

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA SOBRE EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN EL MUNICIPIO
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER**

Armando José Méndez Ortega

Cód.1.052.073.843.

Víctor Rafael Quesada Vergara

Cód.1.014.183.440

Universidad de Pamplona Facultad

de Ciencias Agrarias Programa de

Ingeniería Agronómica

Trabajo de Grado – Modalidad Investigación

Pamplona, Norte de Santander

2018

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA SOBRE EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN EL MUNICIPIO
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER**

Armando José Méndez Ortega

Cód.1.052.073.843.

Víctor Rafael Quesada Vergara

Cód.1.014.183.440

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero

Agrónomo

TUTORA

ANA FRANCISCA GONZALEZ PEDRAZA

Doctora en Ciencias, mención Ecología

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Diciembre 2018

Pamplona, 03 de diciembre del 2018

Señores,

Universidad de Pamplona **Facultad de
Ciencias Agrarias Departamento de
Ingeniería Agronómica** Comité de Trabajo
de Grado

Por medio de la presente se autoriza a los estudiantes: Armando José Méndez Ortega, identificado con cedula de ciudadanía: 1.052.073.843 de él Carmen de Bolívar y Víctor Rafael Quesada Vergara identificado con cedula de ciudadanía: 1.014.183.440 de Bogotá; para realizar la sustentación de su trabajo de grado **“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN EL MUNICIPIO PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER”**, como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Pamplona.

Sin otro particular.

Cordialmente;



Dra. Ana Francisca González Pedraza

Tutora

Departamento de Agronomía

Dedicatoria

A Dios primero que todo por permitirme alcanzar este logro, de muchos que están por venir.

A mi madre Elizabeth Ortega por su apoyo y amor incondicional en todo este proceso, por hacer de mí el hombre que soy hoy en día. Ya que sin ella nada de esto hubiera sido posible.

A mi padre Oscar Armando Méndez Pedroza por siempre creer en mí y por todos sus consejos, y a toda mi familia por su apoyo constante.

A mi tío Félix Ortega Ochoa por siempre apoyarme cuando lo necesité.

Armando José Méndez Ortega

Dedicatoria

Primero que todo quiero darle gracias a Dios por permitirme culminar este gran paso en mi vida de los muchos que aún me faltan por dar, porque con tu ayuda papito Dios pude conseguir el tan anhelado objetivo deseado que es convertirme en profesional.

Este logro es sin duda para mi familia por su amor incondicional por su apoyo por creer en mí por darme aliento para seguir luchando día a día para conseguir este gran logro.

También quiero dedicar este logro a mis hermanitos Junior, Luis Ricardo y sin duda a mi manito Luis Guillermo porque siempre creyeron en mí y su incondicional apoyo fue de vital importancia para conseguir este gran logro.

Víctor Rafael Quesada Vergara

Agradecimientos

A Dios, por este logro alcanzado.

A mis padres, hermanos y toda mi familia por su apoyo desde el inicio de este trabajo, por nunca dejarme solo y siempre estar dándome su voz de aliento en cada momento.

A nuestra tutora, la doctora Ana Francisca González Pedraza, por su acompañamiento y guía en el desarrollo de esta investigación. Ya que sin ella no hubiera sido posible alcanzar este logro.

A nuestro amigo Alexis Portilla, productor y presidente de la Vereda Monte Adentro por su ayuda paciencia y enseñanza en todo este proceso.

A la Universidad de Pamplona y a la Facultad de Ciencias Agrarias por permitirme desarrollarme como un Ingeniero Agrónomo profesional y aportar un granito de arena para mejorar el sector agrícola de nuestro país.

Armando José Méndez Ortega

Agradecimientos

Primero que todo gracias a Dios por conseguir este logro.

A mi familia por su amor y apoyo incondicional.

A nuestra tutora la doctora Ana Francisca González Pedraza, por su acompañamiento, guía en el desarrollo de esta investigación. Ya que gracias a ella se hizo posible alcanzar este gran logro.

A un gran amigo y colega Alexis Portilla presidente de la vereda Monte Adentro por todo su apoyo incondicional y enseñanza a lo largo de este trabajo.

A la Universidad de Pamplona, a los profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias, gracias por todas sus enseñanzas en especial al profesor Walter Zuleta por compartir toda su experiencia y años de trabajo para que hoy pueda decir soy Ingeniero Agrónomo profesional y a todas esas personas que siempre me dieron la mano en los momentos difíciles, en especial a mi amigo Cote, mi amigo Francio y sin lugar a dudas a la señora Yenni Villamizar por darme ese amor de madre y por aguantar tanto gracias vieja.

Víctor Rafael Quesada Vergara

Contenido

Dedicatoria	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Agradecimientos	vii
Lista de Tablas	x
Lista de Figuras	xi
Lista de Anexos.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract	xiv
Introducción	1
Planteamiento del problema.....	3
Justificación	4
Delimitación.....	6
Objetivos.....	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos.....	7
Marco de referencia	8
Antecedentes	8
Marco contextual	12
Marco teórico	14
Origen de la arveja	14
Botánica.....	14
Identificación taxonómica.	15
Descripción Botánica	15
Variedades.....	17
Etapas del cultivo de arveja.....	18
Germinación.....	19
Desarrollo vegetativo.....	19
Floración.....	20

Fructificación.....	20
Maduración tierna.....	20
Maduración seca.....	21
Condiciones agroecológicas para el desarrollo del cultivo de arveja.....	22
<i>Temperatura</i>	22
<i>Precipitación</i>	23
<i>Humedad</i>	23
<i>Luminosidad</i>	23
<i>Viento</i>	23
<i>Suelo</i>	24
<i>Requerimientos nutricionales</i>	24
<i>Abonos orgánicos</i>	25
<i>Lombricompost</i>	26
<i>Gallinaza</i>	26
Metodología.....	29
Área de estudio.....	29
Diseño del experimento.....	29
Descripción de los tratamientos.....	29
<i>Fertilización química</i>	30
Variables de estudio.....	30
Manejo agronómico del cultivo.....	31
<i>Preparación del terreno</i>	31
<i>Siembra</i>	32
Análisis estadístico.....	35
Resultados y discusión.....	36
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	50
Bibliografía.....	51

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Altura de las plantas de arveja a los 30, 60 y 90 días después de la siembra en respuesta a los diferentes tratamientos evaluados.....	37
Tabla 2. Estadísticos descriptivos para la variable número de días a floración para los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de arveja.....	39
Tabla 3. Rendimiento del cultivo de arveja en los diferentes tratamientos expresados en kg/ha.....	44
Tabla 4. Análisis de correlación de Pearson entre el rendimiento y las diferentes variables desarrollo y crecimiento evaluadas en el cultivo de arveja en respuesta a los tratamientos.....	46

Lista de Figuras

	Pág
Figura 1. Número de vainas por planta para los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de arveja.....	40
Figura 2. Longitud de las vainas verdes del cultivo de arveja en respuesta a los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de arveja.....	42
Figura 3. Rendimiento del cultivo de arveja en respuesta a la fertilización orgánica y química expresado en kg/tratamiento para un área de 21 m ²	43

Lista de Anexos

	Pág
Anexo 1. Resultados del análisis de suelos.....	56
Anexo 2. Composición del humus sólido Lombricompost.....	57
Anexo 3. Composición del abono orgánico de Boyacá (ABOB).....	58
Anexo 4. Preparación del terreno.....	59
Anexo 5. Siembra del cultivo de arveja.	59
Anexo 6. Pesado de las dosis a aplicar en cada tratamiento.....	60
Anexo 7. Aplicación de los abonos orgánicos en cada uno de los tratamientos.....	60
Anexo 8. Aplicación del fertilizante químico en cada uno de los tratamientos.....	61
Anexo 9. Aplicación del fertilizante foliar.....	61
Anexo 10. Tutorado de las plantas de arveja.....	62
Anexo 11. Control de plagas y enfermedades.....	62
Anexo 12. Aplicación del riego manual en cada tratamiento.....	63
Anexo 13. Cosecha de las plantas de arveja.....	63
Anexo 14. Análisis de la varianza de una vía aplicado a los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos realizados con el programa estadístico SPSS.....	64
Anexo 15. Prueba de comparación de medias de Tukey realizada con el programa estadístico SPSS.....	65
Anexo 16. Costos de producción.....	66

Resumen

En la provincia de Pamplona, la arveja representa una alternativa para el desarrollo de la economía local, la generación de empleos e ingresos. Para cubrir las demandas nutricionales de la planta se recurre al uso de fertilizantes químicos, pero su utilización genera problemas de contaminación de suelos, aguas y aire, así como daños a la salud de las personas. En tal sentido, se requiere de la implementación de alternativas que sean socialmente aceptables, ambientalmente amigables y económicamente viables. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue comparar dos fuentes de abonos orgánicos (lombricompost y un abono a base de gallinaza) versus fertilización química sobre el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el municipio Pamplona, Norte de Santander. Para ello se realizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con seis tratamientos: T0: testigo sin fertilización; T1: abono orgánico lombricompost (100% de la dosis requerida); T2: lombricompost (50% de la dosis requerida) + fertilización química Triple 15 (50% de la dosis requerida); T3: abono orgánico ABOB (100% de la dosis requerida); T4: ABOB (50% de la dosis requerida) + Triple 15 (50% de la dosis requerida); T5: Triple 15 solo (100% de la dosis requerida); T6: Triple 15 (50% de la dosis requerida) y tres repeticiones en el que se evaluó: altura de la planta a los 30 días, 60 días y 90 días después de la siembra; número de días a la floración (NDF); número de vainas por plantas (NVP); longitud de las vainas verdes (LVV) y rendimiento en kg/ha. De acuerdo con los resultados, en T2 se observó la mayor altura de las plantas. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) en el número de días a la floración es una variable que fue poco sensible a los diferentes tratamientos evaluados en este estudio. La mejor respuesta en cuanto a NVP se observó en T5. La longitud de las vainas fue menor en el T0 pero entre tratamientos no se observaron diferencias. Aunque no hubo diferencias estadísticas en el rendimiento entre los tratamientos, la mejor respuesta se observó en T4 y T1. La altura de la planta fue una variable que se correlacionó el número de vainas por planta y con el rendimiento. La aplicación de abonos orgánicos generó resultados sensiblemente mejores comparados con la fertilización química y, desde el punto de vista económico representa una alternativa viable, además de amigable con el ambiente.

Palabras clave: abonos orgánicos, lombricompost, rendimiento de la arveja

Abstract

In the province of Pamplona, the pea represents an alternative for the development of the local economy, the generation of jobs and income. To supply the nutritional demands of the plant, is frequent to use of chemical fertilizers, but this generates serious problems of contamination of soil, water and air, as well as damage to the health of people. In this sense, it is necessary to implement alternatives that are socially acceptable, environmentally friendly and economically viable. Therefore, the objective of this work was to compare two sources of organic fertilizers (vermicompost and a manure-based fertilizer) versus chemical fertilization on the yield of pea (*Pisum sativum* L.) in the municipality of Pamplona, Norte de Santander. An experimental design of completely randomized blocks was carried out with six treatments: T0: control without fertilization; T1: vermicompost (100% of the required dose); T2: vermicompost (50% of the required dose) + chemical fertilization Triple 15 (50% of the required dose); T3: a manure-based fertilizer (100% of the required dose); T4: ABOB (50% of the required dose) + Triple 15 (50% of the required dose); T5: Triple 15 alone (100% of the required dose); T6: Triple 15 (50% of the required dose) and three repetitions in which it was evaluated: height of the plant at 30 days, 60 days and 90 days after sowing; number of days to flowering (NDF); number of pods per plant (NVP); length of green pods (LVV) and yield in kg / ha. According to the results, in T2 the highest height of the plants was observed. No statistically significant differences were observed ($p > 0.05$) in NDF. The best response regarding NVP was observed in T5. The length of the pods was lower in the T0 but between treatments no differences were observed, reason why it was a variable little sensible to the chemical and organic fertilization. Although there were no statistical differences in performance between treatments, the best response was observed in T4 and T1. The height of the plant was a variable that correlated the number of pods per plant and with the yield. The application of organic fertilizers generated significantly better results compared to chemical fertilization and, from the economic point of view represents a viable alternative, as well as friendly to the environment.

Key words: organic fertilizers, vermicompost, pea yield

Introducción

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una planta leguminosa, herbácea que pertenece a la familia de las Fabaceae. Desde el punto de la alimentación humana, la arveja posee un gran valor nutricional debido a sus importantes aportes de proteína, carbohidratos, fibra y vitaminas A, B y C; además, suministra tiamina y hierro (DANE, 2015).

La producción mundial del cultivo de arveja oscila entre los 10 u 11 millones de toneladas dependiendo de las condiciones climáticas (De Bernardi, 2016). En Colombia, la arveja es la leguminosa más importante después del fríjol. Se cultiva en 11 de los 32 departamentos del territorio nacional, especialmente en zonas de clima frío y medio, localizadas en el altiplano cundí boyacense y en los departamentos de Nariño y Tolima, entre los 2200 y 3000 msnm; condiciones que posibilitan su crecimiento, producción y control de plagas (DANE, 2015; Peñaranda & Molina, 2011; Fenalce, 2015).

Según datos presentados por el DANE (2016) durante el año 2015 se cosecharon en Colombia 24.481 hectáreas, arrojando una producción de 100.548 toneladas, siendo los departamentos de Nariño, Cundinamarca, Boyacá y Tolima.

Las variedades más sembradas en el país son: Santa Isabel, Piquinegra, Guatecana, Sindamanoy, Obonuco San Isidro, Obonuco Andina, ICA-Tominé, Alcalá y Sureña, entre otras. En Nariño, además, se siembran algunas variedades de tipo determinado como Lojanita, Cobri y Santa Cecilia (DANE, 2015).

En la provincia de Pamplona, la arveja representa una alternativa para el desarrollo de la economía local, la generación de empleos e ingresos. Además, la zona posee óptimas condiciones climáticas (entre los 10 y 17°C), de suelo y disponibilidad de mano de obra. Para el

2008, el área sembrada de arveja tecnificada fue de 73 hectáreas, con una producción de 584 ton, representando el 46,23% de la producción total del departamento. En la zona, este rubro constituye una alternativa para el desarrollo de la economía local, la generación de empleo e ingresos económicos (Peñaranda & Molina, 2011).

Entre las variedades cultivadas en esta zona se pueden mencionar: Piquinegra u Ojinegra 13, Crema Lisa, Verde Seca, Parda, Pajarito, Guatecaná, Bogotana, Diacol Boyacá, Diacol Caldas, ICA Boyacá, ICA Teusacá, Alaska, Perfection y Trojan (Peñaranda & Molina, 2011).

La producción del cultivo requiere la aplicación de dosis de fertilizantes que permitan cubrir las demandas nutricionales de la planta. El uso de productos químicos como fuentes de fertilización es la práctica más común. Sin embargo, su utilización genera problemas de contaminación de suelos y aguas, así como daños a la salud de las personas.

La tendencia actual está dirigida a la conservación del ambiente a través de la reducción del uso de fertilizantes químicos y plaguicidas en general, y una mayor sensibilización social relacionada con el empleo indiscriminado de tales productos, en los cuales se busca la sustitución de estas fuentes químicas por otras alternativas que no generen problemas de contaminación ni daños a la salud como lo es la implementación de abonos orgánicos.

En tal sentido, el objetivo principal de este trabajo es comparar dos fuentes orgánicas de fertilización versus fertilización química y ver su efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el municipio Pamplona, Norte de Santander.

Planteamiento del problema

El aumento de la población conlleva al incremento en la demanda de alimentos la cual debe ser cubierta con una mayor producción agrícola. En la agricultura convencional esto se logra con la utilización de grandes cantidades de insumos químicos, entre estos los fertilizantes los cuales permiten un rápido crecimiento de las plantas. Sin embargo, estos productos generan serios problemas de contaminación de los suelos, las aguas y el aire.

En la provincia de Pamplona, el cultivo de arveja es uno de los rubros de mayor producción, forma parte de la economía y la cultura regional y representa una importante fuente de ingresos. En este cultivo, los agricultores tradicionalmente fertilizan con fórmulas químicas lo cual implica altos costos para la adquisición de los insumos. Pocos agricultores utilizan abonos orgánicos. Una alternativa a la utilización de los fertilizantes químicos la constituyen los abonos orgánicos.

Éstos últimos resultan menos costosos y más amigables con el ambiente, de tal forma, que los productos agrícolas obtenidos bajo estas condiciones son más saludables y de mejor calidad.

Entre los abonos orgánicos utilizados con éxito se pueden mencionar la gallinaza y el lombricompost, etc. Estos abonos resultan unos sustitutos muy importantes a la fertilización química en aras de disminuir la contaminación que éstos últimos generan.

Con esta investigación se pretende ofrecer una alternativa a la fertilización química y fomentar a través de los resultados experimentales, el uso de estas estrategias alternativas, ofreciendo de esta manera una solución a los agricultores de la provincia de Pamplona

Justificación

El cultivo de arveja forma parte de la economía campesina de pequeños y medianos productores. Por ser una importante fuente de proteína (entre 22 y 25%) es considerado un alimento básico de la canasta familiar. Se cultiva principalmente en zonas altas de clima frío y medio (2200 y 3000msnm) y la producción se concentra en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Tolima (Peñaranda & Molina, 2011).

La arveja se considera un actor estratégico en la economía nacional ya que tiene un periodo de cosecha y unos costos de producción relativamente bajos, lo cual permite su cultivo de manera sencilla y rentable. Este cultivo está destinado en un 95% al consumo directo humano y animal como grano rico en proteína y el 5% restante a la producción de arveja seca como semilla (Arjona, 1977; Buitrago *et al.*, 2006; Fenalce, 2015).

Según datos presentados por Peñaranda & Molina (2011), para el 2008 la provincia de Pamplona presentaba un área de siembra tecnificada de 73 hectáreas, con una producción de 584 ton por año, representando el 46.23% de la producción total del departamento.

En la última década la fertilización de los cultivos se ha venido experimentado en Colombia encontrando que el cultivo de arveja necesita los mismos elementos esenciales para su óptimo desarrollo y su mayor producción, Esto conlleva a buscar alternativas que sean favorables. Al usar los abonos orgánicos como la gallinaza y lombricompuesto, la aplicación de estos abonos orgánicos en dosis adecuadas, complementan la fertilización química, presentándose como una alternativa para mejorar su fertilidad para así obtener rendimientos en el cultivo de la arveja (Mora, 2006).

Las bajas condiciones de fertilidad natural de muchos suelos, especialmente los ubicados en zonas urbanas, así como el alto costo de los fertilizantes químicos generan la necesidad de recurrir a otras alternativas de fertilización, como es la utilización de abonos orgánicos con el fin de suplir los requerimientos nutricionales de los cultivos (Peñaranda & Molina, 2011).

Delimitación

El estudio estará delimitado a la utilización de dos fuentes orgánicas de fertilización, lombricompost y gallinaza, en comparación con la fertilización química sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja bajo las condiciones de clima frío en el municipio Pamplona. La siembra se realizará en las instalaciones del Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de dos fertilizantes orgánicos comparado con la fertilización química sobre el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el municipio Pamplona, Norte de Santander.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto del uso de lombricompost sobre el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el municipio Pamplona, Norte de Santander.
- Determinar el efecto del uso de la gallinaza sobre el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el municipio Pamplona, Norte de Santander.
- Analizar el efecto de la aplicación de fertilización química sobre el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el municipio Pamplona, Norte de Santander.
- Comparar el efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el municipio Pamplona, Norte de Santander.

Marco de referencia

Antecedentes

El cultivo de arveja es de gran relevancia la subsistencia y desarrollo económico y agrícola del municipio de Pamplona. Esto queda evidenciado en el trabajo desarrollado por Peñaranda & Molina (2011), en el cual evalúan la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) en la vereda Monte dentro, provincia de Pamplona, Norte de Santander en donde señalan que la producción de arveja ocupa un lugar muy importante en la vereda Monte dentro, del municipio de Pamplona, ya que gran parte de sus habitantes tiene dedicada sus tierras a la producción de este rubro por lo que constituye como alternativa para el desarrollo de la economía local, aunado a la generación de empleo e ingresos. La vereda cuenta con condiciones climáticas y de suelo óptimas (entre los 10 y 17°C) y además de buena disponibilidad de la mano de obra (la mayoría de los habitantes tiene entre 20 y 45 años, aunque no estén capacitados en cuanto al proceso pre cosecha, solo producción artesanal), que de alguna manera ha influido en el reconocimiento de la producción de dicho cultivo a nivel regional.

En un trabajo realizado por Ortiz (2010) en condiciones de agricultura urbana se evaluó el efecto del uso de tres fertilizantes orgánicos (Té de compost, Té de humus de lombriz y Caldo Súper Cuatro) a tres dosis diferentes (100mL, 200mL, 300mL) y un tratamiento control sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Cerinza). El experimento consistió en un diseño de bloques completamente al azar conformado por 10 tratamientos con 6 repeticiones por tratamiento. De acuerdo con los resultados presentados, el tratamiento con Té de Humus de lombriz presentó un efecto superior sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol, seguido del fertilizante té de compost y caldo súper cuatro, respectivamente. También se observó diferencias significativas entre las plantas a las que se les

aplicó fertilizantes orgánicos y las plantas control, siendo los tratamientos orgánicos los que obtuvieron los mejores resultados. Por otro lado, no se presentaron diferencias significativas entre las dosis evaluadas de los fertilizantes orgánicos. Este autor recomienda el uso del fertilizante Té de Humus de lombriz a cualquiera de las dosis evaluadas para el cultivo de fríjol, ya que se obtuvo un óptimo rendimiento en las plantas a las que se les aplicó este fertilizante.

En un estudio llevado a cabo por Castillo (2010) en el que se evaluó la calidad de un lombricompost a partir de diferentes sustratos como alimento de la lombriz roja californiana (*Eiseinia foetida*) en el municipio de Codazzi, departamento del Cesar situado a 180 msnm, con una temperatura promedio de 28 °C y una humedad relativa entre 60 a 65%. Los resultados obtenidos mostraron que los sustratos no muestran diferencia entre ellos en cuanto a la calidad del producto final, pero si evidencian una gran influencia sobre el comportamiento y la supervivencia de las lombrices, ya que algunos de estos sustratos afectan el normal desarrollo de las mismas, especialmente en la reproducción. Tal vez, una forma de determinar si el lombricompost está listo, es el contenido de CO₂ del producto final obtenido, obviamente unido a temperaturas bajas estables.

En un ensayo sobre fertilización orgánica, Santamaría *et al.* (2010) documentan nuevos elementos conceptuales y metodológicos para producir arveja (*Pisum sativum* L.) con fertilizantes de origen natural que suplen las necesidades nutricionales de las plantas, del mismo modo que lo haría un fertilizante de origen sintético. En este trabajo se evaluó el efecto de dos fertilizantes orgánicos en presentación líquida conocidos comercialmente como Condor Ram y Fertigran en dosis de aplicación de 250 cc/20 L y 3 cc/L, respectivamente y el fertilizante compuesto mineral 10 30 10 y sus mezclas, sobre el número de hojas y altura de los tallos en centímetros a los 30 y 60 dds (días después de la siembra), y el rendimiento expresado en kg de

la variedad Santa Isabel. Los resultados evidenciaron que la mayor producción de arveja verde en vaina se obtuvo con el uso del fertilizante orgánico líquido Fertigran en tres etapas fenológicas del cultivo, comparativamente con la fertilización convencional.

En un cultivo de fresa, Romero-Romano *et al.* (2012) evaluaron el efecto de la fertilización orgánica y orgánica mineral en condiciones de invernadero en Atlixco, Puebla, México. Los tratamientos fueron: fertilización química (FQ), a tres niveles de N-P₂O₅ y K₂O 0-0-0, 45-20-20 y 90-35-35 kg ha⁻¹, respectivamente, nutriente orgánico comercial (Activador QF®) elaborado con ácidos fúlvicos (AF) a una concentración de (13,58%) con dos niveles de estudio 0 y 450 mL.ha⁻¹, con regulador de crecimiento (RC) vegetal comercial (Biozyme® conformado por 78,87% de extractos vegetales y fitohormonas y 1,86% de microelementos, a dos niveles de 0 y 20 L.ha⁻¹ y vermicomposta (V) de estiércol vacuno a 50 y 100 g/maceta. El experimento se dividió en dos periodos febrero-mayo y junio-septiembre del 2011. Las aplicaciones de los tratamientos fueron de forma edáfica (FQ y V) y foliar (AF y RC), en ambas etapas las aplicaciones de los tratamientos se realizaron a los 10, 40 y 60 días después del trasplante. Las variables analizadas fueron número de estolones, largo de estolones, diámetro polar, ecuatorial, número y peso de frutos por semana, periodo y el total de los dos periodos. En ambos periodos, la fertilización orgánica-mineral mostró mejores resultados en las variables evaluadas en comparación con la fertilización orgánica.

En otro trabajo, Rojas (2017) estudió la producción de arveja verde “quantum” (*Pisum sativum* L.) con aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol (El biol es el líquido que se descarga de un digestor y es lo que se utiliza como abono foliaren) condiciones agroclimáticas de Tiabaya-Arequipa, entre los meses de septiembre a diciembre de 2014, con el objetivo de determinar la mejor producción de arveja verde, así como determinar la mayor rentabilidad del

cultivo por efecto de la interacción de aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol. Los factores estudiados fueron: humus de lombriz: 3 t.ha⁻¹ (H3) y 6 t. ha⁻¹ (H6); guano de islas: 1 t.ha⁻¹ (G1) y 2 t. ha⁻¹ (G2) y Biol: 20% (B2) y 40% (B4) de cuya interacción surgieron 8 tratamientos. La incorporación humus de lombriz se efectuó en su totalidad en la preparación del terreno experimental antes de la siembra; la aplicación de guano de islas fue fraccionada (a pie de planta en golpes) en dos partes; la primera a 25 días de la siembra (50%) y la segunda a 50 días de la siembra (50%) mientras que Biol se aplicó vía aspersión foliar en las dosis correspondientes a 20, 35, 50 y 65 días de la siembra. De acuerdo con los resultados, la mejor producción de vainas verdes de arveja var. Quantum fue producto del abonamiento mediante la interacción entre 6 t.ha⁻¹ de humus de lombriz; 1 t.ha⁻¹ de guano de islas y biol al 40% (H6G1B4) generando el mayor rendimiento total ascendente a 12,8 t.ha⁻¹ este resultado presentó diferencia estadística significativa frente a resultados obtenidos por los demás tratamientos. La mejor rentabilidad del cultivo de arveja var. Quantum fue 130,1% el mismo se logró debido al abonamiento del cultivo con la interacción entre 6 t.ha⁻¹ de humus de lombriz; 1 t.ha⁻¹ de guano de islas y biol al 40% (H6G1B4).

En un trabajo realizado en Tumbaco-Pichincha, Llumiquinga (2006) evaluó la respuesta de dos bioestimulantes (Seaweed, New Fol plus, Abono de frutas más testigo) comerciales y uno de elaboración artesanal sobre la producción de vainita (*Phaseolus vulgaris*) bajo manejo orgánico, y encontró que el abono de frutas mejoró la producción de este cultivo, en donde se presentó el rendimiento más alto con 14,14 t/ha, un número de vainas con 4,51 vainas/planta/cosecha y el peso de la vaina fue de 6,66 g/vaina.

Marco contextual

La producción de arveja es uno de los rubros más importantes que se desarrollan en el municipio de Pamplona. En este municipio existen veredas con una buena superficie de sus tierras dedicadas a la producción de este cultivo. Ello representa un importante aporte a la subsistencia y desarrollo económico de sus habitantes (Peñaranda & Molina (2011).

El municipio Pamplona se encuentra localizado en la parte central de la subregión suroccidental del departamento Norte de Santander, a una distancia de 75 km de la capital del Departamento, cuenta con 53.147 habitantes, siendo el 52% mujeres y el 48% hombres, ubicados el 8% en el área rural y el 92% en el área urbana. La superficie municipal de Pamplona es de 1.342 km² y presenta una temperatura promedio de 16°C. La principal corriente hídrica del municipio es el río Pamplonita (CONSORNOC, 2010).

Desde el punto de vista económico, el municipio presenta producción de manufacturas y tejidos, de los cuales la mayoría de ellos adelantan sus procesos de forma manual. También hay producción de alimentos particularmente de panaderías, dulcerías y salsamentarias. Aunque un alto número de la población vive de la economía informal, sector que se debate en medio de un mercado local estrecho debilitado en su expansión y desarrollo por la crisis económica de Venezuela (CONSORNOC, 2010).

En cuanto a la producción agrícola, la papa es su principal producto, le sigue fresa, ajo, trigo, morón, maíz, frijol, arveja, zanahoria. Se registra en el sector rural la producción pecuaria como bovina, porcina, piscicultura y aves de corral. Es de destacar que esta es una ciudad estudiantil, lo cual quizá ha enfocado la oferta hotelera y de turismo, convirtiéndose probablemente en la principal actividad económica actual del municipio, donde miles de estudiantes son albergados y

alimentados, siendo los principales consumidores de centros nocturnos y cibercafés que desde hace un par de años han proliferado por la gran demanda que poseen (CONSORNOC 2010).

Marco teórico

El cultivo de la arveja es de gran importancia tanto por su valor nutritivo, alimenticio, económicos, social, agroindustrial y porque se adapta a gran variedad de zonas agroclimáticas del país.

Origen de la arveja

La arveja como planta cultivada es muy antigua, y su empleo en la alimentación humana y animal se remonta 6000 - 7000 años antes de Cristo habiéndose encontrado restos carbonizados de semillas en asentamientos neolíticos. La arveja es originaria de Asia Central, Cercano Oriente y Mediterráneo (Infoagro, 2009).

De la literatura revisada hay muchos centros de origen de la arveja, varios autores tienen posiciones diferentes al respecto, tal es así, que Burkat, Pitter, Schry coinciden en decir, que el centro de origen es en Asia, pero cada uno difiere del otro al especificar el lugar de Asia donde posiblemente se originó. Una de las clasificaciones más citadas y más compleja es la del biólogo ruso N.I. Vavilov, hecha hace más de medio siglo con algunas modificaciones y adiciones manteniéndose vigente hasta hoy día sobre el centro de origen de las especies (Parra, 2003).

Botánica

A continuación, se presenta una descripción morfológica de la arveja (*Pisum sativum* L) según Centro Internacional de Agricultura Tropical (1987):

Identificación taxonómica.

Reino: Vegetal

División: Espermatofita

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotyledoneae

Orden: Rosales

Familia: Leguminosas

Subfamilia: papilionoidaes

Tribu: Viceas

Género: Pisum

Especie: sativum.L.

Variedad Botánica: Alderman

Nombres Vulgares: Arveja, guisante, chícharo

Descripción Botánica

Raíces: la raíz es de estructura fibrosa, encontrándose tres tipos de raíces: la raíz principal o pivotante que puede alcanzar de 50 a 100 cm. de profundidad; a partir de ésta raíz se desarrolla la secundaria que incluso puede llegar hasta la profundidad alcanzada por la raíz pivotante, de ésta se origina una cobertura densa de raíces terciarias. En éstas últimas hay nudosidades producidas por bacterias radicales (*Rizhobium*) que fijan el nitrógeno atmosférico (Puga, 1992; Kraup, 2009).

Tallos: el tallo principal es hueco y muy delgado en la base, éste va engrosándose progresivamente hacia la parte alta; dependiendo de la precocidad del cultivo puede emitir desde 6 hasta más de 20 nudos vegetativos por planta. Los cultivares precoces presentan de seis a ocho

nudos vegetativos, los semiprecoces de 9 a 11, los semitardíos de 12 a 14 y los tardíos 15 o más. La altura alcanzada dependiendo del hábito de crecimiento es: para variedades enanas de 25 a 45cm. para variedades semienanas de 75 a 100 cm. y para variedades de enrame más de 2 m (Puga, 1992; Kraup, 2009).

Ramas: las plantas de arveja tienen una tendencia a ramificar basalmente a partir de los primeros dos nudos, en los cuales se desarrollan las brácteas trífidas. La cantidad de plantas que llegue a emitir ramas dependerá de aspectos genéticos, de la fertilidad del suelo, del abastecimiento hídrico y de la densidad de población (Kraup, 2009).

Hojas: las hojas son compuestas de 2 a 3 pares de folíolos, de un pecíolo, un raquis, con láminas enteras y limbos ondulados que terminan en zarcillos ahorquillados de uno a cinco, con pedúnculos cilíndricos. En cada uno de los primeros dos nudos y en forma alterna, se desarrolla una hoja rudimentaria de tipo escamoso, denominada bráctea trífida. En la base de cada hoja se destacan dos estipulas grandes de forma acorazonada que tienen el borde dentado (Puga, 1992).

Inflorescencia y flores: 1) La flor de arveja es típica papilionada debido a que se asemeja a una mariposa cuando los pétalos se desenvuelven; el color es blanco, rojizo o violáceo, presentando una simetría bilateral (Puga, 1992; Kraup, 2009). 2) La Inflorescencia corresponde a un racimo axilar largamente pedunculado; en la axila de la hoja de cada nudo reproductivo y en forma alterna, se desarrolla un racimo floral. El número promedio de flores por racimo o por nudo es una característica genética estable, en este sentido la mayor parte de los cultivares produce de dos a tres flores por racimo, aunque existen cultivares comerciales cuya producción promedio puede alcanzar a cuatro flores (Kraup, 2009).

Vainas: Según Puga (1992) son legumbres oblongas algo comprimidas y que terminan en una pequeña curva, de consistencia fibrosa en las variedades de consumo de grano y suaves

desprovistas de fibra en las variedades enanas de gran consumo de vainas verdes; en tanto que Kraup (2009), dice “Las vainas o legumbres corresponden a frutos, cada uno de los cuales está compuesto 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 y 12 cm y su ancho entre 1 y 2 cm”

Semillas: las semillas pueden ser esféricas, lisas o rugosas de 3 a 8 milímetros de diámetro (Puga, 1992). La testa es delgada, pudiendo ser incolora, verde, gris, café o violácea según la variedad. Un litro pesa de 300 a 800 g (Kraup, 2009; Puga, 1992). Las semillas de arveja tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0.20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo (Infoagro, 2009). La semilla está compuesta por la testa, dos cotiledones y un eje embrionario; este último está formado por la radícula, el hipocótilo, el epicótilo, la plúmula y las dos brácteas trifidas (Kraup, 2009).

Variedades.

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2010) la clasifica de acuerdo con el hábito de crecimiento: enanas – erectas las variedades mejoradas Andina y Lojanita; decumbentes o de enrame las variedades mejoradas Roxana y Esmeralda). En Colombia, la clasificación de la arveja se hace de acuerdo con el tipo de semilla (variedades de semillas rugosas y variedades de semillas lisas. Kraup (2009) clasifica a la arveja de la siguiente manera:

i) Pisum sativum L. sp. sativum var. macrocarpon: es cultivada para el consumo de sus vainas, éstas resultan comestibles por no presentar fibra en la unión de sus valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio; esta última estructura conocida también como pergamino,

corresponde a un tejido de fibras esclerenquimáticas ubicado en la cara interna de las valvas. Los cultivos pertenecientes a esta variedad botánica presentan en su mayoría, flores de color blanco a púrpura. Entre los nombres comunes, más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad están los siguientes: arveja china, snow-sugar pea, chinese pea, mange-tout, etc.

ii) *Pisum sativum* L. sp. *sativum*var. *sativum*: es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos tiernos inmaduros; éstos pueden ser destinados directamente al consumo humano o procesarse ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Los cultivos pertenecientes a esta variedad botánica presentan en su mayoría, flores de color blanco. Las semillas son grandes y con pergaminos. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad están los siguientes: arveja, guisante, green pea, canning pea, pois, Delikett, EarlySanp, Edula, Alderman, Quantum, etc.

iii) *Pisum sativum* L. sp. *sativum*var. *ravens*: es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales pueden ser utilizados en alimentación humana o animal. Los cultivos usados con fines forrajeros corresponden también a esta variedad botánica. Las flores que presentan los cultivares de esta variedad son usualmente de color púrpura. Las semillas son pequeñas o grandes y con pergaminos. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad están los siguientes: guisante de campo, basalto, arveja seca, arveja forrajera, field pea, etc.

Etapas del cultivo de arveja.

El ciclo del cultivo varía con la variedad, para variedades enanas es de 85 a 100 días y variedades decumbentes o de enrame es de 105 a 115 días para la maduración verde; mientras que para la maduración seca es de 150 días aproximadamente (INIAP, 2007).

Las principales etapas para el cultivo de arveja son: Germinación, Desarrollo Vegetativo, Floración, Fructificación y Maduración (SICA, 2002).

Germinación.

En condiciones adecuadas de temperatura y humedad la semilla empieza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo; aumentando gradualmente de tamaño hasta el segundo día, a partir del cual la semilla entra en un proceso de gran actividad metabólica y germina al cuarto día. Primero aparece la radícula, y 1 o 2 días después como promedio la aparición inicial de la plúmula; ésta al aparecer entre los cotiledones, lo hace en forma curva, protegiendo de esta manera el ápice del brote contra un posible daño, la plúmula va enderezándose gradualmente hasta lograr emerger emerge esto es a los 10 o 15 días después de la siembra; la plúmula da paso al primer par de hojas verdaderas, a partir de ese momento y bajo las hojas verdaderas se hace visible el epicótilo, estructura que lleva consigo dos hojas rudimentarias llamadas brácteas trifidas (Noboa, 2010; Kraup, 2009).

Desarrollo vegetativo.

El periodo de crecimiento empieza cuando la plántula empieza a desarrollar hojas verdaderas, después una producción sucesiva de nudos vegetativos en el tallo principal y en las plantas de arveja que tienen la tendencia a ramificarse basalmente lo realizan a partir de los dos primeros nudos. Después continúa el crecimiento del tallo con los internudos cada vez más largos, las hojas, foliolos y zarcillos van apareciendo con los nudos aéreos; las ramas se desarrollan al igual que el tallo principal siendo de menor tamaño que éste (Kraup, 2009).

Al final de esta fase el tallo empieza a producir el primero y segundo nudo reproductivo, mientras que finalmente las hojas superiores; a partir del primer o segundo nudo floral tienen tres

pares de foliolos, cuatro zarcillos laterales y uno terminal. Esta fase tiene una duración de 45 a 50 días (Peralta, 1997, Kraup, 2009).

Floración.

El periodo de floración se inicia entre los 25 y 30 días de la siembra, en variedades precoces como las del grupo Snow Peas; y a los 40 o 45 días en las variedades convencionales de arvejas para consumo fresco como Alderman, Alaska, etc. En tanto, que el SICA/MAG en sus publicaciones de fenología de arveja menciona que se inicia la floración a los 75 días; en todo caso se tomará como válido cuando se observe que el 50% de las plantas tengan una o más flores abiertas (Noboa, 2010).

Fructificación.

Durante el proceso de fecundación ocurren transformaciones morfológicas esto se inicia a los 8 o 10 días de aparecidas las flores. Primero los pétalos de la flor vuelven a cerrarse envolviendo al ovario fecundado; después los pétalos se marchitan, para luego desprenderse y dejar en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice. En tanto que los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero prontamente se secan y caen. Este hecho netamente morfológico comienza a los 125 días de la siembra y tiene una duración de 25 días aproximadamente (Noboa, 2010).

Maduración tierna.

En esta fase, los granos que durante los primeros días crecen muy lentamente entran muy pronto en una fase de rápido crecimiento, que se manifiesta mediante un abultamiento de las vainas. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde. La madurez para consumo en verde se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72 a 74% (Kraup, 2009).

La duración de esta fase es aproximadamente de 20 a 25 días, y las vainas completan la madurez a partir de 45 días desde la siembra en variedades precoces. Mientras que para variedades semitardías (Alderman) el periodo de maduración de las vainas es de 75 días desde la siembra (Noboa, 2010).

Maduración seca.

Los granos después de que alcanzan su madurez óptima para consumo en verde, continúan aumentando de tamaño e incrementando rápidamente sus reservas amiláceas y proteicas; éstas van poco a poco desplazando la humedad de los granos, los cuales en los siguientes 6 a 7 días de alcanzada su madurez para consumo en verde pierden entre 1.5 y 2.0% diario de humedad; la pérdida de humedad depende en gran parte de las temperaturas, que son las que definen en mayor medida la tasa de crecimiento (Kraup, 2009).

El estado de senescencia o envejecimiento es descrito como aquel; en que tanto las vainas del tercio basal como del tercio medio presentan un color café y sus semillas duras. Las vainas del tercio superior por su parte están amarillas y arrugadas; y las semillas se presentan aún algo blandas con alrededor de un 35% de humedad (Kraup, 2009).

Las vainas antes de la cosecha 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. Esta etapa tiene una duración de 30 días y la maduración seca comienza de los 155 a 180 días desde la siembra (Kraup, 2009).

Condiciones agroecológicas para el desarrollo del cultivo de arveja.

La arveja es una planta de buena adaptación a diversas condiciones ecológicas de nuestro país. A continuación, se analizan los factores climáticos que requiere el cultivo de la arveja.

Temperatura.

La temperatura es un factor que interviene en diferentes procesos fisiológicos que se efectúan dentro de la planta como la fotosíntesis, el crecimiento y la respiración teniendo diferentes respuestas a la temperatura. La planta de arveja se congela bajo los -3 y -4° C pero el crecimiento se detiene entre los 4 a 7° C siendo el punto crítico o temperatura mínima los 4.5°C. La planta resiste heladas de baja intensidad, pero una exposición prolongada causa daños apreciables en plantas jóvenes, flores y frutos tiernos; dando lugar a la producción de granos pequeños (Parra, 2003).

La temperatura mínima para el desarrollo se encuentra desde los 6 a 10° C y el máximo para el desarrollo entre los 35° C. A temperaturas bajas, el ciclo de cultivo se alarga y a temperaturas elevadas la planta vegeta mal; los rendimientos disminuyen y la calidad del grano es menor debido a una rápida maduración de éste, donde los azúcares se transforman en almidón rápidamente y el grano se vuelve duro y poco dulce, quedando inutilizado para la industria (Infoagro, 2009; Parra, 2003; Noboa, 2010).

Altitud.

La arveja se adapta desde los 1100 m.s.n.m hasta los 3200 m.s.n.m para arveja de consumo en seco.

Precipitación.

Los requerimientos hídricos de la arveja están alrededor de 1000 a 1500 mm de agua. Pero en áreas donde existe buena pluviosidad los requerimientos son de 300 a 400 mm/cosecha (Noboa, 2010; Parra, 2003).

Humedad.

La arveja al igual que otras leguminosas prospera mejor en zonas con humedad relativa entre los 55 a 80%; siendo el óptimo para el cultivo está entre los 75 y 80% de humedad relativa; con humedades superiores se presentan depósitos de rocío sobre las hojas lo que puede ocasionar la presencia de patógenos hidrófilos. Un bajo déficit de presión de vapor suele conducir a anomalías de crecimiento y carencia de calcio en algunas especies. Una elevada humedad atmosférica acompañada con una alta presión radicular, pueden conducir al reblandecimiento o chamuscado de las terminaciones de las plantas (Parra, 2003).

Luminosidad.

A la arveja se la clasifica foto periódicamente como una planta de día largo (PDL) cuantitativa y con respuesta a la vernalización tanto cuantitativa como obligada. Sin embargo, hay variantes, que van desde variedades de día neutro (PDN), hasta variedades muy sensibles al fotoperiodo (Parra, 2003).

Viento.

En el caso de la arveja los efectos del viento son de hasta un 16% sobre la producción de arveja, sin que se tome en cuenta la fase de crecimiento (Noboa, 2010).

Suelo.

La arveja se puede cultivar en una amplia gama de suelos, desde los arenosos ligeros hasta los arcillosos pesados. En suelos arenosos el cultivo es más precoz que en suelos arcillosos bien drenados, pero en éstos últimos los rendimientos son mayores. Además, el buen drenaje es muy importante para el óptimo desarrollo de las plantas. El cultivo de arveja no se desarrolla bien en suelos muy ácidos; estando el rango óptimo de pH entre 5,5 y 6,7, aunque otros autores consideran a la arveja como un cultivo tolerante a la acidez del suelo, creciendo adecuadamente en un pH entre 5,5 a 6,8 (INIA, 1998).

Además del pH, el contenido de calcio es muy importante; debido a que el cultivo de arveja parece tener altos requerimientos de este nutriente (Parra, 2003). En cuanto a la topografía del terreno la arveja es bastante adaptable desde los terrenos planos hasta los inclinados con una pendiente máxima del 50% (Puga, 1992).

Requerimientos nutricionales.

La arveja por ser una leguminosa vive en forma asociada simbióticamente con la bacteria del género *Rhizobium sp.*, que le permite satisfacer su necesidad de nitrógeno de la atmósfera. Este elemento es necesario al principio del cultivo, porque las bacterias del género *Rhizobium* todavía no fijan el nitrógeno del aire que permita el crecimiento. Los excesos de nitrógeno en el cultivo traen como consecuencia un desarrollo vegetativo exagerado; detrimento de la legumbre, causando el aborto de las flores y retardando la maduración de frutos y semillas los que a su vez resultan insípidos (Noboa, 2010).

La arveja es exigente en fósforo y potasio para la obtención de rendimientos óptimos; el primero juega un papel muy importante en la formación de frutos, regulariza la producción,

favorece a la floración, la fecundación y anticipa la madurez. El exceso de fósforo puede ser contrarrestado con un adecuado abono fosfatado (Parra, 2003).

De acuerdo con Ciampitti & García (2008) para obtener un rendimiento aproximado de 5000 kg/ha se deben aplicar las siguientes cantidades de nutrientes:

Nitrógeno: 280 kg N/ha

Fósforo (P_2O_5): 30 kg/ha

Potasio (K_2O): 125 kg/ha

Calcio: 13 kg/ha

Magnesio: 34,5 kg/ha

Abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados (Infoagro 2006).

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población

de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

Lombricompost.

El lombricompost es un abono orgánico que se obtiene a partir de la acción de la lombriz californiana. Con la lombricultura se logra la producción de lombricompost o humus de lombriz y es posible producirlo tanto a nivel familiar como a escala comercial. A nivel familiar para el abono de plantas y flores de jardín. A nivel comercial como fertilizante en horticultura, floricultura, fruticultura y agricultura (Velazquez, 2004).

Gallinaza.

La gallinaza es un abono que proviene de excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante períodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. La gallinaza es un material con buen aporte de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo. Antes de utilizar la gallinaza como fuente de nutrientes, es necesario analizarla en un laboratorio de confianza a través del cual se puede conocer el aporte real esperado de un material en particular, además es una guía para definir la dosis de aplicación. La gallinaza en comparación con otros abonos orgánicos tiene un mayor aporte nutricional (Estrada, 2005).

Marco legal

Las siguientes son las normas ambientales específicas que se tuvieron en cuenta al momento de desarrollar el proyecto:

- La ley 23 de 1973 prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.
- Resolución ICA 0150 de 2003, por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia. En el ARTÍCULO 1°. Es objeto de presente reglamento técnico:
 - a) Orientar la comercialización y el uso y manejo adecuados y racionales de los fertilizantes y acondicionadores de suelos, tanto para prevenir y minimizar daños a la salud, a la sanidad agropecuaria y al ambiente bajo las condiciones autorizadas, como para facilitar el comercio internacional.
 - b) Establecer requisitos y procedimientos armonizados con las reglamentaciones internacionales vigentes, tanto para el registro como para el control legal y técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos; especialmente en lo relacionado con terminología, clasificación, composición garantizada, etiquetado, tolerancias, contenidos mínimos permisibles y parámetros para verificación de la conformidad.

ARTICULO 25: Toda persona natural o jurídica registrada ante el ICA como: importadora, fabricante, formuladora, envasadora, empacadora ó distribuidora, interesada en comercializar fertilizantes y acondicionadores de suelos deberá obtener, con anterioridad a su comercialización, el registro de venta del producto.

- ACUERDO No.186 02 de diciembre de 2005 Por el cual compila y actualiza el Reglamento *Académico Estudiantil de Pregrado*.

ARTÍCULO 36: Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en las siguientes modalidades:

- Investigación: comprende diseños y ejecución de proyectos que busquen aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos. Para los estudiantes que se acojan a esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación.

Metodología

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en las parcelas de experimentación del Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB) de la Universidad de Pamplona, municipio Pamplona, Norte de Santander, que se encuentra ubicada a una altura de 2.586 msnm con una temperatura de 13 °C aproximadamente, viento S a 5 km/h con un 97% de humedad.

Diseño del experimento

Se realizó un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Se seleccionó un área experimental de 540 m² que fue dividida en tres bloques de 21 m x 7 m cada uno, para un área de 147 m² por bloque y una separación de 1,5 m entre bloques. Cada bloque fue dividido en siete parcelas de 7m x 3m para la distribución de los respectivos tratamientos con una separación de 30 cm entre parcelas.

Descripción de los tratamientos

Se aplicaron siete tratamientos como se describen a continuación:

T0: Testigo (sin fertilización)

T1: Abono orgánico lombricompost (100% de la dosis requerida)

T2: Lombricompost (50%) + Fertilización química Triple 15 (50% de la dosis requerida)

T3: Abono orgánico ABOB (100% de la dosis requerida)

T4: ABOB (50%) + Triple 15 (50% de la dosis requerida)

T5: Triple 15 solo (100% de la dosis requerida)

T6: Triple 15 (50% de la dosis requerida)

Cálculo de las dosis de abonos y fertilizante a aplicar

Para el cálculo de las dosis de abonos orgánicos y fertilizante químico se procedió a hacer un análisis de suelos del sitio donde se montó el ensayo (Anexo 1). A partir de los resultados obtenidos se procedió a efectuar el cálculo de las dosis de abonos y fertilizantes a aplicar en kg por hectárea, en función de los nutrientes disponibles en el suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo.

Abonos orgánicos utilizados.

Se utilizaron dos abonos orgánicos comerciales:

1. Lombricompost: elaborado a base de abono de lombriz y conocido comercialmente como Ferticampo (Anexo 2). La dosis calculada de lombricompost fue de 7831 kg/ha.
2. Abono orgánico compuesto de una mezcla de gallinaza, caprinaza y residuos de caña de azúcar conocido comercialmente como Abonos orgánicos de Boyacá, ABOB (Anexo 3). La dosis calculada de ABOB fue de 10573 kg/ha.

Fertilización química.

Para la fertilización química se utilizó el fertilizante químico Triple 15 (15N 15P₂O₅ 15K₂O). La dosis calculada de Triple 15 fue de 1407 kg/ha.

Variables de estudio

Las variables a evaluadas fueron:

Altura de planta

La altura de la planta se midió a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Para ello se tomaron 20 plantas al azar por unidad experimental y se midió la altura en los días antes señalados, utilizando para ello una cinta métrica.

Número de días a la floración.

El número de días a floración se realizó contando los días desde la siembra hasta el momento en el cual había florecido más del 50% de las plantas por cada parcela experimental.

Longitud de las vainas (cm).

La longitud de las vainas se efectuó al momento de la cosecha. De cada parcela experimental se tomaron 20 plantas, de cada planta se seleccionaron 5-10 vainas del segundo tercio donde se concentraban las vainas más desarrolladas y se obtuvo la longitud promedio.

Número de vainas por plantas.

De las 20 plantas seleccionadas en cada parcela experimental se procedió a contar el número total de vainas por planta.

Rendimiento (g): Se determinó pesando el número total de vainas por parcela experimental.

Manejo agronómico del cultivo

Preparación del terreno.

El terreno se preparó el día 27 de junio donde se realizó la medida del terreno a trabajar la respectiva toma de la muestra para el análisis de suelo, posteriormente se realizó la aplicación del herbicida (Glyfosan) para el control de malezas.

Seguidamente, se procedió a la preparación del terreno con motocultor para una mejor optimización de éste al momento de la siembra y así poder realizar la división de las parcelas para cada uno de los tratamientos del trabajo de investigación (Anexo 4).

Siembra.

Para la siembra se utilizó la semilla conocida por los productores locales de la vereda Monte Adentro como *Rabo de gallo*, la cual es utilizada recientemente porque según el criterio de los agricultores, es de muy buena calidad, presenta un grano grande, un gran número de granos por vaina y es bastante resistente al ataque de plagas, pero se desconoce su procedencia.

La siembra se realizó en un área de 21m² dividida en ocho surcos a una distancia de un metro entre ellos y la semilla se sembró a una distancia de tres centímetros aproximadamente siguiendo los métodos de siembra de los productores de la vereda antes mencionada (Anexo 5).

Fertilización.

La fertilización se efectuó a los 15 días después de la siembra teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales del cultivo de arveja con los abonos orgánicos y el fertilizante químico que son objeto de estudio en este trabajo investigativo. Tanto el fertilizante químico como los abonos orgánicos se aplicaron según las dosis previamente establecidas y pesadas en una balanza, de acuerdo con el análisis de suelos y los requerimientos nutricionales del cultivo de arveja para cada tratamiento de esta investigación (Anexo 6).

Para la fertilización orgánica se utilizaron dos tipos de abonos orgánicos uno a base lombricompost elaborado con estiércol de bobino, el cual se utiliza como acondicionador orgánico de suelo. El nombre comercial de este abono es Ferticampo. El otro abono utilizado es elaborado a base de gallinaza, caprinaza, residuos de caña, roca fosfórica, carbonato de calcio y polihalita conocido comercialmente como ABOB (Anexo 7).

Para la fertilización química se utilizó Triple 15-15-15 (15%N, 15%P, 15%K) siguiendo y teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales del cultivo por hectárea y pesando la dosis correspondiente para cada uno de los tratamientos de estudio (Anexo 8).

Fertilización foliar.

En este proceso se utilizó un producto químico en todo el lote experimental llamado Humiagro. Este producto es un acondicionador orgánico de suelos, que estimula los procesos metabólicos de la planta cuando es aplicado en forma foliar. Cuando se aplica al suelo directamente cumple funciones importantes como promotor de enraizamiento, brote de yemas floración, cuajado y llenado de grano.

La dosis de aplicación en este trabajo de investigación fue de 100 mL por bomba de 20 litros el cual se aplicó a la germinación de la semilla y 20 días después en todos los tratamientos (Anexo 9).

Tutorado.

Posterior a la fertilización se realizó el establecimiento del tutorado para la cuelga de las plantas de arveja, la cual se hizo treinta días después de la siembra, teniendo en cuenta que éste facilitó las labores del cultivo y un mejor manejo en el control de malezas y reducir el índice de enfermedades (Anexo 10).

Control de malezas.

El control de maleza se realizó de manera manual cada ocho días, retirando las malezas que pudieran competir y reducir el rendimiento del cultivo ya que la arveja es poco competitiva y

necesitaba de un control de malezas estricto para evitar un bajo rendimiento al final de la cosecha.

Control de plagas y enfermedades

Este control se realizó al principio de la siembra debida a la presencia de babosas, aves y trozadores, se hizo de manera química y manual aplicando diferentes productos como babosin, cal viva y Lorban para minimizar el daño de las plantas en su crecimiento y desarrollo.

Para el control de enfermedades se aplicó fungidas para la prevención y control de algunos hongos presentes debido a las condiciones climáticas de alta precipitación que se presentaron durante el desarrollo del experimento, como lo fueron antracnosis (*Ascochyta* spp) mildew veloso (*Peronospora corda*). Estos controles se realizaron teniendo en cuenta la capacidad de afectación presente en el cultivo y a las condiciones ambientales presentes en el ambiente (Anexo 11).

Riego.

El riego se efectuó de forma manual, utilizando para ello una regadera de mano. La frecuencia de riego fue aproximadamente cada dos días y dependió de las condiciones climáticas prevalecientes durante el ensayo (Anexo 12).

Cosecha.

La cosecha se realizó a los 105 días después de la siembra de forma manual cuando las vainas de la arveja habían alcanzado su madurez y su llenado de frutos, toda la cosecha se realizó por tratamiento y pesando cada uno, mirando así sus rendimientos por hectárea (Anexo 13).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se aplicó un análisis de la varianza de una vía (ANOVA) (Anexo 14). Cuando el ANOVA fue significativo ($p < 0.05$) se aplicó una prueba de Tukey para la separación de medias (Anexo 15). Para analizar la relación entre las variables de estudio se empleó un análisis de correlación Lineal de Pearson. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS.

Resultados y discusión

Efecto de la fertilización orgánica y química sobre la altura de las plantas de arveja

En la tabla 1, se presentan los valores promedios obtenidos para la variable altura de planta a los 30 días, 60 días y 90 días después de la siembra en respuesta a los diferentes tratamientos evaluados. En esta tabla, podemos apreciar que a los 30 días la altura de las plantas en el T0 fue significativamente más alto ($p < 0,05$) que el resto de los tratamientos, con excepción del T6 que no presentaron diferencias entre sí. A los 60 días después de la siembra, la altura de las plantas fue estadísticamente menor ($p < 0,05$) en T4 con respecto a T2, T3 y T6. Entre el resto de los tratamientos no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$).

A los 90 días después de la siembra, T0, T4 y T6 no presentaron diferencias entre sí ($p < 0,05$), pero resultaron diferentes a T1, T2, T3 y T5, mientras que entre este último grupo no hubo diferencias ($p > 0,05$) (Tabla 1). La altura más alta de las plantas a los 90 días se encontró en T2 ($172,27 \pm 12,70$ cm).

A los 30 días después de la siembra se hizo la primera medición de la altura de las plantas, en el cual, el T0 presentó la mayor altura. Es importante señalar, que la aplicación de los tratamientos se hizo a los 15 días después de la siembra. Es probable que, debido a ello, las plantas en cada uno de los tratamientos presentaran una respuesta retardada a la aplicación de los abonos y los fertilizantes, por lo que en este caso el T0 (sin fertilización química u orgánica) presentó las plantas más altas.

La altura de las plantas a los 60 días permite evidenciar una mejor respuesta del cultivo a los tratamientos. Las alturas más altas se aprecian en T6 (50% de la dosis requerida de triple 15) y T2 en el cual se usó una mezcla de 50% de Lombricompost+ 50% de triple 15, pero no hubo

diferencias entre ellos. La menor altura se observó en T4 con la mezcla de 50% ABOB+50% Triple 15 (T4), lo que evidencia que las plantas no respondieron favorablemente a esta combinación.

Tabla 1. Altura de las plantas de arveja a los 30, 60 y 90 días después de la siembra en respuesta a los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamientos	Variable		
	Altura de la planta (cm)		
	30 días	60 días	90 días
T0	25,72±2,94 ^{ac}	97,80±9,04 ^{ab}	144,36±18,97 ^a
T1	23,81±2,74 ^b	97,43±12,75 ^{ab}	165,85±14,92 ^b
T2	23,67±2,99 ^b	102,13±8,34 ^b	172,27±12,70 ^b
T3	22,73±2,98 ^b	101,88±13,24 ^b	171,76±20,43 ^b
T4	22,56±3,33 ^b	93,96±9,41 ^a	155,37±16,10 ^a
T5	22,33±3,03 ^b	99,56±10,03 ^{ab}	165,55±19,76 ^b
T6	24,81±3,30 ^c	103,41±12,18 ^b	162,13±22,75 ^a

Valores promedios ± desviación típica acompañados por letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. T0: Testigo (sin fertilización); T1: Abono orgánico lombricompost (100% de la dosis requerida); T2: Lombricompost (50% de la dosis requerida) + Fertilización química Triple 15 (50% de la dosis requerida); T3: Abono orgánico ABOB (100% de la dosis requerida); T4: ABOB (50% de la dosis requerida) + Triple 15 (50% de la dosis requerida); T5: Triple 15 solo (100% de la dosis requerida); T6: Triple 15 (50% de la dosis requerida). Fuente: Elaboración propia.

A los 90 días, la altura más alta de las plantas se observó en T2 con la mezcla de 50% de lombricompost+50% triple 15, la cual resultó estadísticamente diferente al testigo (T0), a T4 con la mezcla de 50% ABOB+50% triple 15 (T4) y a T6 (50% triple 15), pero no se diferencia con

T1, T3 y T5, es decir, que se obtiene la misma respuesta en cuanto a altura de las plantas cuando se aplica lombricompost solo (100%), ABOB solo (100%) y triple 15 solo (100%).

Por otro lado, la altura de las plantas observada en este estudio resultó mucho más altas a las obtenidas por Checa, Bastidas & Narváez (2017), en un trabajo en el cual realizaron una evaluación agronómica de diferentes variedades de arveja en diferentes épocas de siembra.

Por su parte, Santamaría et al. (2010), obtuvieron valores de altura de las plantas también por debajo a los encontrados en este estudio a los 60 días después de la siembra. Asimismo, la altura de las plantas fue estadísticamente más alta cuando se aplicó el tratamiento con abono orgánico Fertigran en comparación con el fertilizante químico, permitiendo obtener valores de hasta 82,66 cm de altura de las plantas.

Estos resultados permiten inferir que la disponibilidad de nutrientes, en especial el nitrógeno en el lombricompost es mayor e incide en el desarrollo de del tallo de las plantas.

Efecto de la fertilización orgánica y química sobre el número de días a la floración del cultivo de arveja

Para evaluar el número de días a la floración en el cultivo de arveja, se tomó como referencia la escala BBCH (Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemical). De acuerdo con esta escala las plantas de arveja se encontraban en el estadio principal de crecimiento número 6, código 65, en el cual el 50% de las flores se encontraban abiertas (Feller *et al.*, 1995; Enz & Dachler, 1998). El número de días a floración fue similar entre los tratamientos (media 59,66 días), por lo tanto, no se encontró diferencia estadística, para esta variable (Tabla 2). Por lo tanto, no se observó influencia de los tratamientos sobre esta variable.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para la variable número de días a floración para los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de arveja

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	Significancia, <i>p</i>
Tratamientos	420	0,0	6,0	3,000	2,0024	
NDF	420	58,0	61,0	59,667	1,2487	1,0

NDF: Número de días a floración. N: número de muestras. Fuente: Elaboración propia.

Resultados similares fueron encontrados por Checa et al. (2017) en el cual la variable días a floración (DF) no se vio afectada por los factores época, tutorado, línea y sus interacciones, lo cual, sugiere que esta variable fue poco afectada por las variaciones bióticas y abióticas presentes en el período de evaluación. Al igual que el trabajo señalado anteriormente, en este estudio, los diferentes tratamientos no afectaron el número de días a la floración de las plantas de arveja.

El número de días a la floración obtenido en este estudio estuvo por debajo al encontrado por Galindo & Clavijo (2009) en el cual obtuvieron días a la floración entre 69,9 y 77,4 en un ensayo en el cual evaluaron la fenología del cultivo de arveja variedad Santa Isabel en la Sabana de Bogotá en campo abierto y cubierta plástica, respectivamente.

Efecto de la fertilización orgánica y química sobre el número de vainas por planta del cultivo de arveja

En la figura 1, podemos observar que el número de vainas por planta fue significativamente más alto ($p < 0,05$) en T5 con respecto al resto de los tratamientos, con excepción de T3, los cuales no presentaron diferencias entre sí. El número de vainas por planta fue estadísticamente más bajo ($p < 0,05$) en T0 comparado con el resto de los tratamientos, a excepción de T4, los

cuales resultaron iguales. Entre T1, T2 y T4 no hubo diferencias ($p>0,05$), mientras que entre T4 y T6 si se aprecian diferencias, siendo el número de vainas por planta mayor en T6 con respecto a T4.

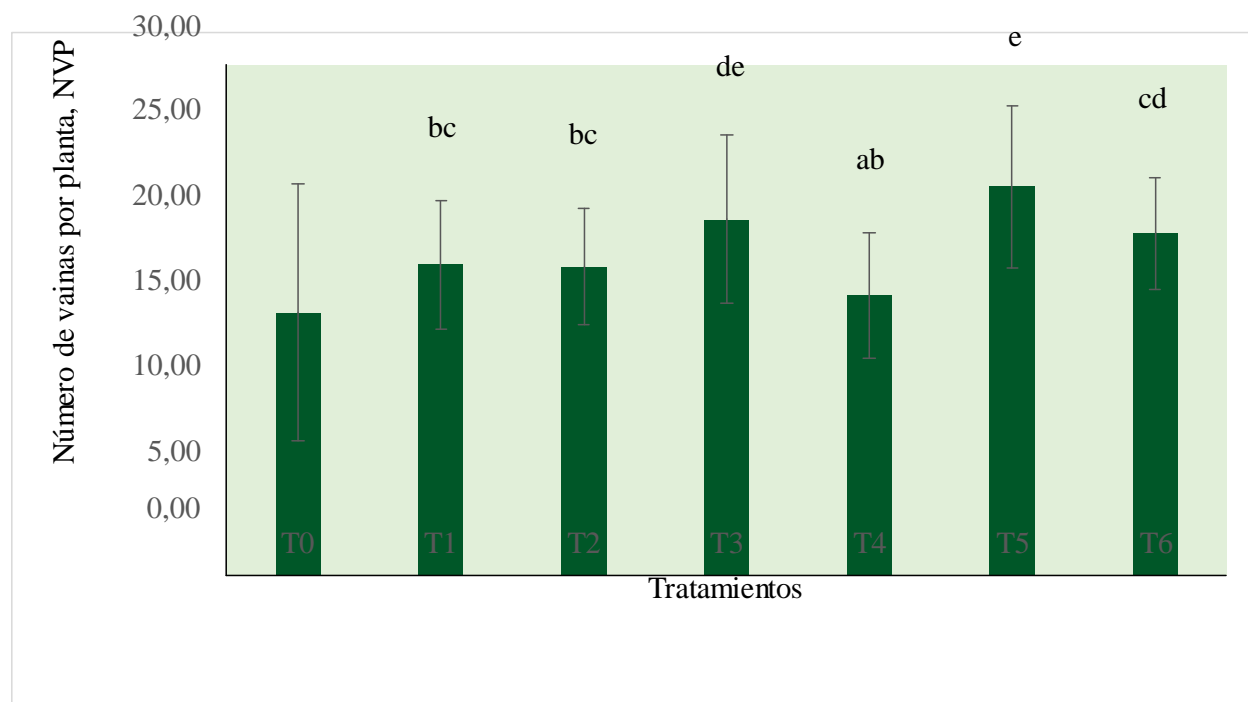


Figura 1. Número de vainas por planta para los diferentes tratamientos evaluados en el

cultivo de arveja

Barras con valores promedios \pm desviación típica acompañadas con letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas ($p<0,05$) entre los tratamientos. T0: Testigo (sin fertilización); T1: Abono orgánico lombricompost (100% de la dosis requerida); T2: Lombricompost (50% de la dosis requerida) + Fertilización química Triple 15 (50% de la dosis requerida); T3: Abono orgánico ABOB (100% de la dosis requerida); T4: ABOB (50% de la dosis requerida) + Triple 15 (50% de la dosis requerida); T5: Triple 15 solo (100% de la dosis requerida); T6: Triple 15 (50% de la dosis requerida). Fuente: Elaboración propia.

El número de vainas por planta respondió mejor al tratamiento en el cual se utilizó el fertilizante químico en el 100% de la dosis requerida, seguido por la aplicación sola de ABOB con el 100% de la dosis requerida.

Estos resultados estuvieron por debajo a los obtenidos por Checa et al. (2017) quienes obtuvieron valores promedio de número de vainas por planta entre 33 y 35, para las épocas lluviosas del año. Durante la época seca el valor promedio fue de 11 vainas/plantas. Sin embargo, en este estudio los experimentos se desarrollaron durante una época en donde las precipitaciones fueron bastante altas.

Contrariamente, Galindo & Clavijo (2009) obtuvieron valores promedio del número de vainas entre 9,7 y 9,9, relativamente por debajo a los obtenidos en este estudio.

Efecto de la fertilización orgánica y química sobre la longitud de las vainas verdes en el cultivo de arveja

En la figura 2, podemos apreciar que la longitud de las vainas verdes del cultivo de arveja fue significativamente más baja en T0 con respecto al resto de los tratamientos, con excepción de T1, los cuales no tienen diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$). Entre el resto de los tratamientos no se observaron diferencias ($p > 0,05$). Esto nos indica que el cultivo de arveja respondió favorablemente a los tratamientos aplicados con respecto al testigo y, con la aplicación del abono orgánico ABOB en la totalidad de la dosis calculada requerida (T3) se obtuvo el valor promedio más alto en la longitud de las vainas verdes ($10,87 \pm 0,947$ cm).

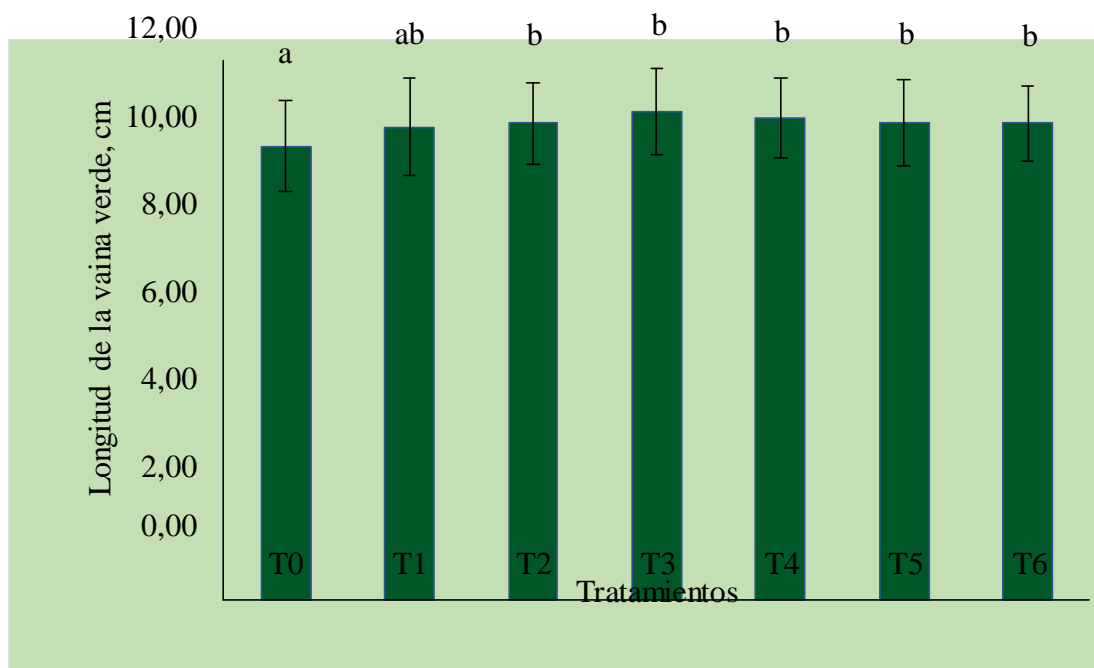


Figura 2. Longitud de las vainas verdes del cultivo de arveja en respuesta a los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de arveja

Barras con valores promedios \pm desviación típica acompañadas con letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. T0: Testigo (sin fertilización); T1: Abono orgánico lombricompost (100% de la dosis requerida); T2: Lombricompost (50% de la dosis requerida) + Fertilización química Triple 15 (50% de la dosis requerida); T3: Abono orgánico ABOB (100% de la dosis requerida); T4: ABOB (50% de la dosis requerida) + Triple 15 (50% de la dosis requerida); T5: Triple 15 solo (100% de la dosis requerida); T6: Triple 15 (50% de la dosis requerida). Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, la longitud de las vainas no es una variable que responda significativamente a los diferentes tratamientos evaluados. La longitud de las vainas obtenidas en este estudio está por encima a los datos reportados por el DANE (2015) para la variedad Santa Isabel, en el cual se reportan vainas de 4 a 6 cm de largo.

Efecto de la fertilización orgánica y química sobre el rendimiento del cultivo de arveja

De acuerdo con los resultados presentados en la figura 3, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) entre los diferentes tratamientos que fueron objeto de estudio en este trabajo.

La cosecha del cultivo se realizó cuando las plantas se encontraban en el estadio principal número 7, código 79 según la escala BBCH, en el cual las vainas ya han alcanzado el tamaño típico (madurez verde), completamente formadas (Feller et al., 1995; Enz & Dachler, 1998).

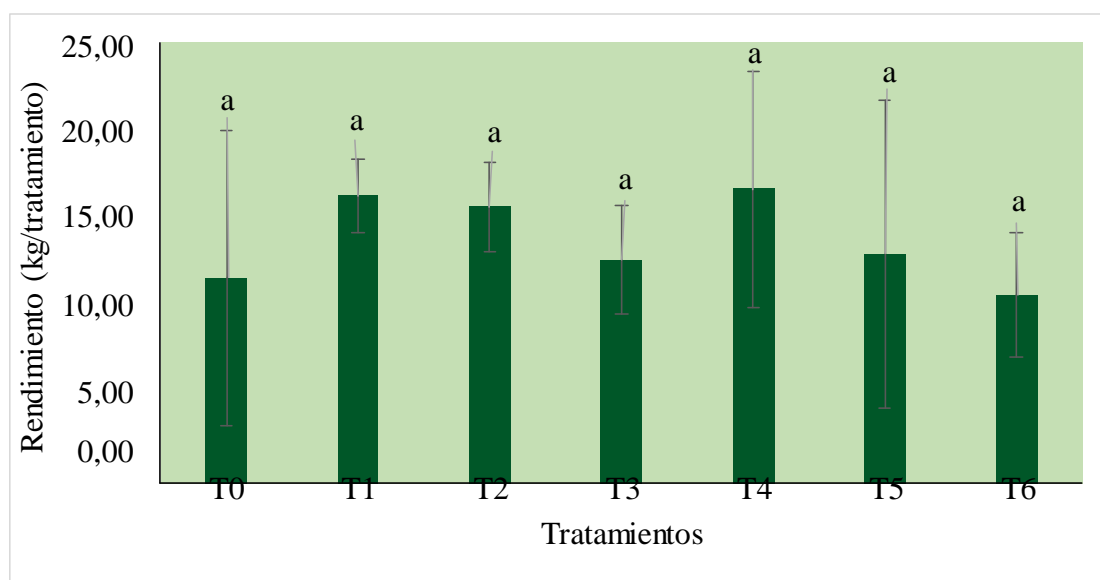


Figura 3. Rendimiento del cultivo de arveja en respuesta a la fertilización orgánica y química expresado en kg/tratamiento para un área de 21 m²

Barras con valores promedios \pm desviación típica acompañadas con letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas ($p<0,05$) entre los tratamientos. T0: Testigo (sin fertilización); T1: Abono orgánico lombricompost (100% de la dosis requerida); T2: Lombricompost (50% de la dosis requerida) + Fertilización química Triple 15 (50% de la dosis requerida); T3: Abono orgánico ABOB (100% de la dosis requerida); T4: ABOB (50% de la dosis requerida) + Triple 15 (50% de la dosis requerida); T5: Triple 15 solo (100% de la dosis requerida); T6: Triple 15 (50% de la dosis requerida). Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3 también se puede apreciar el rendimiento promedio obtenido en kg por parcela experimental de 21 m². Estos resultados fueron transformados a kg/hectárea y se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Rendimiento del cultivo de arveja en los diferentes tratamientos expresados en kg/ha

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
T0	5556
T1	7778
T2	7460
T3	6032
T4	7937
T5	6190
T6	5079

Fuente: Elaboración propia

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas entre los tratamientos, debido quizás a los altos valores de desviación típica según se aprecia en las barras señaladas en la figura 3, es importante destacar una tendencia importante en la que se puede apreciar que T1 (100% lombricompost) y T4 (50% ABOB+ 50% TRIPLE 15) presentaron los rendimientos más altos.

Resultados relativamente similares fueron encontrados por Rojas (2017) en condiciones agroclimáticas de Tiabaya-Arequipa, Perú, en donde se encontró una mayor producción de vainas verdes de arveja var. Quantum producto del abonamiento mediante la interacción entre 6 t.ha⁻¹ de humus de lombriz y 1 t.ha⁻¹ de guano de islas y biol (líquido producido por un

biodigestor y se usa como abono foliar en una concentración de 40%) con rendimientos de hasta 12,8 t.ha⁻¹ significativamente superiores a los obtenidos en este estudio.

Resultados similares fueron encontrados también por Ortiz (2010) en donde la fertilización orgánica presentó los mejores resultados sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Cerinza), especialmente cuando se utilizó el té de humus de lombriz en condiciones de agricultura urbana. De igual forma, este autor no encontró diferencias significativas entre las dosis evaluadas de los fertilizantes orgánicos.

Al respecto, Santamaría *et al.* (2010) encontraron una mayor producción de arveja verde en vaina con el uso del fertilizante orgánico líquido Fertigran en tres etapas fenológicas del cultivo, comparativamente con la fertilización convencional.

Por su parte, Romero-Romano *et al.* (2012) encontraron que la fertilización orgánica-mineral mostró mejores resultados en las variables evaluadas en comparación con la fertilización orgánica evaluada en el cultivo de fresa.

Autores como Khan *et al.* (2013), en condiciones lluviosas encontraron rendimientos con un rango entre 3,74 a 10,43 t.ha⁻¹; mientras que Checa *et al.* (2017) reportaron rendimientos entre 6,04 t.ha⁻¹ para la época seca y 10,21 y 12,96 t.ha⁻¹, durante la época de lluvia. Por su parte, Mishra (2014) reportó rendimientos de 5,5 t.ha⁻¹, en tanto Celis & Prett (1995), obtuvo rendimientos de 20 t.ha⁻¹ para el cultivo de arveja.

De acuerdo con los datos reportados por el DANE (2015), el cultivo de arveja variedad Santa Isabel presenta un rendimiento promedio entre 4000 a 5600 kg/ha de vaina verde. Estos valores están relativamente por debajo a los encontrados en este estudio cuando se utilizó la fertilización orgánica.

Análisis de correlación de Pearson entre el rendimiento y las diferentes variables desarrollo y crecimiento evaluadas en el cultivo de arveja en respuesta a los tratamientos

En la tabla 4 se presenta el análisis de correlación de Pearson realizado a los datos obtenidos en los diferentes tratamientos. El rendimiento se correlacionó significativa y positivamente con la altura de la planta a los 90 días ($p < 0,05$ y correlación de Pearson 0,527), mientras que el número de vainas por planta (NVP) presentó una correlación altamente significativa y positiva ($p < 0,01$ y correlación de Pearson 0,555) con la altura de la planta a los 90 días (AP90D).

Tabla 4. Análisis de correlación de Pearson entre el rendimiento y las diferentes variables desarrollo y crecimiento evaluadas en el cultivo de arveja en respuesta a los tratamientos

		Correlaciones						
		Rendimiento	AP30D	AP60D	AP90D	NDF	NVP	LVV
Rendimiento	Correlación de Pearson	1	-,057	,273	,527*	-,082	,195	-,115
	Sig. (bilateral)		,806	,231	,014	,724	,398	,618
	N	21	21	21	21	21	21	21
AP30D	Correlación de Pearson	-,057	1	,501*	,037	-,258	-,074	-,425
	Sig. (bilateral)	,806		,021	,874	,260	,749	,055
	N	21	21	21	21	21	21	21
AP60D	Correlación de Pearson	,273	,501*	1	,718**	-,058	,507*	,069
	Sig. (bilateral)	,231	,021		,000	,802	,019	,767
	N	,5271	21	,7181	21	21	,5551	21
AP90D	Correlación de Pearson	*	,037	**	1	,185	**	,321
	Sig. (bilateral)	,014	,874	,000		,423	,009	,156
	N	21	21	21	21	21	21	21
NDF	Correlación de Pearson	-,082	-,258	-,058	,185	1	-,231	,432

	Sig. (bilateral)	,724	,260	,802	,423		,313	,051
	N	21	21	21	21	21	21	21
NVP	Correlación de Pearson	,195	-,074	,507*	,555**	-,231	1	,181
	Sig. (bilateral)	,398	,749	,019	,009	,313		,433
	N	21	21	21	21	21	21	21
LVS	Correlación de Pearson	-,115	-,425	,069	,321	,432	,181	1
	Sig. (bilateral)	,618	,055	,767	,156	,051	,433	
	N	21	21	21	21	21	21	21

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

AP30D: altura de la planta a los 30 días; AP60D: altura de la planta a los 60 días; AP90D: altura de la planta a los 90 días; NDF: número de días a floración; NVP: número de vainas por planta; LVV: longitud de la vaina verde.

Del análisis presentado en la tabla 4, en la medida que aumenta la altura de la planta en respuesta a los tratamientos, aumenta también el número de vainas por planta y en consecuencia el rendimiento es mayor.

Análisis económico de la aplicación de la fertilización química y orgánica

A la hora de decidir cuál tratamiento escoger, se deben analizar las diferentes respuestas del cultivo a los tratamientos, así como los costos económicos y los aspectos ambientales al momento de utilizar la fertilización química o la fertilización orgánica.

Al analizar las dosis requeridas por hectárea de cada una de las fuentes de fertilización (química y orgánica) en función del requerimiento del cultivo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo, tenemos que para obtener un rendimiento aproximado de 5000 kg/ha de arveja verde, se requieren 3916 kg de lombricompost, 10573 kg/ha de ABOB y 1407 kg/ha de triple 15.

Si analizamos los costos de adquisición de cada fuente de fertilizante tenemos que, para el lombricompost, un saco de 40 kg presentaba un costo de 27.000 pesos al momento de la realización del experimento. De manera que para cubrir el requerimiento de lombricompost por hectárea, se gastaron 2646000 pesos.

Para el caso del ABOB, el precio de un saco de 50 kg fue de 15000 pesos. Por lo que el costo por hectárea para la aplicación de ABOB sería de 3171900 pesos.

El costo de un saco de 50 kg de Triple 15 al momento del ensayo fue de 75000 pesos, por lo que según el costo para una hectárea fue de 2100000.

El tratamiento que presentó el rendimiento más alto fue el T4 (50% ABOB+50% triple 15), esto traducido en costo representan en costo 2635950 pesos. Para T1, que fue el tratamiento con el segundo mejor rendimiento el costo fue de 2646000 pesos. En este sentido, los costos son relativamente similares.

De acuerdo con el análisis económico, los costos son similares entre los dos mejores resultados en cuanto a rendimiento. Por lo tanto, a la hora de decidir se debe tomar en cuenta las implicaciones ambientales que implica la utilización de las fuentes orgánicas y químicas. Adicional al costo de los abonos y fertilizantes se debe sumar los costos que implicó la adquisición de insumos para la realización del ensayo que aparecen señalados en el Anexo

Conclusiones

El tratamiento con 50% lombricompost+50% triple 15 (T2) afectó positivamente la variable altura de las plantas.

El número de días a la floración es una variable que fue poco sensible a los diferentes tratamientos evaluados en este estudio.

La mejor respuesta en cuanto al número de vainas por planta se observó con el tratamiento 100% triple 15 (T5).

La longitud de las vainas fue menor en el T0 pero entre tratamientos no se observaron diferencias por lo que fue una variable poco sensible a la fertilización química y orgánica.

Aunque no hubo diferencias estadísticas en el rendimiento entre los tratamientos, la mejor respuesta se observó en T4 (50% ABOB+50% triple 15) y T1 con la aplicación de lombricompost en el 100% de la dosis requerida.

La altura de la planta fue una variable que se correlacionó el número de vainas por planta y con el rendimiento.

Recomendaciones

De acuerdo con el análisis de los resultados se recomienda el uso de la fertilización orgánica frente a la fertilización química, tanto desde las implicaciones económicas como ambientales.

Se recomienda también evaluar un mayor número de variedades del cultivo de arveja, así como un mayor número de variables en las plantas y en el suelo.

Se recomienda evaluar diferentes dosis y combinaciones de abonos orgánicos.

Se recomienda evaluar estas y otras fuentes de abonos orgánicos en otros cultivos importantes de la zona.

Bibliografía

- BUITRAGO, J.Y.; DUARTE, C.J.; SARMIENTO, A. (2006). El cultivo de la arveja en Colombia. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas- FENALCE y Fondo Nacional Cerealista. Ed. Produmedios. Bogotá. Colombia. 83p.
- CASTILLO J. (2010). Análisis de lombricompostos a partir de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Universidad Popular del Cesar. Facultad de Agronomía. Escuela de postgrados. Trabajo presentado como requisito para optar al título de Especialista en Cultivos Perennes Industriales. 61 pp.
- CHECA, BASTIDAS, J. E.; Narvéez. T. O. 2017. Evaluación agronómica y económica de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) En diferentes épocas de siembra y sistemas de tutorado. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 20 (2): 279- 288.
- CELIS, A.; PRETT, G. 1995. Producción estival de arvejas en la costa interior en la Décima Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico Remehue. No. 232. Chile. 12p.
- CIAMPITTI, I. A.; GARCÍA, F. 2008. Requerimientos Nutricionales absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. II. Hortalizas, Frutales y Forrajeras. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Archivo Agronómico #12. 4 pp. Consultado en línea: mayo de 2018 en <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1083>
- CONSORNOC (2010). Corporación Nueva Sociedad de la Región Nororiental de Colombia abril de 2010 gobernación Norte de Santander, Secretaria de Planeación y de Desarrollo Territorial.
- DANE (2015). El cultivo de la arveja en Colombia. Boletín mensual. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. N° 33: 1-78 pp.

- DANE (2016). Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2015. Boletín técnico. 25 Pp.
- DE BERNARDI, L. (2016). Informe de arvejas (*Pisum sativum* L.). Subsecretaría de Mercados Agropecuarios. Dirección Información Agropecuaria y Forestal. E.E.A.-INTA Balcarce. Argentina. 14 Pp.
- ENZ, M. & DACHLER, CH. 1998. Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas escala BBCH extendida. Versión electrónica. BASF Aktiengesellschaft, Postfach 120, D-67114 Limburgerhof. Traducción al español por Enrique Gonzales Medina, Bogotá/Colombia, José Antonio Guerra, Barcelona/España y Hermann Bleiholder, Limburgerhof/Alemania. 123 pp.
- ESTRADA, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias de la Corporación Universitaria Lasallista. Fecha de recibo: 22/02/2005; fecha de aprobación: 19/07/2005. 6 p
- FELLER, C., H. BLEIHOLDER, L. BUHR, H. HACK, M. HESS, R. KLOSE, U. MEIER, R.
- FENALCE (2015). Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas Catálogo automatizado de Fenalce. <http://fenalce.net/pagina>
- ICA (2003). Instituto colombiano agropecuario Resolución 150 de 2003 Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia. Anexo 7. Bogotá, Colombia.
- KHAN, T.; RAMZAN, A.; JILLANI, G.; MEHMOOD, T. 2013. Morphological performance of peas (*Pisum sativum*) genotypes under rainfed conditions of Potowar region. J. Agric. Res. 51(1):51- 60.




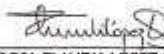
- KRAUP, C. (2009). Leguminosas, Botánica de la Arveja (*Pisum sativum* L.), Santiago de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. (www.puc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/arveja.htm).
- LLUMIQUINGA, I. (2006). Estudio de la aplicación complementaria de tres bioestimulantes de origen natural en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris*) Tumbaco-Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp 25-30.
- MISHRA, N. 2014. Growth and yield response of pea (*Pisum sativum* L.) to integrated nutrient management a review. J. Plant and Pest Sc. (2):87-95.
- MORA D. J. (2006). Contribuciones del compost al mejoramiento de la fertilidad del suelo 25/08/2006 Pág.6 – 6.
- NOBOA C. J. (2010). Caracterización, física, química y nutricional de la arveja (*Pisum sativum* L.) cultivada en Ecuador, como un aporte y base de estudio para la creación de una norma técnica ecuatoriana (NTE 2010) por parte del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Universidad Tecnológica Equinoccial. Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero en Industrialización de Alimentos. repositorio digital. 199 pp.
- ORTIZ, R. A. (2010). Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. Cerinza, en condiciones de agricultura Urbana.
- PARRA, D., (2003). Influencia de las Fases de la Luna en la Producción de Arveja (*Pisum sativum* L.), Universidad Central del Ecuador, Quito – Ecuador. Tesis de Grado.

- PEÑARANDA, G. y MOLINA, G. D. (2011). La producción de arveja (*Pisum sativum* L.) en la Vereda Monte dentro, Provincia de Pamplona, Norte de Santander. Revista Face. Año VII N°11: 43-56.
- PERALTA E., MURILLO A., MINCHALA L., PINZÓN, J., INIAP 433 Roxana e INIAP 434 Esmeralda. (1997). Variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) de 127 tipo decumbente para la Sierra ecuatoriana. Plegable N° 162, INIAP, Quito, Ecuador.
- ROJAS, H. C. (2017). Producción de arveja verde “quantum” (*Pisum sativum* L.) con aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol en condiciones agroclimáticas de Tiabaya – Arequipa. Tesis presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Agronomía. 68 pp.
- ROMERO-ROMANO, C. O.; OCAMPO-MENDOZA, J.; SANDOVAL-CASTRO, E.; TOBAR-REYES, J. R. (2012). Fertilización orgánica - mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria xananasa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai, 8(3): 41-49.
- SANTA MARÍA, M.; NIÑO, E.; BLANCO, E.; PRIENTO, Y. y GALEANO, J. (2010) Evaluación de dos fertilizantes orgánicos frente al fertilizante compuesto mineral 10 30 10 y sus mezclas, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en Madrid Cundinamarca. Inventum No. 9 Facultad de Ingeniería UNIMINUTO: 14-18.
- STAUSS, T. VAN DEN BOOM und E. WEBER, 1995: Phänologische Entwicklungsstadien
- VELÁSQUEZ F. (2004). Evaluación del contenido nutricional del humus obtenido de la degradación de cuatro sustratos orgánicos por la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*), y la incidencia en su reproducción, en la Aldea La Federación, Municipio de San Marcos. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, Usac. 57p.
- ARJONA, H. 1977. El cultivo de la

Arveja (*Pisum sativum* L.). Segunda edición. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.

von Gemüsepflanzen: II. Fruchtgemüse und Hülsenfrüchte. Nachrichtenbl. Deut. flanzenschutzd. 47: 217-232.

Anexo 1. Resultados del análisis de suelos

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS		CONVENIO UIS-GERENCIA DE SANTANDER		RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS		Código: F-LQ5-24														
						Versión: 02 Página 1 de 1														
Cliente:	Armando José Méndez	Fecha de Ingreso de la muestra:	junio 29 de 2018	Departamento:	Santander	Municipio:	Pamplona													
Entidad:	CISVEB	Fecha de Análisis:	julio 17 de 2018	Vereda:	N.S	Cultivo:	Aveja													
Dirección:	N.S	Fecha de Emisión de Resultado:	julio 17 de 2018			Fincas:	N.S													
Análisis solicitado:	Caracterización x	Elementos Menores:	Azufre x C.I.C.	C.E.																
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS																				
Cód. Muestra	pH Unid	%C	P (ppm)	Ca	Mg	Na	K	Al	%Arena	%Limo	%Arcilla	Textura	B	Fe	Mn	Cu	Zn	S	CIC	CE
													mg/100g suelo							
18-0708	6,0	2,46	15,1	17,1	1,09	0,12	0,29	N.A.	62	22	16	Fco-Arenoso	0,24	83,8	2,76	0,67	1,36	N.S.C.	N.S.C.	N.S.C.
PARÁMETROS	MÉTODO ANALÍTICO		NOTAS										ABREVIATURAS							
pH: Potencial de Hidrógeno C: Carbono P: Fósforo disponible Ca, Mg, Na, K % Textura B: Boro Fe, Mn, Cu, Zn S: Azufre CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico CE: Conductividad Eléctrica	Electrométrico: Relación 1:1 Agua destilada Colorimétrico: Winkley Black $K_2Cr_2O_7-H_2SO_4$ Colorimétrico: Bray II, HCl 0,1 N-NH ₄ F 0,03 N Absorción Atómica: Extracción: Acetato de Amonio Boroxocrom: Agua destilada Colorimétrico: Extracción: Fosfato Monocálcico Absorción Atómica: Extracción con DTPA Turbidimétrico: Extracción Fosfato Monocálcico Extracción: Acetato de Amonio Electrométrico: Agua destilada		Nota 1: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por fax o e-mail se conservarán durante tres meses a partir de la entrega de los mismos. Nota 2: Prohibida la reproducción total o parcial de este documento. Nota 3: Estos resultados son válidos únicamente para las muestras suministradas por el cliente. Nota 4: Los métodos analíticos aplicados en el laboratorio son válidos únicamente para muestras de suelos, y no a otros materiales de características físicas similares. Nota 5: La conservación de la muestra analizada se almacenará por un periodo de tiempo de 2 meses a partir de la fecha de emisión del resultado. Nota 6: Información y muestras suministrada por el cliente. Nota 7: Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al teléfono 6324861 ó al correo electrónico: laboratorioquimico@uis.edu.co o uis@yahoo.com										N.D: No Detectable a la mínima concentración establecida por el método. N.S: No Suministrado por el Cliente. N.A: No Aplica. N.S.C: No Solicitado por el Cliente. VoBo  ROSA CLAUDIA LOPEZ QUIROGA Química Mat. Prof. 0591							
OBSERVACIONES:																				

Anexo 2. Composición del humus sólido Lombricompost

COMPOSICIÓN GARANTIZADA	
NITROGENO TOTAL (N)	2,7%
FOSFORO TOTAL (P ₂ O ₅)	0,82%
POTASIO TOTAL (K ₂ O)	3,06%
CALCIO (CaO)	2,63%
MAGNESIO (MgO)	0,68%
CARBONO ORGÁNICO OXIDABLE TOTAL	13,70%
RELACIÓN CARNONO – NITROGENO	10,77
CENIZAS	35,46%
HUMEDAD MAXIMA	13,88%
Ph	8,98
DENSIDAD A 20 °C (Base seca)	0,72
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	34,42
CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA	89,26%
SALMONELLA	Ausencia /25ml
ENTEROBACTERIAS	18 X 10 ¹ UFC/ml
METALES PESADOS	Por debajo de los límites establecidos en la NTC-5167

Fuente: Ficha técnica del lombricompostaje FERTICAMPO de Agroinsumos Ecofinca.
www.agroinsumosecofinca.wix.com

Anexo 3.

Composición del abono orgánico de Boyacá (ABOB)

COMPOSICIÓN GARANTIZADA	
NITRÓGENO TOTAL (N)	2,0%
FOSFORO TOTAL (P ₂ O ₅)	5,0%
POTASIO SOLUBLE EN AGUA (K ₂ O)	3,0%
CALCIO (CaO)	10,0%
SILICIO (SiO ₂)	24,0%
MATERIA ORGANICA	35,0%
CARBONO ORGANICO OXIDABLE	9,0%
RELACION CARBONO/ NITROGENO	7,5%
CENIZAS	52,0%
HUMEDAD MAXIMA	13,0%
PH	7,5
DENSIDAD	0,71g/cm ³
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	25,0 mEq/100g
CAPACIDAD DE RETENCION DE HUMEDAD	87,0%

Anexo 4



Anexo 4. Preparación del terreno. Fuente: Fotografía propia

Anexo 5



Anexo 5. Siembra del cultivo de arveja. Fuente: Fotografía propia.

Anexo 6



Anexo 6. Pesado de las dosis a aplicar en cada tratamiento. Fuente: Fotografía propia.

Anexo 7



Anexo 7. Aplicación de los abonos orgánicos en cada uno de los tratamientos. Fuente: Fotografía propia.

Anexo 8



Anexo 8. Aplicación del fertilizante químico en cada uno de los tratamientos. Fuente:

Fotografía propia.

Anexo 9



Anexo 9. Aplicación del fertilizante foliar. Fuente: Fotografía propia.

Anexo 10



Anexo 10. Tutorado de las plantas de arveja. Fuente: Fotografía propia.

Anexo 11



Anexo 11. Control de plagas y enfermedades. Fuente: Fotografía propia.

Anexo 12



Anexo 12. Aplicación del riego manual en cada tratamiento. Fuente: Fotografía propia.

Anexo 13



Anexo 13. Cosecha de las plantas de arveja. Fuente: Fotografía propia.

Anexo 14

Anexo 14. Análisis de la varianza de una vía aplicado a los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos realizado con el programa estadístico SPSS.

		ANOVA de un factor				
		Suma de	Gl	Media	F	Sig.
		cuadrados		cuadrática		
AP30D	Inter-grupos	564,102	6	94,017	10,104	,000
	Intra-grupos	3843,022	413	9,305		
	Total	4407,124	419			
AP60D	Inter-grupos	3943,985	6	657,331	5,565	,000
	Intra-grupos	48779,200	413	118,109		
	Total	52723,185	419			
AP90D	Inter-grupos	34903,508	6	5817,251	17,490	,000
	Intra-grupos	137368,970	413	332,613		
	Total	172272,478	419			
NDF	Inter-grupos	,000	6	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	653,333	413	1,582		
	Total	653,333	419			
NVP	Inter-grupos	2398,248	6	399,708	17,979	,000
	Intra-grupos	9181,800	413	22,232		
	Total	11580,048	419			
LVV	Inter-grupos	21,311	6	3,552	3,962	,001
	Intra-grupos	370,272	413	,897		
	Total	391,582	419			
Rendimiento	Inter-grupos	103,238	6	17,206	,540	,769
	Intra-grupos	446,000	413	31,857		
	Total	549,238	419			

AP30D: altura de la planta a los 30 días; AP60D: altura de la planta a los 60 días; AP90D: altura de la planta a los 90 días; NDF: número de días a floración; NVP: número de vainas por planta; LVV: longitud de vaina verde.

Anexo 15. Prueba de comparación de medias de Tukey realizada con el programa

estadístico SPSS.

Comparaciones múltiples

HSD de Tukey							
Variable dependiente	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
AP30D	,0	1,0	1,9100*	,5569	,012	,260	3,560
		2,0	2,0417*	,5569	,005	,392	3,692
		3,0	2,9867*	,5569	,000	1,337	4,637
		4,0	3,1533*	,5569	,000	1,503	4,803
		5,0	3,3833*	,5569	,000	1,733	5,033
		6,0	,9067	,5569	,664	-,743	2,557
	1,0	,0	-1,9100*	,5569	,012	-3,560	-,260
		2,0	,1317	,5569	1,000	-1,518	1,782
		3,0	1,0767	,5569	,459	-,573	2,727
		4,0	1,2433	,5569	,280	-,407	2,893
		5,0	1,4733	,5569	,115	-,177	3,123
		6,0	-1,0033	,5569	,548	-2,653	,647
	2,0	,0	-2,0417*	,5569	,005	-3,692	-,392
		1,0	-,1317	,5569	1,000	-1,782	1,518
		3,0	,9450	,5569	,619	-,705	2,595
		4,0	1,1117	,5569	,419	-,538	2,762
		5,0	1,3417	,5569	,197	-,308	2,992
		6,0	-1,1350	,5569	,392	-2,785	,515
	3,0	,0	-2,9867*	,5569	,000	-4,637	-1,337
		1,0	-1,0767	,5569	,459	-2,727	,573
		2,0	-,9450	,5569	,619	-2,595	,705
		4,0	,1667	,5569	1,000	-1,483	1,817
		5,0	,3967	,5569	,992	-1,253	2,047
		6,0	-2,0800*	,5569	,004	-3,730	-,430
4,0	,0	-3,1533*	,5569	,000	-4,803	-1,503	
	1,0	-1,2433	,5569	,280	-2,893	,407	
	2,0	-1,1117	,5569	,419	-2,762	,538	
	3,0	-,1667	,5569	1,000	-1,817	1,483	
	5,0	,2300	,5569	1,000	-1,420	1,880	
	6,0	-2,2467*	,5569	,001	-3,897	-,597	
5,0	,0	-3,3833*	,5569	,000	-5,033	-1,733	
	1,0	-1,4733	,5569	,115	-3,123	,177	
	2,0	-1,3417	,5569	,197	-2,992	,308	
	3,0	-,3967	,5569	,992	-2,047	1,253	
	4,0	-,2300	,5569	1,000	-1,880	1,420	
	6,0	-2,4767*	,5569	,000	-4,127	-,827	
6,0	,0	-,9067	,5569	,664	-2,557	,743	
	1,0	1,0033	,5569	,548	-,647	2,653	
	2,0	1,1350	,5569	,392	-,515	2,785	
	3,0	2,0800*	,5569	,004	,430	3,730	
	4,0	2,2467*	,5569	,001	,597	3,897	
			2,4767*	,5569	,000	,827	4,127

		1,0	,3667	1,9842	1,000	-5,512	6,246
		2,0	-4,3317	1,9842	,307	-10,211	1,547
	,0	3,0	-4,0850	1,9842	,379	-9,964	1,794
		4,0	3,8367	1,9842	,459	-2,042	9,716
		5,0	-1,7583	1,9842	,975	-7,637	4,121
		6,0	-5,6133	1,9842	,072	-11,492	,266
		,0	-,3667	1,9842	1,000	-6,246	5,512
		2,0	-4,6983	1,9842	,215	-10,577	1,181
	1,0	3,0	-4,4517	1,9842	,275	-10,331	1,427
		4,0	3,4700	1,9842	,584	-2,409	9,349
		5,0	-2,1250	1,9842	,936	-8,004	3,754
		6,0	-5,9800*	1,9842	,043	-11,859	-,101
		,0	4,3317	1,9842	,307	-1,547	10,211
		1,0	4,6983	1,9842	,215	-1,181	10,577
	2,0	3,0	,2467	1,9842	1,000	-5,632	6,126
		4,0	8,1683*	1,9842	,001	2,289	14,047
		5,0	2,5733	1,9842	,853	-3,306	8,452
		6,0	-1,2817	1,9842	,995	-7,161	4,597
		,0	4,0850	1,9842	,379	-1,794	9,964
AP60D	3,0	1,0	4,4517	1,9842	,275	-1,427	10,331
		2,0	-,2467	1,9842	1,000	-6,126	5,632
		4,0	7,9217*	1,9842	,001	2,043	13,801
		5,0	2,3267	1,9842	,904	-3,552	8,206
		6,0	-1,5283	1,9842	,988	-7,407	4,351
		,0	-3,8367	1,9842	,459	-9,716	2,042
	4,0	1,0	-3,4700	1,9842	,584	-9,349	2,409
		2,0	-8,1683*	1,9842	,001	-14,047	-2,289
		3,0	-7,9217*	1,9842	,001	-13,801	-2,043
		5,0	-5,5950	1,9842	,074	-11,474	,284
		6,0	-9,4500*	1,9842	,000	-15,329	-3,571
		,0	1,7583	1,9842	,975	-4,121	7,637
	5,0	1,0	2,1250	1,9842	,936	-3,754	8,004
		2,0	-2,5733	1,9842	,853	-8,452	3,306
		3,0	-2,3267	1,9842	,904	-8,206	3,552
		4,0	5,5950	1,9842	,074	-,284	11,474
		6,0	-3,8550	1,9842	,453	-9,734	2,024
		,0	5,6133	1,9842	,072	-,266	11,492
	6,0	1,0	5,9800*	1,9842	,043	,101	11,859
		2,0	1,2817	1,9842	,995	-4,597	7,161
		3,0	1,5283	1,9842	,988	-4,351	7,407
		4,0	9,4500*	1,9842	,000	3,571	15,329
		5,0	3,8550	1,9842	,453	-2,024	9,734
		1,0	-21,4867*	3,3297	,000	-31,352	-11,621
	,0	2,0	-27,9100*	3,3297	,000	-37,776	-18,044
		3,0	-27,4017*	3,3297	,000	-37,267	-17,536
		4,0	-11,0133*	3,3297	,018	-20,879	-1,148
		5,0	-21,1917*	3,3297	,000	-31,057	-11,326
		6,0	-17,7683*	3,3297	,000	-27,634	-7,903
	1,0	,0	21,4867*	3,3297	,000	11,621	31,352
AP90D		2,0	-6,4233	3,3297	,462	-16,289	3,442
		3,0	-5,9150	3,3297	,565	-15,781	3,951
		4,0	10,4733*	3,3297	,029	,608	20,339
		5,0	,2950	3,3297	1,000	-9,571	10,161
		6,0	3,7183	3,3297	,923	-6,147	13,584
	2,0	,0	27,9100*	3,3297	,000	18,044	37,776
		1,0	6,4233	3,3297	,462	-3,442	16,289
		3,0	,5083	3,3297	1,000	-9,357	10,374
		4,0	16,8967*	3,3297	,000	7,031	26,762
	3,0	5,0	6,7183	3,3297	,405	-3,147	16,584
		6,0	10,1417*	3,3297	,039	,276	20,007
		,0	27,4017*	3,3297	,000	17,536	37,267
		1,0	5,9150	3,3297	,565	-3,951	15,781

	2,0	-5,083	3,3297	1,000	-10,374	9,357
	4,0	16,3883*	3,3297	,000	6,523	26,254
	5,0	6,2100	3,3297	,505	-3,656	16,076
	6,0	9,6333	3,3297	,061	-,232	19,499
	,0	11,0133*	3,3297	,018	1,148	20,879
	1,0	-10,4733*	3,3297	,029	-20,339	-,608
4,0	2,0	-16,8967*	3,3297	,000	-26,762	-7,031
	3,0	-16,3883*	3,3297	,000	-26,254	-6,523
	5,0	-10,1783*	3,3297	,038	-20,044	-,313
	6,0	-6,7550	3,3297	,398	-16,621	3,111
	,0	21,1917*	3,3297	,000	11,326	31,057
	1,0	-,2950	3,3297	1,000	-10,161	9,571
5,0	2,0	-6,7183	3,3297	,405	-16,584	3,147
	3,0	-6,2100	3,3297	,505	-16,076	3,656
	4,0	10,1783*	3,3297	,038	,313	20,044
	6,0	3,4233	3,3297	,947	-6,442	13,289
	,0	17,7683*	3,3297	,000	7,903	27,634
	1,0	-3,7183	3,3297	,923	-13,584	6,147
6,0	2,0	-10,1417*	3,3297	,039	-20,007	-,276
	3,0	-9,6333	3,3297	,061	-19,499	,232
	4,0	6,7550	3,3297	,398	-3,111	16,621
	5,0	-3,4233	3,3297	,947	-13,289	6,442
	1,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	2,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
,0	3,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	4,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	5,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	6,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	2,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
1,0	3,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	4,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	5,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	6,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	1,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
2,0	3,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	4,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	5,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	6,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
NDF	1,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	2,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	3,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	4,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	5,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	6,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	1,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
4,0	2,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	3,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	5,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	6,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
5,0	1,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	2,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	3,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	4,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	6,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
6,0	,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	1,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	2,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680
	3,0	,0000	,2296	1,000	-,680	,680

		4,0							
		5,0		,0000	,2296	1,000	-,680	,680	
		1,0		,0000	,2296	1,000	-,680	,680	
		2,0		-2,8333*	,8609	,019	-5,384	-,283	
		3,0		-2,7000*	,8609	,030	-5,251	-,149	
	,0	4,0		-5,5000*	,8609	,000	-8,051	-2,949	
		5,0		-1,0333	,8609	,894	-3,584	1,517	
		6,0		-7,4000*	,8609	,000	-9,951	-4,849	
		,0		-4,6667*	,8609	,000	-7,217	-2,116	
		2,0		2,8333*	,8609	,019	,283	5,384	
	1,0	3,0		,1333	,8609	1,000	-2,417	2,684	
		4,0		-2,6667*	,8609	,034	-5,217	-,116	
		5,0		1,8000	,8609	,360	-,751	4,351	
		6,0		-4,5667*	,8609	,000	-7,117	-2,016	
		,0		-1,8333	,8609	,337	-4,384	,717	
		1,0		2,7000*	,8609	,030	,149	5,251	
	2,0	3,0		-,1333	,8609	1,000	-2,684	2,417	
		4,0		-2,8000*	,8609	,021	-5,351	-,249	
		5,0		1,6667	,8609	,458	-,884	4,217	
		6,0		-4,7000*	,8609	,000	-7,251	-2,149	
		,0		-1,9667	,8609	,254	-4,517	,584	
		1,0		5,5000*	,8609	,000	2,949	8,051	
		2,0		2,6667*	,8609	,034	,116	5,217	
	3,0	4,0		2,8000*	,8609	,021	,249	5,351	
		5,0		4,4667*	,8609	,000	1,916	7,017	
		6,0		-1,9000	,8609	,294	-4,451	,651	
		,0		,8333	,8609	,961	-1,717	3,384	
		1,0		1,0333	,8609	,894	-1,517	3,584	
		2,0		-1,8000	,8609	,360	-4,351	,751	
	4,0	3,0		-1,6667	,8609	,458	-4,217	,884	
		5,0		-4,4667*	,8609	,000	-7,017	-1,916	
		6,0		-6,3667*	,8609	,000	-8,917	-3,816	
		,0		-3,6333*	,8609	,001	-6,184	-1,083	
		1,0		7,4000*	,8609	,000	4,849	9,951	
		2,0		4,5667*	,8609	,000	2,016	7,117	
	5,0	3,0		4,7000*	,8609	,000	2,149	7,251	
		4,0		1,9000	,8609	,294	-,651	4,451	
		6,0		6,3667*	,8609	,000	3,816	8,917	
		,0		2,7333*	,8609	,027	,183	5,284	
		1,0		4,6667*	,8609	,000	2,116	7,217	
		2,0		1,8333	,8609	,337	-,717	4,384	
	6,0	3,0		1,9667	,8609	,254	-,584	4,517	
		4,0		-,8333	,8609	,961	-3,384	1,717	
		5,0		3,6333*	,8609	,001	1,083	6,184	
		1,0		-2,7333*	,8609	,027	-5,284	-,183	
		2,0		-,4400	,1729	,146	-,952	,072	
		3,0							
	,0	4,0		-,5167*	,1729	,046	-1,029	-,004	
		5,0		-,7833*	,1729	,000	-1,296	-,271	
		6,0		-,6417*	,1729	,004	-1,154	-,129	
		,0		-,5300*	,1729	,037	-1,042	-,018	
		2,0		-,5250*	,1729	,040	-1,037	-,013	
	Rendimiento	3,0		,4400	,1729	,146	-,072	,952	
		4,0		-,0767	,1729	,999	-,589	,436	
	1,0	5,0		-,3433	,1729	,425	-,856	,169	
		6,0		-,2017	,1729	,906	-,714	,311	
		,0		-,0900	,1729	,999	-,602	,422	
		1,0		-,0850	,1729	,999	-,597	,427	
	2,0	3,0		,5167*	,1729	,046	,004	1,029	
				,0767	,1729	,999	-,436	,589	
				-,2667	,1729	,719	-,779	,246	

		4,0	-1,250	,1729	,991	-637	,387
		5,0	-,0133	,1729	1,000	-,526	,499
		6,0	-,0083	,1729	1,000	-,521	,504
		,0	,7833	,1729	,000	,271	1,296
		1,0	,3433	,1729	,425	-,169	,856
	3,0	2,0	,2667	,1729	,719	-,246	,779
		4,0	,1417	,1729	,983	-,371	,654
		5,0	,2533	,1729	,765	-,259	,766
		6,0	,2583	,1729	,748	-,254	,771
		,0	,6417	,1729	,004	,129	1,154
		1,0	,2017	,1729	,906	-,311	,714
	4,0	2,0	,1250	,1729	,991	-,387	,637
		3,0	-,1417	,1729	,983	-,654	,371
		5,0	,1117	,1729	,995	-,401	,624
		6,0	,1167	,1729	,994	-,396	,629
		,0	,5300	,1729	,037	,018	1,042
		1,0	,0900	,1729	,999	-,422	,602
	5,0	2,0	,0133	,1729	1,000	-,499	,526
		3,0	-,2533	,1729	,765	-,766	,259
		4,0	-,1117	,1729	,995	-,624	,401
		6,0	,0050	,1729	1,000	-,507	,517
		,0	,5250	,1729	,040	,013	1,037
		1,0	,0850	,1729	,999	-,427	,597
	6,0	2,0	,0083	,1729	1,000	-,504	,521
		3,0	-,2583	,1729	,748	-,771	,254
		4,0	-,1167	,1729	,994	-,629	,396
		5,0	-,0050	,1729	1,000	-,517	,507
		1,0	-,4400	,1729	,146	-,952	,072
		2,0	-,5167	,1729	,046	-1,029	-,004
	,0	3,0	-,7833	,1729	,000	-1,296	-,271
		4,0	-,6417	,1729	,004	-1,154	-,129
		5,0	-,5300	,1729	,037	-1,042	-,018
		6,0	-,5250	,1729	,040	-1,037	-,013
		,0	,4400	,1729	,146	-,072	,952
		2,0	-,0767	,1729	,999	-,589	,436
	1,0	3,0	-,3433	,1729	,425	-,856	,169
		4,0	-,2017	,1729	,906	-,714	,311
		5,0	-,0900	,1729	,999	-,602	,422
		6,0	-,0850	,1729	,999	-,597	,427
LVS		,0	,5167	,1729	,046	,004	1,029
		1,0	,0767	,1729	,999	-,436	,589
	2,0	3,0	-,2667	,1729	,719	-,779	,246
		4,0	-,1250	,1729	,991	-,637	,387
		5,0	-,0133	,1729	1,000	-,526	,499
		6,0	-,0083	,1729	1,000	-,521	,504
		,0	,7833	,1729	,000	,271	1,296
		1,0	,3433	,1729	,425	-,169	,856
	3,0	2,0	,2667	,1729	,719	-,246	,779
		4,0	,1417	,1729	,983	-,371	,654
		5,0	,2533	,1729	,765	-,259	,766
		6,0	,2583	,1729	,748	-,254	,771
4,0		,0	,6417	,1729	,004	,129	1,154

	1,0	,2017	,1729	,906	-,311	,714
	2,0	,1250	,1729	,991	-,387	,637
	3,0	-,1417	,1729	,983	-,654	,371
	5,0	,1117	,1729	,995	-,401	,624
	6,0	,1167	,1729	,994	-,396	,629
	,0	,5300	,1729	,037	,018	1,042
	1,0	,0900	,1729	,999	-,422	,602
5,0	2,0	,0133	,1729	1,000	-,499	,526
	3,0	-,2533	,1729	,765	-,766	,259
	4,0	-,1117	,1729	,995	-,624	,401
	6,0	,0050	,1729	1,000	-,507	,517
	,0	,5250	,1729	,040	,013	1,037
	1,0	,0850	,1729	,999	-,427	,597
6,0	2,0	,0083	,1729	1,000	-,504	,521
	3,0	-,2583	,1729	,748	-,771	,254
	4,0	-,1167	,1729	,994	-,629	,396
	5,0	-,0050	,1729	1,000	-,517	,507

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Anexo 16

Costos de producción

Producto	Cantidad	Valor
Análisis de suelo	1	80.000
Sobres Glyphosan	4	12.000
Acpm	2galones	14.000
Semilla	6kg	120.000
ABOB	2 bultos	15.000
Lombricompost	2 bultos	54.000
Cal agrícola	1 bulto	10.000
Cal viva	1 bulto	8.000
Humiagro	1L	18.000
Antracort	500gr	13.000
Lorbam	1	9.000
Conos de pita	3	33.000
Babosin	1	7.000
Optis	1	25.000
Costales	5	10.000
Total		\$ 428.000

Anexo 17

CALCULO DE LAS DOSIS REQUERIDAS EN EL CULTIVO DE ARVEJA

Gallinaza N=211.45 kg/ha requiero

Composición =N= 2kg/100 kg

100 kg Gallinaza \longrightarrow 2kg N

X \longleftarrow 211,45 kgN

X= 10,572.5 kg de gallinaza/ha

10,572.5 kg \longrightarrow 10.000 m²

22,20 kg/parcela = x \longleftarrow 21m² \longrightarrow tamaño de la parcela

22,20 x 3 parcelas = 66,66 kg Dosis 1

Dosis 2 = la mitad 10572,5 kg/2 = 5286.25 kg/ha

5286 kg \longrightarrow 10.000 m²

X \longrightarrow 21 m²

X= 11,10 kg/ parcela x 3 parcelas = 33,30 kg Dosis 2

Quimico 15-15-15

100kg \longrightarrow 15 kg N

1406,6 kg/ha = X \longleftarrow 211 kg N

1406,06 kg \longrightarrow 10.000 m²

2,95 kg /parcela = x \longleftarrow 21 m²

2, 95 kg x 3 parcelas = 8, 86 kg de 15-15-15 Dosis

1,475 kg x 3 parcelas 4, 46

To = Sin nada

T1= Lombricompost solo (100%) 16, 45 kg = 17 kg

T2= 50% Lombricompost + 15-15-15 = (8,22+1,5 kg triple 15)

T3= ABOB sola (100%) = 22,20 kg/ parcela = 22, 5 kg parcela

T4 = 50% ABOB + 15-15-15 = 11,10 kg + 1,5 kg Triple 15-15-15

T5= 15-15-15 solo = 2,95 kg triple 15/ parcela =3kg

T6= 50% triple 15 = 1,5 kg triple 15/ parcela

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
T0	0	0	0
T1	16,45 kg	16,45	16,45
T2	8,22 kg+1,5 kg Triple 15	8,22+1,5 kg Triple 15	8,22 kg + 1,5

Composición acondicionador

NT (%) = 2	100 kg	→	2kg N
P (p ₂ o ₅) = 5%	100 kg	→	5 kg P ₂ O ₅
K (k ₂ o) = 3%	100 kg	→	3 kg k ₂ o
Ca (CaO)= 10,0 %	100 kg	→	10 kg Ca
MO= 35%			
CO= 9%			
Relacion C/N = 7,5			
PH = 7, 5			
Densidad 0,71 g/cm ³			

Lombricompost

NT= 2,7%	100 kg	→	2,7 kg
P (p ₂ O ₅)= 0,82 %	100 KG	→	0,82 kg =820g
K(K ₂ O) = 3,06 %	100 kg	→	3,06 kg K ₂ O
Ca (CaO) = 2,63 %	100 kg	→	2,63 kg CaO
Mg (MgO) = 0,68	100 kg	→	0,68 kg =680

Requerimientos de la Arveja

N= 56 kg/ton x 5 ton = 280 kg/5 ton/ ha
P=6,0 kg/ton x 5 ton = 30 kg /5 ton /ha
K=25 kg/ton x 5 ton = 125 kg /5 ton/ ha
Ca = 2,6 kg/ton x 5 ton = 13 kg /5 ton/ha
Mg=6,9 kg/ton x 5 ton = 34,5 kg/ 5 ton / ha
Fuente ciampitti

Cálculos de cantidades a aplicar Lombricompost

N=211, 45 kg que se requiere

100 kg → 2,7 kg N

7831 kg/ha x ← 211,45 kg N

Lombricompost/ha

T1= Dosis 1 =7831 kg/ha

$$\frac{7837 \text{ kg}}{21 \text{ m}^2} \rightarrow 10.000 \text{ m}^2$$

$$\frac{16,45}{\text{Parcela}} \text{ kg} \times 3 = 49,33 \text{ kg}$$

T2= Dosis 2 = 3915,5 kg/ha

$$\frac{3915,5 \text{ kg}}{21 \text{ m}^2} \rightarrow 10.000 \text{ m}^2$$

$x = 8,22 \times 3 = 24,67$ kg
por parcela (21m^2)

Fósforo (se sacó la eficiencia porque no es un 69,29 kg/ha fertilizante)

Dosis 1	100 kg lombricompost	→	0,820 kg
	7831 kg lombricompost	→	$x = 64,2$ kg de p en el lombricompost
Dosis 2	100 kg Lombricompost	→	0,820 kg p
	3915 kg h	→	32 kg p/ha

Lombricompost

$3916/40$ (sacos de 40 kg) = 97,9 sacos \times 27000 \$2646000 /HA

ABOB = $10573/50$ kg sacos = 212 sacos \times 15000 pesos = 3171900 /1585950+1050.000

Ti5 = $1407 \text{ KG}/50 = 28 \times 7500 = 2100.000$