | II | |
| Línea a corro | Gallinaza | 40 | 45 | 42.5 |
| | Estiércol de vacuno | 38 | 40 | 39 |
| | Abono químico | 65 | 55 | 60 |
| Línea en golpe | Gallinaza | 47 | 52 | 49.5 |
| | Estiércol de vacuno | 40 | 46 | 43 |
| | Abono químico | 62 | 59 | 60.5 |
| Al voleo | Gallinaza | 47 | 43 | 45 |
| | Estiércol de vacuno | 46 | 56 | 51 |
| | Abono químico | 58 | 59 | 58.5 |
| Promedio | | 49.2 | 50.6 | 49.88 |

Tabla 26. Altura de planta.

| Sistema de siembra | Tipo de abono | Repeticiones | | Promedio |
|--------------------|---------------------|--------------|-------|----------|
| | | I | II | |
| línea a corro | gallinaza | 173 | 190 | 181.5 |
| | estiércol de vacuno | 154 | 159 | 156.5 |
| | abono químico | 185 | 190 | 187.5 |
| línea en golpe | gallinaza | 175 | 160 | 167.5 |
| | estiércol de vacuno | 158 | 146 | 152 |
| | abono químico | 174 | 173 | 173.5 |
| al voleo | gallinaza | 140 | 141 | 140.5 |
| | estiércol de vacuno | 160 | 154 | 157 |
| | abono químico | 150 | 140 | 145 |
| Promedio | | 163.22 | 161.4 | 162.31 |

Anexo 2. Resultados de los análisis químicos.


PERÚ Ministerio de
Agricultura y Riego

Estación Experimental
Agraria Baños del Inca

"Año de la Diversificación Productiva y Fortalecimiento de la Educación"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **ING. HIPOLITO DE LA CRUZ ROJAS
ROSARIO MARYLUZ ESCALANTE SANCHEZ
WILSER APARICIO ESPARZA PAJARES
JOSE LUIS DIAZ MERINO**

PROCEDENCIA : Cajamarca – Fundo La Victoria - UNC Fecha: **20/08/2015**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | C.E. mS/cm | Al meq/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|------------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| Muestra 3 | SU0521-EEBI-15 | 13.83 | 260.0 | 5.6 | 1.32 | -- | -- | - | - | - | - |


INTERPRETACIÓN


Fósforo (P) : MEDIO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **MODERADAMENTE ACIDO**
 Materia orgánica (M.O) : BAJO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES
Cultivo a Sembrar: ARVEJA

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|
| | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha |
| Cantidad | 60 | 85 | 40 | -- | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales:





Ing. Tullio A. Velásquez Camacho
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
 Cajamarca, Cajamarca, Perú
 T: (076) 348-386
 E: binca@inia.gob.pe



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y Riego

Instituto Nacional
de Innovación Agraria

Estación Experimental
Agraria Baños del Inca

"Año de la Diversificación Productiva y Fortalecimiento de la Educación"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS, AGUAS, ABONOS Y PASTOS

NOMBRE : **ING. HIPOLITO DE LA CRUZ ROJAS**

PROCEDENCIA : Cajamarca – Fundo La Victoria

FECHA: **02/09/2015**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Tipo de Abono | Código Laboratorio | pH | C.E. mS/cm | M.O. % | N % | P % | K % | Ca O % | Observaciones % humedad |
|---------------|--------------------|-----|---------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|----------------------------|
| Gallinaza | OS027-EEBI-15 | 8.1 | 14.0 | 37.17 | 2.51 | 1.92 | * | + | 1.71 |

* La toma de muestras es responsabilidad del usuario

** El equipo se encuentra malogrado



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Estación Experimental Baños del Inca

Tulio A. Velásquez Camacho

Jefe Laboratorio de Suelos



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y Riego

Instituto Nacional
de Innovación Agraria

Estación Experimental
Agraria Baños del Inca

"Año de la Diversificación Productiva y Fortalecimiento de la Educación"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS, AGUAS, ABONOS Y PASTOS

NOMBRE : **ING. HIPOLITO DE LA CRUZ ROJAS**

PROCEDENCIA : **Cajamarca – Fundo La Victoria**

FECHA: **02/09/2015**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Tipo de Abono | Código Laboratorio | pH | C.E. mS/cm | M.O. % | N % | P % | K % | Ca O % | Observaciones % humedad |
|---------------------|--------------------|-----|---------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|----------------------------|
| Estiércol de vacuno | OS028-EEBI-15 | 7.4 | 10.48 | 24.14 | 1.68 | 0.52 | * | + | 16.10 |

* La toma de muestras es responsabilidad del usuario

** El equipo se encuentra malogrado



Jr. Wiracocha s/n – Baños del Inca – Cajamarca – Teléfono: 076- 348121;
Teléfono: 076- 348648; Fax: 076- 348386 E-mail: binca@inia.gob.pe

Anexo 3. Fotos del experimento en el campo experimental.



Figura 9. Campo experimental de arveja (*Pisum sativum* L.)



Figura 10. Medida de la longitud de la planta de arveja (*Pisum sativum* L.)

Anexo 4. Estimación del contenido de potasio en Gallinaza y Estiércol de vacuno; en base a información bibliográfica.

Cuadro 1: Contenido de nutrientes según Gonzales Sotelo (1995), en (%).

| Composición Química | Vacuno | Estiércol | Ovino | Porcino | Aviar |
|----------------------------|---------------|------------------|--------------|----------------|--------------|
| NITROGENO | 0.53 | 0.55 | 0.89 | 0.63 | 0.89 |
| FOSFORO | 0.29 | 0.27 | 0.48 | 0.46 | 0.48 |
| POTACIO | 0.48 | 0.57 | 0.83 | 0.41 | 0.83 |
| CALCIO | 0.40 | 0.38 | 0.53 | 0.27 | 0.53 |
| M. ORGANICA | 16.74 | 27.06 | 30.70 | 15.50 | 30.70 |

Fuente: Gonzales Sotelo, A (1995).

Cuadro 2: Composición química de estiércoles, (%).

| | Nutrientes (%) | | |
|---------------|-----------------------|-------------|------------|
| | N | P2O5 | K2O |
| Vaca | 1.67 | 1.08 | 0.56 |
| Caballo | 1.50 | 1.15 | 1.30 |
| Gallinaza | 2-4 | 3 | 3.20 |
| Oveja | 1.60 | 2.50 | 1.80 |
| Cerdo | 1.81 | 1.10 | 1.25 |
| Guano de isla | 13 | 12 | 2.5 |

Fuente: Minagri S.F. (1998).

Cuadro 3: Composición media de estiércoles de diferentes animales como % de materia seca.

| Nutriente | Vacuno | Porcino | Caprino | Conejo | Gallinaza |
|-----------------------------|--------|---------|---------|--------|-----------|
| Materia orgánica (%) | 48.9 | 45.3 | 52.8 | 63.9 | 54.1 |
| Nitrógeno Total (%) | 1.27 | 1.36 | 1.55 | 1.94 | 2.38 |
| Fosforo asimilable (P2O5 %) | 0.81 | 1.98 | 2.92 | 1.82 | 3.86 |
| Potasio (K2O %) | 0.84 | 0.66 | 0.74 | 0.95 | 1.39 |
| Calcio (CaO %) | 2.03 | 2.72 | 3.2 | 2.36 | 3.63 |
| Magnesio (MgO %) | 0.51 | 0.65 | 0.57 | 0.45 | 0.77 |

Fuente: Cajamarca V., D. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos.

Cuadro 4: Características químicas de los abonos orgánicos gallinaza y estiércol.

| Características | N | P | K | Ca | Mg | Cu | Mn | Zn | Fe | C/N |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|------|---------|-----|---------|----------|-----------|
| Fertilizantes | % | | | ppm | | | | | | % |
| Gallinaza | 1.6 2 | 2.1 5 | 0.2 4 | 0.4 5 | 0.25 | 25 0 | 625 | 37 5 | 175 0 | 3.20 |
| Estiércol de vacuno | 1.9 5 | 0.8 5 | 1.0 4 | – | – | – | – | – | – | 32.7 0 |

Fuente: Cantarero Herrera, R.J. Y Martínez Torres, O.A. (2002).

Cuadro 5: Promedio del contenido de K con los cuadros anteriores para completar los resultados del análisis de Inia para Gallinaza y Estiercos de Vacuno.

| Autor | Abonos | | | | | |
|--|-----------|--------------|-----------|--------------|-------------|--------------|
| | N | | P | | K | |
| | E. vacuno | E. gallinaza | E. vacuno | E. gallinaza | E. vacuno | E. gallinaza |
| Gonzales Olelo (1995) | 0.53 | 0.89 | 0.29 | 0.48 | 0.48 | 0.83 |
| Ministerio de agricultura (1998). | 1.67 | 3 | 1.08 | 3 | 0.56 | 3.2 |
| Cajamarca V. (2012). | 1.27 | 2.38 | 0.81 | 3.86 | 0.84 | 1.39 |
| Cantarero Herrera y Martínez Torres (2002) | 1.95 | 1.62 | 0.85 | 2.15 | 1.04 | 0.24 |
| Promedio de los 4 autores | 1.36 | 1.97 | 0.76 | 2.37 | 0.73 | 1.42 |
| Análisis de Inia Cajamarca | 1.68 | 2.51 | 0.52 | 1.92 | | |

En base a la información bibliográfica consultada se ha obtenido en promedio un contenido de potasio de (0.73 %) en Estiércol de vacuno y (1.42 %) en Gallinaza. Valores que se han usado para realizar la complementación con los abonos orgánicos y con abono químico.

Cuadro 6. Cantidades de abono aplicadas en el experimento.

| Tipos de Abono | N | P | K |
|--|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Gallinaza | 2.295 Kg | 0.044 Kg + 0.083 Kg STC | 0.033 Kg + 0.0097 Kg KCl |
| E. de Vacuno | 3.429 Kg | 0.018 Kg + 0.142 Kg STC | 0.025 Kg + 0.022 Kg KCl |
| Urea (CON ₂ H ₄) | 0.128 Kg | | |
| STC (P ₂ O ₅) | | 0.181 Kg | |
| KCl | | | 0.064 Kg |

Anexo 5. Calculo de los abonos aplicados.

Formula recomendada: 60-85-40 de NPK.

5.1. Cálculo de la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en los 9.6 m², de acuerdo a la formula recomendada:

a) Cálculo de N para 9.6 m².

$$60 \text{ Kg} \frac{\quad}{10000 \text{ m}^2}$$

$$X \frac{\quad}{9.6 \text{ m}^2}$$

$$X = 0.0576 \text{ de N.}$$

b) Cálculo de P para 9.6 m².

$$85 \text{ Kg} \frac{\quad}{10000 \text{ m}^2}$$

$$X \frac{\quad}{9.6 \text{ m}^2}$$

$$X = 0.0816 \text{ de P.}$$

c) Cálculo de k para 9.6 m².

$$40 \text{ Kg} \frac{\quad}{10000 \text{ m}^2}$$

$$X \frac{\quad}{9.6 \text{ m}^2}$$

$$X = 0.0384 \text{ de K.}$$

Tabla 27. Resumen para el cálculo de nutrientes para 9.6 m²:

| Elemento | Por ha | Por 9.6 m ² |
|-----------|--------|------------------------|
| Nitrógeno | 60 kg | 0.0576 kg |
| Fosforo | 85 kg | 0.0816 kg |
| Potasio | 40Kg | 0.0384 kg |

5.2. Calculo de la cantidad de abono que se aplicó por cada tipo de abono:

a) Cálculo de Gallinaza: (2.51%).

100 Kg _____ 2.51 de N

X _____ 0.0576 de N

X= 2.295 Kg de Gallinaza.

Al aplicar los 2.295 kg de gallinaza estamos aplicando también fosforo y potasio. A continuación calcularemos cuanto estamos aplicando de dichos elementos:

b) Calculo de P Aplicado en Gallinaza: (1.92%).

100 Kg _____ 1.92 de P

2.295 Kg _____ X

X= 0.0441 de P.

c) Calculo de K en Gallinaza: (1.42%).

100 Kg _____ 1.42 de K

2.295 Kg _____ X

X= 0.0326 de K.

Al aplicar los 2.295 kg de gallinaza hemos aplicado 0.0441 kg de fosforo y 0.0326 kg de potasio. Como las cantidades que debemos aplicar son: 0.0816 kg de fosforo, falta aplicar 0.0375 kg de este elemento. En el caso de Potasio hemos aplicado 0.0326 kg y como se necesita 0.0384 kg, falta aplicar 0.0058 kg de dicho elemento.

A continuación se calcula las cantidades de fertilizantes que deben ser aplicados para suministrar las cantidades faltantes:

Los 0.0375 kg de fosforo que falta, se aplican en 0.0833 kg de superfosfato triple de calcio.

100 Kg _____ 45 de P

X _____ 0.0375 de P

X= 0.0833 Kg de P₂O₅.

Los 0.0058 kg de potasio que faltan, se aplican con 0.0097 kg de cloruro de potasio

100 Kg _____ 60 de K

X _____ 0.0058 de K

X= 0.0097 Kg de KCl.

En resumen el tratamiento que considera como tipo de abono a gallinaza, consiste en aplicar 2.295 kg de gallinaza más 0.0833 kg de superfosfato triple de calcio más 0.0097 kg de cloruro de potasio.

d) Calculo de estiércol de vacuno: (1.68%).

100 Kg _____ 1.68 de N

X _____ 0.0576 de N

X= 3.429 Kg de Estiércol de Vacuno.

Al aplicar los 3.429 kg de estiércol de vacuno estamos aplicando también fosforo y potasio. A continuación calcularemos cuanto estamos aplicando de dichos elementos:

Calculo de P aplicando estiércol de vacuno: (0.52%)

100 Kg _____ 0.52 de P

3.429 Kg _____ X

X= 0.0178 de P.

Calculo del K aplicando estiércol de vacuno: (0.73%).

100 Kg _____ 0.73 de K

3.429 Kg _____ X

X= 0.025 de K.

Al aplicar los 3.495 kg de estiércol de vacuno hemos aplicado 0.0178 kg de fosforo y 0.025 kg de potasio. Como las cantidades que debemos aplicar son: 0.0816 kg de fosforo, falta aplicar 0.0638 kg de este elemento. En el caso de Potasio hemos aplicado 0.025 kg y como se necesita 0.0384 kg, falta aplicar 0.0134 kg de dicho elemento.

Por lo tanto debemos adicionar las siguientes cantidades de abonos:

Los 0.0638 kg de fosforo se cubren con 0.1418 kg de superfosfato triple de calcio

100 Kg _____ 45 de P

X _____ 0.0638 de P

X= 0.1418 Kg de P_2O_5 .

Los 0.0134 kg de Potasio se cubren con 0.0223 kg de cloruro de potasio.

100 Kg _____ 60 de K

X _____ 0.0134 de K

X= 0.0223 Kg de KCl.

En resumen, el tipo de abono denominado Estiércol de vacuno; consistió en aplicar 3.429 kg de estiércol de vacuno más 0.1418 kg de superfosfato triple de calcio más 0.0223 kg de cloruro de potasio.

e) Cálculo del abono químico.

Cálculo de Urea: (45%)

100 Kg _____ 45 de N

X _____ 0.0576 de N

| |
|---|
| $X = 0.128 \text{ Kg de } \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}.$ |
|---|

Cálculo de P_2O_5 : (45%)

100 Kg _____ 45 de P

X _____ 0.0816 de P

| |
|---|
| $X = 0.1813 \text{ Kg de } \text{P}_2\text{O}_5.$ |
|---|

Cálculo de KCl: (60%)

100 Kg _____ 60 de K

X _____ 0.0384 de K

| |
|--------------------------------|
| $X = 0.064 \text{ Kg de KCl}.$ |
|--------------------------------|

En resumen para el abono químico se aplica 0.128 kg de $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ más; 0.1813 kg de P_2O_5 ; más 0.064 g de KCl.

Resumen de los cálculos para el abonamiento de cada tratamiento.

Tabla 28: Cantidades de abono aplicadas por parcela de (9.6 m²).

| Tipos de Abono | N | P | K |
|--|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Gallinaza | 2.295 Kg | 0.0441 Kg + 0.0833 Kg STC | 0.0326 Kg + 0.0097 Kg KCl |
| E. de Vacuno | 3.429 Kg | 0.0178 Kg + 0.1418 Kg STC | 0.025 Kg + 0.0223 Kg KCl |
| Urea (CON ₂ H ₄) | 0.128 Kg | | |
| STC (P ₂ O ₅) | | 0.1813 Kg | |
| KCl | | | 0.064 Kg |