

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

**EVALUACIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO A BASE DE
EXCRETAS DE CERDO EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA (*Pisum sativum*
L.) VAR. QUANTUM**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTORA: ARÉVALO FREIRE ANDRÉS STALIN

TUTOR: PhD. MANOLO MUÑOZ

CEVALLOS – ECUADOR

2019

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, ANDRÉS STALIN ARÉVALO FREIRE, portador de cédula de ciudadanía número: 180436379-2, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO A BASE DE EXCRETAS DE CERDO EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) VAR. QUANTUM” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



ANDRÉS STALIN ARÉVALO FREIRE

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO A BASE DE EXCRETAS DE CERDO EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) VAR. QUANTUM” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

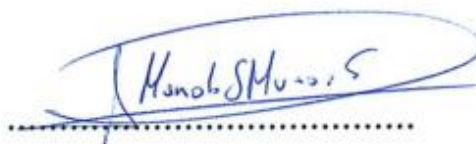
Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



ANDRÉS STALIN ARÉVALO FREIRE

**EVALUACIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO A BASE DE
EXCRETAS DE CERDO EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA (*Pisum sativum*
L.) VAR. QUANTUM**

REVISADO POR:



PhD. Manolo Muñoz

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

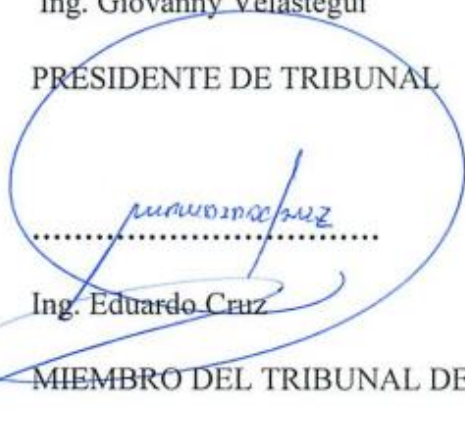


Fecha

16-01-2020

Ing. Giovanni Velástegui

PRÉSIDENTE DE TRIBUNAL



16-01-2020

Ing. Eduardo Cruz

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



16-01-2020

Ing. Rita Santana (Suplente)

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

A Dios, mi padre celestial quien con su amor y misericordia me ha dado las fuerzas y la valentía para continuar de pie a pesar de los problemas y dificultades.

A mis padres quienes han formado un varón de bien, cultivando en mí valores como el respeto y la honestidad los cuales me ayudarán toda mi vida para alcanzar muchos sueños y metas.

A mis hermanos Jéssica, Selena, Marjorie, Kevin, Josué, Luis, Sebastián y Juliana con quienes comparto este logro como ejemplo a seguir y superar.

A mi novia Tannia con quien he tenido la dicha de compartir aula y mostrar a ella lo que no todos conocen de mí, quien ha valorado y ha acogido con gracia y felicidad mis sentimientos más sinceros.

A todos los docentes y amigos quienes me supieron enseñar no solo saberes que sirven para la profesión sino también experiencias que me ayudarán toda la vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por todo lo que me permitió vivir en mi vida universitaria ya que estuvo en todo momento junto a mí y siempre me ayudo a levantarme con más fuerza en los tropiezos.

A mis padres amorosos que con su esfuerzo y dedicación han dado su ayuda fundamental para lograr culminar esta etapa de forma satisfactoria.

A mis hermanos que día tras día con su inocencia, bella sonrisa y agradable compañía en mi humilde hogar me motivaron a continuar.

A mi novia con quien logramos terminar juntos esta linda experiencia en la cual no solo alcancé a triunfar en el área más bella que es la agronomía, sino que encontré a mi compañera eterna por lo cual me siento muy afortunado.

A todos los docentes que con el tiempo se han convertido en amigos, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias, todos ayudaron de una u otra forma para que mi persona pueda convertirse hoy en día en un servidor profesional del Ecuador y del mundo.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes Investigativos.....	2
1.3. Marco conceptual.....	4
1.3.1. Excretas de cerdos.....	4
1.3.2. Arveja (<i>P. sativum</i>).....	6
1.4. Objetivo general.....	10
1.4.1. Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO II.....	12
METODOLOGÍA.....	12
2.1. Características del lugar.....	12
2.1.1. Ubicación del ensayo.....	12
2.1.2. Clima.....	12
2.1.3. Suelo.....	12
2.1.4. Agua.....	13
2.2. Equipos y materiales.....	13
2.2.1. Equipos.....	13
2.2.2. Materiales de campo.....	13
2.2.3. Reactivos.....	14
2.3. Métodos y técnicas a utilizar.....	14
2.3.1. Factores de estudio.....	14
2.3.2. Características del ensayo.....	15
2.4. Variables respuesta.....	17
2.4.1. Análisis de biofertilizante líquido.....	17
2.4.2. Altura de la planta.....	17
2.4.3. Peso de vainas verdes.....	17
2.4.4. Rendimiento.....	18
2.4.5. Número de vainas por planta.....	18
2.4.6. Volumen de la raíz.....	18
2.4.7. Longitud de la raíz.....	18
2.5. Manejo del experimento.....	18
2.5.1. Obtención del biofertilizante.....	18

2.5.2. Preparación del suelo	19
2.5.3. Trazado de parcelas	19
2.5.4. Aplicación del biofertilizante líquido	19
2.5.5. Siembra	19
2.5.6. Riegos	19
2.5.7. Deshierba o rascadillo	22
2.5.8. Controles fitosanitarios	22
2.5.9. Procesamiento de la información	22
2.6. Hipótesis	23
2.6.1. Señalamiento de la hipótesis	23
2.6.2. Señalamiento de variables de la hipótesis	23
CAPÍTULO III	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1. Análisis y discusión de resultados	24
3.1.1. Análisis de suelos	24
3.1.2. Análisis de biofertilizante líquido	26
3.1.3. Altura de las plantas	27
3.1.4. Número de vainas por planta	28
3.1.5. Peso de vainas verdes	29
3.1.6. Rendimiento	30
3.1.7. Longitud de Raíz	30
3.1.8. Volumen de Raíz	32
3.2. Discusión	34
3.3. Verificación de la hipótesis	36
CAPÍTULO IV	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
4.1. Conclusiones	37
4.2. Recomendaciones	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de materia fecal y orina como proporción del peso vivo.....	5
Tabla 2. Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (como porcentaje de la materia seca).	6
Tabla 3. Tratamientos utilizados	16
Tabla 4. Esquema de la disposición de campo.....	16
Tabla 5. Análisis de suelos antes de realizar el experimento.....	24
Tabla 6. Análisis de suelos después de realizado el experimento.....	25
Tabla 7. Análisis del biofertilizante líquido antes de realizar el experimento	26
Tabla 8. Análisis del biofertilizante líquido después de realizado el experimento	27
Tabla 9. Resultados de la altura de las plantas de arveja variedad Quantum.....	28
Tabla 10. Resultados del número de vainas por planta de arveja variedad Quantum	28
Tabla 11. Resultados del peso de vainas verdes de arveja variedad Quantum	29
Tabla 12. Resultados del rendimiento de arveja variedad Quantum.....	30
Tabla 13. Resultados de la longitud de la raíz de arveja variedad Quantum a los 60 días.	31
Tabla 14. Resultados de la longitud de la raíz de arveja variedad Quantum a los 90 días.	31
Tabla 15. Resultados de la longitud de la raíz de arveja variedad Quantum a los 120 días.	32
Tabla 16. Resultados del volumen de la raíz de arveja variedad Quantum a los 60 días.	33
Tabla 17. Resultados del volumen de la raíz de arveja variedad Quantum a los 90 días	33
Tabla 18. Resultados del volumen de la raíz de arveja variedad Quantum a los 120 días	34

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar un biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Quantum. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se aplicaron 3 dosis en 3 frecuencias diferentes, usando un testigo. La aplicación del biofertilizante a base de excretas de cerdo se realizó cada 5, 10, y 15 días con sus respectivas dosis desde los 20 días posteriores a la germinación de las plantas, hasta 15 días antes de su cosecha, se aplicó 15-15-15 al testigo, lo que frecuenta aplicar el agricultor. Se observó diferencias significativas sobre las variables longitud de la planta, número de vainas, peso de las vainas y rendimiento. El tratamiento D2F2 (16,17 litros de bol/litro de agua con frecuencia de cada 10 días) fue el mejor tratamiento, con resultados alentadores 70,25 cm en longitud de la planta, 34,74 número de vainas por planta y 175 g peso de las vainas verdes respecto al testigo que tuvo 47,75 cm en longitud de la planta, 15,72 vainas por planta y 83,75 g peso de vainas verdes. El mejor rendimiento alcanzado fue de 11666,67 kg.ha⁻¹. Lo que indica que las variables mencionadas fueron afectadas positivamente por la aplicación del biofertilizante antes mencionado.

Palabras claves: *P. sativum*, longitud de la planta, número de vainas por planta, peso de las vainas y rendimiento.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate a liquid biofertilizer based on pig excreta in the production of peas (*Pisum sativum* L.) A randomized complete block design with 4 repetitions was used. 3 doses were used at 3 different frequencies, using a control. The application of biofertilizer based on pig excreta was carried out every 5, 10, and 15 days with their respective doses from 20 days after the germination of the plants, up to 15 days before harvesting, triple fifteen was applied to the control, what the farmer frequently applies. Significant differences were observed on the variables plant length, number of pods, pod weight and yield. The treatment D2F2 (16,17 liters of bowl / liter of water every 10 days) was the best treatment, with encouraging results 70, 25 cm in plant length, 34,74 number of pods per plant and 175 g weight of green pods Regarding the witness who had 47.75 cm in plant length, 15.72 pods per plant and 83,75 g weight of green pods. The best performance achieved was 11666,67 kg.ha⁻¹. This indicates that the mentioned variables were positively affected by the application of the biofertilizer.

Keywords: *P. sativum*, plant length, number of pods per plant, pod weight and yield

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

Uno de los principales cultivos comestibles en el mundo es la arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Quantum, tiene el cuarto lugar en producción mundial junto a la soja, maní y frejol; es una de las hortalizas de mayor interés por su fuente de proteína con aminoácidos esenciales, hidratos de carbono no complejos, microelementos, vitaminas y carotenos (Barrios et al. 2015; Cerón et al. 2016; Burbano et al. 2018). Los países que lideran la producción de arvejas verdes según informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentos (FAO) en el mundo son: China tiene más de 10 millones de toneladas (59% del total producido), seguida por India que tiene 3,6 millones (21% del total) y Francia con 0,6 millones (4%) (Cabezas 2016).

En Sudamérica el principal país productor de arveja es Argentina, otros dos países importantes son Colombia y Perú, los cuales también son los principales proveedores a América Central (Chachalo 2017; Forján y López 2018). En el Ecuador el cultivo de arveja tiene gran importancia y se consume en tierno y en seco, las principales provincias productoras de arveja son: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay, y Loja, con una superficie cosechada de arveja verde de 9,503 ha y con una producción nacional de 9,549 t, con una superficie cosechada de arveja seca de 4,365 ha y con una producción nacional de 1,642 t (Basantes 2015; Tarapués 2015; Venegas 2011).

En la provincia de Tungurahua en el cantón Quero el cultivo de arveja es uno de los principales y lo siembran en sus zonas bajas con el 37,1 %, la mayoría de los agricultores que lo siembran se debe a que poseen el mercado en la misma zona, el 25,0% de los agricultores siembra habas porque se comercializa en el mercado local, los cultivos de zanahoria 19,3%, y cebolla de rama 18,6% (Guerrero 2014).

El biol tiene muchos beneficios en la productividad agrícola, pues mejora la actividad biológica del suelo, la absorción y retención de humedad, la capacidad de intercambio catiónico y aumenta la materia orgánica (Neri et al. 2017).

El uso de biofertilizantes básicamente es la incorporación de microorganismos en el suelo los cuales abastecen de fósforo y nitrógeno al vegetal, asimismo ayuda al desarrollo voluminoso de raíces y protege de las enfermedades fúngicas en la raíz (Rodríguez et al. 2009).

Los biofertilizantes causan un efecto importante en su incorporación tales como: mayor altura de la planta, mejor vigor y más área foliar. Se incrementa el rendimiento entre 15 y 50 %. Protege a las raíces de órganos patógenos (Noda 2009).

En este sentido, la presente investigación evaluó un biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja (*P. sativum*) Var. Quantum en el cantón Quero provincia de Tungurahua, buscando una alternativa que solucione considerablemente la contaminación ambiental y contribuir al uso de abonos orgánicos.

1.2. Antecedentes Investigativos

Mamani (2016) al realizar un proceso de investigación “Tres biofermentos y guano de isla en la producción de arveja verde (*P. sativum*) cv. quantum en Quequeña” determinó la altura de planta de arveja cv. Quantum, para la combinación BMGI8 (biofermento de maca y 800 kg. ha⁻¹ guano de isla) obtuvo el mayor tamaño de plantas de arveja con 58,93 cm. Para el número de vainas el mejor dato con guano de isla con 800 kg. ha⁻¹ fue 19,29. Para el peso de las vainas el mejor fue biofermento de pescado con un nivel de guano de isla de 800 kg. ha⁻¹, con una media de 124,13 g. Para el rendimiento el mejor fue guano de isla con 800 kg. ha⁻¹ con una media de 10027,61 kg. ha⁻¹.

Soto (2015) al evaluar el "Efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos en el rendimiento del cultivo de arveja (*P. sativum*) variedad Usui en condiciones de

Chucllaccasa Vauli- Huancavelica”, registró los siguientes resultados: para la altura el testigo fue el mayor con 55,67 cm seguido de ecovida con 53,67 cm y el más bajo fue fortiprotec con 45,33 cm, para el rendimiento ecovida fue el mejor con 6,70 t/ha seguido de fortiprotec con 5,70 t/ha y el más bajo fue el testigo con 4,20 t/ha.

Machaca (2018) en su trabajo de investigación “Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento de arveja verde (*P. sativum*) en la irrigación Majes de Arequipa” obtuvo como mejores los siguientes resultados: para tamaño de plantas 55,8 cm como promedio de la incorporación de guano de islas y té de estiércol, para el número de vainas por planta 11,8 vainas por planta de arveja, para el peso de las vainas 17,6 g como promedio de la incorporación mencionada con anterioridad y para el rendimiento se registró 13850 kg.ha⁻¹ como el mayor dato.

Rojas (2017) al realizar un proceso de investigación “Producción de arveja “Quantum” *P. sativum* con aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol en condiciones agroclimáticas de Tibaya - Arequipa”, registró los siguientes resultados: en la interacción 6 t.ha⁻¹ humus de lombriz, 1 t.ha⁻¹ de guano de islas y biol al 40% el tamaño de la planta llegó hasta 55,5 cm, el número de vainas verdes por planta es 28,6 como el mejor dato registrado, el peso de vainas verdes llegó a 12,3 g y el mayor rendimiento registrado fue de 12,8 t. ha⁻¹.

Estrada y Carlos (2019) en su trabajo de investigación “Efecto de aplicación de tres biofertilizantes orgánicos sobre el rendimiento de tres variedades de arveja (*P. sativum*) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión”, se obtuvo los siguientes resultados: la variedad Alderman con super magro obtuvo el mejor dato para la altura de la planta 1,58 m; la variedad Alderman con Biol obtuvo los mejores datos para el número de vainas por planta 61,67, para el peso de las vainas por planta 240,66 g y para el rendimiento 13,92 t. ha⁻¹.

1.3. Marco conceptual

1.3.1. Excretas de cerdos

El alimento por lo regular acuoso que se da al cerdo hace que su estiércol tenga grandes cantidades de agua, por lo cual, se le clasifica como abono fresco. En general al ser alimentados con cualquier tipo de granos, papas, restos de maleza, sobras de la cocina, etc., hace que su estiércol sea excelente para los procesos de degradación anaerobia y producción de gas. El estiércol de cerdo contiene altas concentraciones de Cobre (Cu) y Zinc (Zn) comparado con heces de otras especies, debido a que el Cobre se incorpora a sus raciones, con la finalidad de aumentar las ganancias de peso, mientras que el Zinc se utiliza para disminuir la toxicidad del Cobre, sin embargo, estos dos minerales son de gran ayuda como abono en los cultivos (**García 2000**).

La tasa de producción de excretas puede ser afectada por:

- Edad del animal
- Madurez fisiológica
- Cantidad y calidad del alimento ingerido
- Volumen de agua consumida
- Clima.

La producción de porquinaza se cuantifica en términos de cantidades de excretas por día y por animal. En la Tabla 1 se muestran las tasas de producción de heces y orina, como proporción del peso vivo según los distintos estados fisiológicos del cerdo. (**Salazar 2004**).

La orina representa aproximadamente el 45% de la porquinaza, y las heces, el 55%. El contenido de humedad de la porquinaza está en 88%, y el contenido de materia seca es del 12%. La excreción de sólidos es del 90% en heces y 10% en orina (**Salazar 2004**).

Tabla 1. Producción de materia fecal y orina como proporción del peso vivo.

Estado	Promedio kg/l	Rango pH
Hembra vacía	4.61	3.3-6.4
Hembra gestante	3.00	2.7-3.2
Hembra lactante	7.72	6.0-8.9
Macho reproductor	2.81	2.0-3.3
Lechón lactante	8.02	6.8-10.9
Precebos	7.64	6.6-10.6
Levante	6.26	5.9-6.5
Finalización	6.26	5.7-6.5

Fuente: (Salazar 2004)

La densidad de la porquinaza fresca es ligeramente menor de 1.0 kg/l, aunque son comunes las referencias de valores ligeramente superiores a esta cifra. El total de los sólidos tiene una densidad baja, de 0.84 kg/l. La porquinaza tiene sólidos que flotan, otros se sedimentan y algunos están en suspensión. Diariamente se producen 0,25 kg. de demanda biológica de oxígeno (DBO), y 0.75 kg. de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 kg de peso vivo (**Salazar 2004**).

1.3.1.1. Composición de las excretas

La porción fecal del estiércol contiene grandes cantidades de ingredientes alimenticios en su forma original. Las excretas contienen sustancias que sufren transformaciones por la actividad metabólica de las bacterias en el tracto digestivo y la acción enzimática de los jugos digestivos (**Yauyo 2016**).

La composición nutricional de la porquinaza es afectada por: cambios en la formulación de las dietas utilizadas, el método de procesamiento y manejo de la porquinaza, la etapa productiva, el ambiente y el cuidado de los cerdos (**Castrillón et al. 2002**).

Tabla 2. Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (como porcentaje de la materia seca).

Nutrientes	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Gallinas
Materia orgánica (%)	48.9	45.3	52.8	63.9	54.1
Nitrógeno total (%)	1.27	1.36	1.55	1.94	2.38
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅ , %)	0.81	1.98	2.92	1.82	3.86
Potasio (K ₂ O, %)	0.84	0.66	0.74	0.95	1.39
Calcio (CaO, %)	2.03	2.72	3.2	2.36	3.63
Magnesio (MgO, %)	0.51	0.65	0.57	0.45	0.77

Fuente: **Gómez (2014)**

1.3.1.2. Uso de las excretas como fertilizantes

Esto se enfoca principalmente en la aplicación directa sobre el suelo, sin embargo, la reutilización de N, P y K en la producción vegetal puede llegar a ser imposible debido a lo limitado de las áreas de tierra disponibles concentrando cantidades excesivas de N, lo que resulta una amenaza para el ambiente. Además, no es muy recomendable pues en el caso del estiércol de cerdo el fuerte olor emitido durante su almacenamiento y esparcimiento pueden volverse una verdadera molestia, eliminando al aire CO₂, CH₄, amoníaco y otros gases, lo que contribuye al efecto invernadero del planeta (**García 2000**).

1.3.2. Arveja (*P. sativum*)

Su origen se encuentra en el Oriente Medio y la región del Mar Mediterráneo. (**Agricultura Técnica 2007**). La arveja ya era cultivada hace un aproximado de 8000 años atrás en lugares como el Mediterráneo Oriental y en el Próximo Oriente, (**Gonzales 2001**). Por la presencia de formas primitivas de arveja sugiere cuatro posibles centros de origen; el Abisinico (Etiopía), el Mediterráneo (Turquía, Grecia,

Yugoslavia, Líbano), el del Próximo Oriente (Irán, Irak, Cáucaso) y el de Asia Central (Noroeste de la India, Pakistán, Afganistán y Rusia). En Latinoamérica, los principales productores de arveja seca son: Colombia, Argentina y Perú; en la producción de arvejas verdes destacan: Perú, Chile, Argentina, Bolivia y Ecuador. En Bolivia, la producción de *P. sativum* se distribuye en los valles interandinos y altiplano de los departamentos de Cochabamba, Potosí, Tarija, La Paz, Chuquisaca y Oruro benefician a la producción de arveja tanto en grano fresco como también en seco (**Rojas y Nuñez 2007**).

El Agro (2012) citado por Cuasapaz (2015) menciona que el cultivo de la arveja (*P. sativum*) en el Ecuador, tiene una superficie productiva muy acogedora, pues el país posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo, cultivando especialmente en la Sierra, en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua; cultivándose tanto para cosecharlo en grano tierno, así como en seco.

La clasificación taxonómica de la arveja según **Centro Internacional de Agricultura Tropical (1987) citado por Noboa (2010)** es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Género: Pisum

Especie: *P. Sativum*

Variedad: Quantum

Según la casa comercial las características de la arveja (*P. Sativum*) Var. Quantum son las siguientes:

- Planta de buen vigor y medio rústica.

- Periodo vegetativo de 110 a 120 días en la sierra.
- Rendimiento 12,5 t/ha (altamente productiva).
- Promedio de altura 70 cm.
- Floración muy concentrada.
- Número de flores por nudo de 2 a 4.
- Tolerante a *Fusarium sp.* y Mildiu.

Ventajas:

- ❖ Tolera condiciones adversas de clima.
- ❖ Granos por vaina de 7 a 9.
- ❖ Ahorro en aplicaciones de pesticidas.
- ❖ Disminuye el costo de producción.

Sarıkamış (2010) menciona que la arveja es una planta anual herbácea con las siguientes características: Los tallos: son angulosos y trepadores; respecto al desarrollo vegetativo existen variedades con un crecimiento determinado y otras con un crecimiento indeterminado, dando lugar a tres variedades: enanas, de medio enrame y de enrame. Las hojas: tienen pares de foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Las vainas: tienen un largo que va de 5 a 10 cm y tienen de 4 a 10 semillas; son de color y forma variable. Las semillas: tienen una ligera latencia; su peso medio es de 0,20 g por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo recomendable usar para la siembra semillas menores de 2 años desde su recolección. Desde que germinan las plantas hasta su floración, en condiciones óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según la variedad.

1.3.2.1. Manejo del cultivo

Se debe preparar el suelo haciendo un arado lo más profundo posible, con la suficiente anticipación para que los rastrojos se descompongan y se conviertan en abono. Necesita un alto nivel de fertilidad en el suelo. Luego de la arada es necesario

una pasar la rastra para nivelar y eliminar terrones. La arveja se siembra directamente en surcos, depositándose la semilla a una profundidad de 5 cm. En las pequeñas fincas, se siembra a golpe con matraca, usando 20 kg de semilla por hectárea. La distancia de siembra es en hileras simples (40 a 50 cm entre hileras por 20 a 30 cm entre plantas), en hileras dobles (15 a 20 cm entre hileras mellizas, 60 cm entre hileras dobles y 20 a 32 cm entre plantas). La arveja no es una planta muy exigente en cuanto a cuidados culturales ya que se desarrolla en una época fría (otoño – invierno); no obstante, requiere de 2 a 3 deshierbas y un buen aporque. Tampoco exige mucha agua; pero no le debe faltar al inicio de la floración y durante el cargado de las vainas. En su cosecha la parte comestible y comercializable es la vaina verde (Castillo 2018).

1.3.2.2. Características edafoclimáticas

El Agro (2012) citado por Cuasapaz (2015) argumenta que los requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de arveja son: el clima templado, algo húmedo, que se adapta al frío y períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta, lo que favorece su enraizamiento y macollaje. En las siguientes etapas vegetativas requiere una mayor temperatura en especial en la floración y llenado de vainas, estando la temperatura óptima entre los 15 °C a 18 °C y la mínima en 10 °C. Requiere de una precipitación media de 500 a 1.000 mm durante todo su periodo vegetativo. Necesita una buena luminosidad de 5-9 horas/sol/día. Tiene un rango altitudinal comprendido entre los 2.000 a 3.000 msnm. Es una planta que se adapta a suelos que van desde los franco -arenosos a los franco - arcillosos con buen drenaje, que tengan buena estructura, profundos, fértiles y con un pH óptimo entre los 5,5 a 6,5. Los riegos deben ser moderados.

1.3.2.3. Principales plagas y enfermedades

El marchitamiento: producido por *Fusarium pisi* que produce clorosis en forma ascendente de sus hojas, en el cuello y raíz produce decoloración y finalmente termina con la muerte de las plantas en casos severos. La podredumbre de cuello y

raíz: producida por varios agentes como *F. pisi*, *Pythium sp.* y *Rhizoctonia sp.* Las afecciones foliares, una de las más importantes por el daño que causa el Tizón bacteriano (*Pseudomonas pisi*) que se manifiesta en manchas irregulares que de generalizarse dan un aspecto de hoja seca color pardo claro. En tallos forma estrías que pueden afectarlo totalmente y en vainas y semillas produce lesiones de aspecto grasoso. Las enfermedades foliares causadas por hongos, el Oidio (*Erysiphe sp.*), con manchas pulverulentas en hojas y decoloración en vainas, favorecida por condiciones de alta humedad. El Tizón: causado por *Mycosphaerella pinoides*, produciendo manchas pardo-rojizas y también afecta cuello y raíz. Una de las enfermedades de mayor difusión, la Antracnosis (*Ascochyta pisi*), promovida por intensas lluvias de primavera, afecta principalmente a las vainas y semillas, y en menor medida al follaje. El Mildiu (*Peronospora pisi*), en ambientes húmedos y frescos se presenta muchas veces en mayor medida en variedades enanas y de carácter folioso (Cangas 2017).

1.3.2.4. Fertilización

El nitrógeno es un elemento importante para el cultivo, desde la siembra de los granos, gracias a la acción de las bacterias nitrificantes se reduce a un parasitismo en la primera etapa del crecimiento de la plántula, las necesidades de nitrógeno son mínimas y por ello no requiere la aplicación de fertilizantes con dicho elemento. Un exceso nitrógeno puede ocasionar un crecimiento exagerado de follaje, con aborto de flores, retraso en la maduración de los frutos y mala calidad de los granos. El fósforo es un elemento que influye ampliamente en la formación y calidad de los frutos, es bueno fertilizar con abonos fosfatados cuando el análisis del suelo indique 5 ppm de dicho elemento. El potasio es un elemento que favorece la resistencia a las heladas, a las enfermedades y mejora la floración. Es muy eficiente abonar con potasa, teniendo en cuenta que la dosis debe aumentar en suelos arenosos (Cangas 2017).

1.4. Objetivo general

- Evaluar el biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja (*P. sativum*) Var. Quantum.

1.4.1. Objetivos específicos

- Determinar el valor nutritivo, carga microbiológica, pH, C.E. y dureza del biofertilizante líquido.
- Identificar el mejor tratamiento de la aplicación de tres dosis y tres frecuencias de biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja.
- Determinar el comportamiento agronómico y productivo de arveja, variedad Quantum con la aplicación de diferentes dosis de biofertilizante líquido.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Características del lugar

El ensayo se realizó a campo abierto, mismo que presenta la siguiente ubicación y características:

2.1.1. Ubicación del ensayo

El trabajo con el cultivo se efectuó en la propiedad del señor Luis Sánchez, localizado en la comunidad de San José de Puñachizac, del cantón Quero, de la provincia de Tungurahua. Según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se encuentra a la altitud de 3050 msnm y en las coordenadas geográficas: latitud 1° 24` 00.88” S y longitud 78° 36` 10.08” W.

2.1.2. Clima

Según **INAMHI (2016)** los registros promedios de los parámetros meteorológicos en el año 2015 en el campus de Querochaca son los siguientes: 18.7 °C de temperatura máxima, 7.6 °C de temperatura mínima, 13.2 °C temperatura promedio, 75% de humedad relativa, 2.1 m/s de velocidad del viento y 549.5 mm de precipitación anual.

2.1.3. Suelo

La clasificación de acuerdo con la Soil Taxonomy y que se recoge en el proyecto de generación de información básica y temática para Planes de Desarrollo Provinciales, indica que el suelo predominante son los Inceptisoles. Las cenizas volcánicas constituyen el material de origen predominante dentro del cantón. Considerando su edad, textura y permeabilidad encontramos los siguientes tipos: suelos derivados de ceniza volcánica antigua, dura y cementada (cangahua), suelos arenosos derivados de ceniza reciente, gruesa y permeable, suelos derivados de ceniza volcánica reciente

(Cobertura y Uso de las Tierras Sistemas Productivos 2014).

2.1.4. Agua

El agua riego de la comunidad es abastecida por el canal Mocha - Quero – Ladrillos, la Calidad del Agua según el análisis de laboratorio químico presenta valores: pH 6.7, cromo Hexavalente 0 mg/l, nitritos 0.018 mg/l, sulfatos 1 mg/l, coliformes fecales 25.4 nmp/10ml; cuyos resultados están dentro de los límites permisibles del Libro VI, Anexo 1 del TULSMA, con los cuales fueron comparados, lo que nos demuestra que el agua destinada a riego es de buena calidad (**Ipiales 2018**).

2.2. Equipos y materiales

2.2.1. Equipos

- GPS métrico
- Balanza
- Computadora (Programas)
- Calibrador vernier
- pH metro

2.2.2. Materiales de campo

- Excrementos de cerdo
- Cultivo de arveja (*P. sativum*) Var. Quantum.
- Biodigestor de geomembrana de polietileno.
- Lote de terreno
- Materiales de campo
- Espuma Flex
- Guantes
- Plástico
- Fundas Ziploc

- Balde con medición
- Papel periódico
- Materiales de identificación
- Pisseta
- Agua potable
- Tubos de 6' y ½' PVC
- Pegamento para tubos
- Tapones de tubo PVC
- Manguera de gas
- Materiales de vidrio

2.2.3. Reactivos

- Soluciones Buffer pH 4-7-10
- Agua destilada

2.3. Métodos y técnicas a utilizar

Mediante los análisis de suelo y biofertilizante, se procedió a determinar las dosificaciones del ensayo en base a la Conductividad Eléctrica (C.E.) del suelo y biofertilizante líquido, mismas que se aplicarán a cada unidad experimental.

2.3.1. Factores de estudio

2.3.1.1. Biofertilizante líquido

Dosificación (litros de biol/litros de agua) en 30 m²

10	1/1	D1
16,17	1/1	D2
22,34	1/1	D3

Frecuencia

Cada 5 días (16 aplicaciones)	F1
Cada 10 días (8 aplicaciones)	F1
Cada 15 días (6 aplicaciones)	F1

2.3.1.2. Tratamientos

Se especificó cada uno de los tratamientos a utilizar, tomando en cuenta que es el resultado de la combinación de los factores en estudio como se indica en la Tabla 3.

2.3.1.3. Diseño experimental

Se aplicó el Diseño Bloques al Azar (DBA) en arreglo factorial 3*3+1 con 4 repeticiones. Se realizó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo con el diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5% para diferenciar los tratamientos como se indica en la tabla 4.

2.3.2. Características del ensayo

Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	10
Número total de parcelas	40
Largo de la parcela	3 m
Ancho de la parcela	2,5 m
Área de la parcela	7,5 m ²
Número de plantas/parcela	50
Distancia entre plantas, hileras	0,30 X 0,50 m
Número total de plantas	2000
Área total ensayo	300 m ²
Número de plantas/parcela neta	24
Plantas a evaluar/tratamiento	24 (parcela neta) + 9 (bordes)

Tabla 3. Tratamientos utilizados

Tratamientos	Símbolo	Dosis y Frecuencia de Aplicación
1	D1F1	10 l de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 5 días.
2	D1F2	10 l de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 10 días.
3	D1F3	10 l de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 15 días.
4	D2F1	16,17 L de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 5 días.
5	D2F2	16,17 l de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 10 días.
6	D2F3	16,17 l de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 15 días.
7	D3F1	22,34 l de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 5 días.
8	D3F2	22,34 l de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 10 días.
9	D3F3	22,34 l de Biofertilizante líquido /1 l de agua cada 15 días.
10	TESTIGO	Fertilización del agricultor (52 g de triple quince por planta).

Tabla 4. Esquema de la disposición de campo

REPETICIÓN	REPETICIÓN	REPETICIÓN	REPETICIÓN
1	2	3	4
D3F2	D1F2	D3F1	D1F1
D1F3	D3F1	D1F1	D1F2
D3F3	D2F3	D2F1	D1F3
D2F3	D1F3	D3F2	D3F1
D1F2	D3F2	D2F2	D3F2
D2F2	T	D1F3	D2F2
D1F1	D2F2	T	D2F3
D2F1	D3F3	D3F3	D2F1
D3F1	D2F1	D1F2	T
T	D1F1	D2F3	D3F3

2.4. Variables respuesta

2.4.1. Análisis de biofertilizante líquido

Para el análisis del biofertilizante líquido se tomó las muestras cuando el biodigestor completó su llenado y realizó su primera expulsión, se calculó que fue a los 50 días del inicio de su alimentación. Estas muestras se trasladaron al laboratorio de Suelos y Aguas en el INIAP (Quito) y se realizó los análisis respectivos una al inicio del experimento y otra al finalizar el mismo, a través de pruebas físico – químicas. Donde se tomaron los siguientes datos para cada aplicación 5,10 y 15 días:

- pH.
- Conductividad Eléctrica (C.E).
- Dureza
- Materia orgánica (M.O.).
- Nitrógeno (N) por el método Kjeldahl.
- Fósforo (F); Potasio (K); Calcio (Ca); y Magnesio (Mg) por el método Espectrofotometría de Absorción Atómica.

2.4.2. Altura de la planta

Se midió desde el nódulo subterráneo hasta el ápice de la hoja, con la ayuda de un flexómetro todas las plantas tomadas de la parcela neta, cuando éstas alcanzaron su madurez fisiológica verde a los 120 días después de la siembra. Se expresó en centímetros.

2.4.3. Peso de vainas verdes

Se pesó las vainas verdes de todas las plantas de la parcela neta con la ayuda de una balanza analítica y expresando los valores en gramos, cuando estas alcanzaron su madurez fisiológica verde.

2.4.4. Rendimiento

El rendimiento se obtuvo sumando el peso total de las vainas cosechadas de las plantas de la parcela neta y expresando los valores en kilogramos por hectárea.

2.4.5. Número de vainas por planta

Se contabilizó el número de vainas por planta, de todas las plantas tomadas de la parcela neta, cuando éstas alcanzaron su madurez fisiológica verde.

2.4.6. Volumen de la raíz

Para determinar el volumen de la raíz se aplicó el principio de Arquímedes, el cual consistió en introducir en una probeta graduada con un volumen conocido de agua y la raíz, luego retirar y la diferencia será el volumen de la raíz, cuando las plantas alcanzaron la etapa de floración a los 60 días, a los 90 días y en la madurez fisiológica verde a los 120 días.

2.4.7. Longitud de la raíz

La longitud de la raíz se realizó con flexómetro, consistió en medir desde el lugar donde termina el tallo e inicia la raíz hasta el punto donde termina la raíz, cuando las plantas alcanzaron la etapa de floración a los 60 días, a los 90 días y en la madurez fisiológica a los 120 días (se usaron las mismas plantas que en el volumen de raíz).

2.5. Manejo del experimento

2.5.1. Obtención del biofertilizante

El biofertilizante líquido se obtuvo después de 50 días de retención hidráulica en un biodigestor alimentado con 20 kg de excretas de cerdos por 80 litros de agua a razón 1:4 como recomienda **Carhuancho et al. (2015)**.

2.5.2. Preparación del suelo

Según la recomendación de **Castillo (2018)** la preparación del terreno se realizó mecánicamente con tractor, se aró a la máxima profundidad posible, con la anticipación necesaria para que los rastrojos se descompongan y se transformen en abono. Debido al ciclo corto del cultivo y al desarrollo superficial de sus raíces, necesita encontrar un alto nivel de fertilidad en el suelo.

2.5.3. Trazado de parcelas

Como recomienda **Enríquez y Soria (2018)** el trazado de las parcelas se efectuó de acuerdo con las dimensiones establecidas, procediendo a realizar las mediciones con flexómetro, colocando estacas para el trazado de piola y se elaboró cada parcela con una superficie de 7,5 m² y un total del ensayo de 300 m²

2.5.4. Aplicación del biofertilizante líquido

Tomando en cuenta las sugerencias de **Rojas et al. (2016)** el biofertilizante líquido se aplicó en las dosis y frecuencias planteadas, mismo que se realizó con una bomba a mochila y se colocó de forma directa tipo drench en cada unidad experimental.

2.5.5. Siembra

Según las recomendaciones de **Moreno et al. (2017)** y de la casa comercial la siembra de la arveja variedad Quantum se realizó a golpe, depositando tres semillas por hoyo a una profundidad aproximada de 5 cm, con distancias de 30 cm entre plantas y 50 cm entre hileras.

2.5.6. Riegos

Se efectuó el riego por el método de aspersión. Antes de la siembra se dotó de riego profundo la parcela experimental. Los posteriores riegos se realizaron

periódicamente conforme los requerimientos del cultivo y manteniendo el suelo en capacidad de campo. Los riegos fueron calculados a partir del reporte del análisis textural realizado en los laboratorios de suelos del INIAP Santa Catalina, el cual reportó la clase textural Franco Arenoso con los siguientes valores:

- Arena: 67%
- Limo: 28%
- Arcilla: 5%

Para los cálculos se realizó: capacidad de campo, utilizando la fórmula de Peele, punto de marchitez permanente, basándose en la ecuación de Brigg, lámina neta y bruta y balance hídrico, también, para conocer el tiempo de riego se determinó el volumen de agua a aplicar en función del tamaño de la parcela y el caudal que se dispuso. El Pea se tomó de la tabla de propiedades físicas de los suelos (**Allen et al. 2006**).

Caudal volumétrico del aspersor Mamkad 2200 (Q)

$$= 750 \frac{l}{h}$$

Diámetro de mojado

$$= 12 \text{ m}$$

Capacidad de Campo (CC)

$$= 0,48 \text{Arcilla} + 0,162 \text{Limo} + 0,023 \text{Arena} + 2.62$$

$$= 0,48 (5\%) + 0,162 (28\%) + 0,023 (67\%) + 2.62$$

$$= 11,10 \%$$

Punto de Marchitez Permanente (PMP)

$$= 0,302 \text{ Arcilla} + 0,102 \text{ Limo} + 0,0147 \text{ Arena}$$

$$= 0,302 (5\%) + 0,102 (28\%) + 0,0147 (67\%)$$

$$= 5,4 \%$$

Lamina Neta

$$= \frac{CC-PMP}{100} \times \frac{Pea}{Pew} \times HZ$$

$$= \frac{11,10\% - 5,4\%}{100} \times \frac{1,40 \text{ g/cc}}{1,00 \text{ g/cc}} \times 20 \text{ cm}$$

$$= 1,6 \text{ cm} \rightarrow \times 10 \text{ mm} = 16 \text{ mm} \rightarrow \times 10 = \underline{160 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

Lamina Bruta

$$= \frac{\text{Lamina Neta}}{\text{Eficiencia de aplicación}}$$

$$= \frac{160 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0,8}$$

$$= 200 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \rightarrow \frac{200 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{10.000 \text{ m}^2} = 0,02 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \times 1000 \text{ lt} = \underline{20 \frac{\text{lt}}{\text{m}^2}}$$

Primer riego

Tiempo de Riego

$$= \frac{750 \text{ l/h}}{\pi r^2}$$

$$= \frac{750 \text{ l/h}}{3,1416 \times 12^2}$$

$$= \frac{750 \text{ l/h}}{452,40 \text{ m}^2}$$

$$= 1,66 \text{ l/h/m}^2$$

$$= \frac{1,66 \frac{\text{l}}{\text{h/m}^2}}{20 \text{ l/m}^2}$$

$$= 0,083 \text{ h} = \mathbf{4,98 \text{ min}}$$

Para los riegos posteriores se realizó los mismos cálculos, pero con valores de profundidad por estratas, hasta llegar a la profundidad radicular (20 cm): 10, 15 y 20 cm. **Balance hídrico (mm)** = Requerimiento del cultivo – Precipitación semanal (mm)

2.5.7. Deshierba o rascadillo

Como lo describe **Basantes (2015)** la deshierba se realizó de forma manual con azadón cada 15 días después del primer mes de la siembra, con la finalidad de controlar las malas hierbas.

2.5.8. Controles fitosanitarios

No se realizaron controles fitosanitarios durante todo el ciclo del cultivo ya que no fue necesario.

2.5.9. Procesamiento de la información

Para la interpretación de los resultados obtenidos, estos fueron procesados aplicando

el programa Statistix versión 10. Se efectuó el análisis de varianza (ADEVA), además para los tratamientos que resultaren estadísticamente significativos se realizó la prueba de Tukey al 5%.

2.6. Hipótesis

2.6.1. Señalamiento de la hipótesis

Las dosis y frecuencia del biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo influyen en la producción de Arveja (*P. sativum*) Var. Quantum

2.6.2. Señalamiento de variables de la hipótesis

Variable independiente

Dosis y frecuencia del biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo.

Variable dependiente

Producción.

Unidad de análisis

Cultivo de arveja (*P. sativum*) Var. Quantum.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

3.1.1. Análisis de suelos

Los análisis de suelos fueron realizados en los laboratorios de suelos y aguas del INIAP Santa Catalina (Quito) en el cual se determinaron los siguientes datos mostrados en la tabla 5 y tabla 6.

Tabla 5. Análisis de suelos antes de realizar el experimento.

Análisis	Resultado	Interpretación
Arena	67%	
Limo	28%	Franco - Arenoso
Arcilla	5%	
Materia orgánica	1,8%	Bajo
Nitrógeno	36,00 ppm	Medio
Fosforo	90,00 ppm	Alto
Potasio	0,53 meq/100ml	Alto
Azufre	12,00 ppm	Medio
Calcio	4,60 meq/100ml	Medio
Magnesio	1,90 meq/100ml	Medio
Zinc	1,10 ppm	Bajo
Cobre	4,50 ppm	Alto
Hierro	59,00 ppm	Alto
Manganeso	2,30 ppm	Bajo
Boro	1,10 ppm	Medio
pH	6,78	Prácticamente neutro
C.E.	0,69 mmhos/cm	No salino

Tabla 6. Análisis de suelos después de realizado el experimento.

Análisis	Resultado	Interpretación
Arena	67%	
Limo	27%	Franco - Arenoso
Arcilla	6%	
Materia orgánica	1,8%	Bajo
Nitrógeno	40,00 ppm	Medio
Fosforo	144,00 ppm	Alto
Potasio	0,80 meq/100ml	Alto
Azufre	8,50 ppm	Bajo
Calcio	7,70 meq/100ml	Medio
Magnesio	3,10 meq/100ml	Alto
Zinc	6,90 ppm	Medio
Cobre	7,40 ppm	Alto
Hierro	136,00 ppm	Alto
Manganeso	4,10 ppm	Bajo
Boro	1,80 ppm	Medio
pH	7,11	Prácticamente neutro
C.E.	0,27 mmhos/cm	No salino

Al hacer una comparación de resultados entre los análisis de suelos, antes del experimento y después del experimento se pudo identificar que existen incrementos favorables de nitrógeno (36,00-40,00 ppm), fósforo (90,00-144,00 ppm), potasio (0,53-0,80 meq/100ml), calcio (4,60-7,70 meq/100ml), magnesio (1,90-3,10 meq/100ml), cobre (4,50-7,40 ppm), zinc (1,10-6,90 ppm), hierro (59,00-136,00 ppm), manganeso (2,30-4,10 ppm) y boro (1,10-1,80 ppm), lo que nos confirma lo favorable que tiene el uso de biofertilizante a base de excretas de cerdos, manteniéndose la textura como Franco – Arenoso el pH prácticamente neutro y la C. E. no salina lo que es favorable para cualquier cultivo que se desee implementar en el terreno.

3.1.2. Análisis de biofertilizante líquido

Los análisis del biofertilizante líquido fueron realizados en los laboratorios de suelos y aguas del INIAP Santa Catalina (Quito) en el cual se determinaron los siguientes datos mostrados en la tabla 7 y tabla 8.

Tabla 7. Análisis del biofertilizante líquido antes de realizar el experimento

Análisis	Resultado	Interpretación
Materia orgánica	1,0 %	Bajo
Nitrógeno	0,10 %	Bajo
Fosforo	0,07 %	Bajo
Potasio	0,08 %	Bajo
Azufre	0,01 %	Bajo
Calcio	0,14 %	Bajo
Magnesio	0,07 %	Bajo
Zinc	7,4 ppm	Medio
Cobre	0,5 ppm	Bajo
Hierro	76,4 ppm	Alto
Manganeso	14,2 ppm	Medio
Boro	6,4 ppm	Alto
pH	6,34	Ligeramente ácido
C.E.	8,26 mmhos/cm	Salino

Al hacer una interpretación de resultados entre los análisis del biofertilizante líquido, antes del experimento y después del experimento se pudo identificar que existen datos favorables de microelementos como: Zinc, Cobre, Hierro, Manganeso y Boro. Por lo que podemos resaltar que el biofertilizante a base de excretas de cerdo es rico en microelementos, lo cual ayudó determinantemente la producción del cultivo de arveja.

Tabla 8. Análisis del biofertilizante líquido después de realizado el experimento

Análisis	Resultado	Interpretación
Materia orgánica	0,30 %	Bajo
Nitrógeno	0,07 %	Bajo
Fosforo	0,01 %	Bajo
Potasio	0,04 %	Bajo
Azufre	0,01 %	Bajo
Calcio	0,09 %	Bajo
Magnesio	0,02 %	Bajo
Zinc	30,0 ppm	Alto
Cobre	2,167 ppm	Medio
Hierro	12,4 ppm	Medio
Manganeso	1,0 ppm	Bajo
Boro	0,1 ppm	Bajo
pH	7,49	Prácticamente neutro
C.E.	5,57 mmhos/cm	Salino

3.1.3. Altura de las plantas

Los resultados para la altura de las plantas de arveja variedad Quantum luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 9.

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos de altura de las plantas indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es la D2F2 (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua cada 10 días) con 70,25 cm de altura y el tratamiento menos favorecido es el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 47,75 cm de altura.

Tabla 9. Resultados de la altura de las plantas de arveja variedad Quantum

TRATAMIENTO	ALTURA DE LAS PLANTAS (Cm)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)		
1 D1F1	65,00	a	b	c
2 D1F2	65,75	a	b	c
3 D1F3	63,50	a	b	c
4 D2F1	59,00			c
5 D2F2	70,25	a		
6 D2F3	63,75	a	b	c
7 D3F1	67,00	a	b	
8 D3F2	61,25		b	c
9 D3F3	68,50	a	b	
10 T	47,75			d

3.1.4. Número de vainas por planta

Los resultados para el número de vainas por planta de arveja variedad Quantum luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 10:

Tabla 10. Resultados del número de vainas por planta de arveja variedad Quantum

TRATAMIENTO	NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)		
1 D1F1	28,96			c
2 D1F2	29,20			c
3 D1F3	30,66		b	c
4 D2F1	29,47			c
5 D2F2	34,74	a		
6 D2F3	28,98			c
7 D3F1	28,51			c
8 D3F2	33,36	a	b	
9 D3F3	31,42		b	c
10 T	15,72			d

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos del número de vainas por planta indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es la D2F2 (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua cada 10 días) con 34,74 vainas por planta y el tratamiento menos favorecido es el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 15,72 vainas por planta.

3.1.5. Peso de vainas verdes

Los resultados para el peso de vainas verdes de arveja variedad Quantum luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 11:

Tabla 11. Resultados del peso de vainas verdes de arveja variedad Quantum

TRATAMIENTO	PESO DE VAINAS (g)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)		
1 D1F1	169,58	a	b	
2 D1F2	168,75	a	b	
3 D1F3	155,00	a	b	c
4 D2F1	167,92	a	b	
5 D2F2	175,00	a		
6 D2F3	151,67		b	c
7 D3F1	140,00			c
8 D3F2	151,67		b	c
9 D3F3	170,00	a	b	
10 T	83,75			d

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos del peso de vainas verdes de arveja indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es la D2F2 (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua cada 10 días) con una media de 175 g y el tratamiento menos favorecido es el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 83,75 g.

3.1.6. Rendimiento

Los resultados para el rendimiento de arveja variedad Quantum luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 12:

Tabla 12. Resultados del rendimiento de arveja variedad Quantum

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (kg.ha ⁻¹)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)		
1 D1F1	11.305,56	a	b	
2 D1F2	11.250,00	a	b	
3 D1F3	10.333,33	a	b	c
4 D2F1	11.194,44	a	b	
5 D2F2	11.666,67	a		
6 D2F3	10.111,11		b	c
7 D3F1	9.333,33			c
8 D3F2	10.111,11		b	c
9 D3F3	11.333,33	a	b	
10 T	5.583,33			d

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos del rendimiento de arveja indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es la D2F2 (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua cada 10 días) con 11.666,67 kg. ha⁻¹ y el tratamiento menos favorecido es el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 5.583,33 kg. ha⁻¹, lo que nos genera un incremento del 52,1 %.

3.1.7. Longitud de Raíz

Los resultados para la longitud de raíz de arveja variedad Quantum luego de realizar el análisis de varianza muestran que no existen diferencias significativas entre las plantas tratadas con biofertilizante, mientras que todos estos fueron superiores a las plantas del tratamiento testigo como se muestran en las tablas 13, 14 y 15:

Tabla 13. Resultados de la longitud de la raíz de arveja variedad Quantum a los 60 días.

TRATAMIENTO	LONGITUD DE RAÍZ 60 DÍAS (cm)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)	
1D1F1	24,49	a	
2D1F2	25,29	a	
3D1F3	24,75	a	
4D2F1	20,82	a	b
5D2F2	23,65	a	
6D2F3	24,86	a	
7D3F1	23,92	a	b
8D3F2	22,46	a	
9D3F3	23,58	a	
10T	13,30		b

Tabla 14. Resultados de la longitud de la raíz de arveja variedad Quantum a los 90 días.

TRATAMIENTO	LONGITUD DE RAÍZ 90 DÍAS (cm)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)	
1D1F1	29,83	a	
2D1F2	28,87	a	
3D1F3	30,35	a	
4D2F1	25,20	a	b
5D2F2	30,04	a	
6D2F3	28,50	a	
7D3F1	26,37	a	
8D3F2	28,58	a	b
9D3F3	26,19	a	
10T	19,90		b

Tabla 15. Resultados de la longitud de la raíz de arveja variedad Quantum a los 120 días.

TRATAMIENTO	LONGITUD DE RAÍZ 120 DÍAS (cm)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)	
1D1F1	28,04	a	
2D1F2	28,91	a	
3D1F3	28,08	a	
4D2F1	24,87	a	b
5D2F2	30,08	a	
6D2F3	29,37	a	
7D3F1	26,73	a	b
8D3F2	28,90	a	
9D3F3	29,33	a	b
10T	19,48		b

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos de la longitud de las raíces de arveja indicaron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo existen diferencias numéricas, se observó los siguientes resultados: a los 60 días el mejor tratamiento fue D1F2 (10 litros de biofertilizante/litro de agua, cada 10 días) con 25,29 cm y el tratamiento menos favorecido fue el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 13,30 cm; a los 90 días el mejor tratamiento fue D2F2 (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua, cada 10 días) con 30,04 cm y el tratamiento menos favorecido fue el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 19,90 cm; a los 120 días el mejor tratamiento fue D2F2 (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua, cada 10 días) con 30,08 cm y el tratamiento menos favorecido fue el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 19,48 cm.

3.1.8. Volumen de Raíz

Los resultados para el volumen de raíz de arveja variedad Quantum luego de realizar el análisis de varianza muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero si se observó diferencias numéricas como se muestran en las tablas 16, 17 y 18:

Tabla 16. Resultados del volumen de la raíz de arveja variedad Quantum a los 60 días.

TRATAMIENTO	VOLUMEN DE RAÍZ 60 DÍAS (ml)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUCKEY (5%)	
1D1F1	4,91	a	b
2D1F2	4,50	a	b
3D1F3	5,25	a	
4D2F1	4,16	a	b
5D2F2	5,08	a	
6D2F3	4,66	a	b
7D3F1	4,58	a	b
8D3F2	5,41	a	
9D3F3	4,83	a	b
10T	2,16		b

Tabla 17. Resultados del volumen de la raíz de arveja variedad Quantum a los 90 días

TRATAMIENTO	VOLUMEN DE RAÍZ 90 DÍAS (ml)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)	
1D1F1	5,66	a	
2D1F2	4,91	a	
3D1F3	4,75	a	
4D2F1	4,00	a	
5D2F2	5,58	a	
6D2F3	5,08	a	
7D3F1	4,00	a	
8D3F2	4,58	a	
9D3F3	4,83	a	
10T	2,16	a	

Tabla 18. Resultados del volumen de la raíz de arveja variedad Quantum a los 120 días

TRATAMIENTO	VOLUMEN DE RAÍZ 120 DÍAS (ml)	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE TUKEY (5%)	
1D1F1	6,66	a	
2D1F2	5,66	a	b
3D1F3	6,66	a	b
4D2F1	5,16	a	b
5D2F2	5,33	a	
6D2F3	4,41	a	
7D3F1	4,83	a	b
8D3F2	6,58	a	b
9D3F3	6,50	a	b
10T	4,25		b

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos del volumen de la raíz de arveja indicaron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo existen diferencias numéricas, se observó los siguientes resultados: a los 60 días el mejor tratamiento fue D3F2 (22,34 litros de biofertilizante/litro de agua, cada 10 días) con 5,41 ml y el tratamiento menos favorecido fue el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 2,16 ml; a los 90 días el mejor tratamiento fue D1F1 (10 litros de biofertilizante/litro de agua, cada 5 días) con 5,66 ml y el tratamiento menos favorecido fue el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 2,16 ml; a los 120 días el mejor tratamiento fue D1F1 (10 litros de biofertilizante/litro de agua, cada 10 días) con 6,66 ml y el tratamiento menos favorecido fue el T (52 g de 15-15-15 por planta) con 4,25 ml.

3.2. Discusión

En esta investigación, la mayor altura de las plantas de arveja variedad Quantum fue 70,25 cm al haber incorporado biofertilizante líquido a base de excretas de cerdos (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua cada 10 días); esta altura es mayor que el reportado por Mamani (2016) quien logró una altura de 58,93 cm, utilizó biofermento de maca unido a 800 kg.ha⁻¹ de guano de islas; también es mayor que el reportado por Soto (2015) quien alcanzó una altura de 55,67 cm, lo obtuvo su testigo;

asimismo es mayor que el reportado por Machaca (2018) quien logró una altura de 55,8 cm de la incorporación de guano de islas y té de estiércol; Rojas (2017) en la interacción 6 t.ha⁻¹ humus de lombriz, 1 t.ha⁻¹ de guano de islas y biol al 40% la altura de la planta llegó hasta 55,5 cm; por el contrario, Estrada y Carlos (2019) registraron un mayor resultado que el de la presente investigación ya que alcanzaron 158 cm de altura con la incorporación de super magro.

El mayor número de vainas por planta de arveja variedad Quantum fue 34,74 al haber incorporado biofertilizante líquido a base de excretas de cerdos (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua cada 10 días); siendo mayor que el reportado por Mamani (2016) quien logró 19,29 vainas por planta; también es mayor que el reportado por Machaca (2018) quien logró 11,8 vainas por planta; asimismo, Rojas (2017) llegó a 28,6; por el contrario, Estrada y Carlos (2019) registraron un mayor dato que el de la presente investigación ya que alcanzaron 61,67 vainas por planta con la incorporación de biol.

El mayor peso de vainas verdes de arveja variedad Quantum fue 175 g al haber incorporado biofertilizante líquido a base de excretas de cerdos (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua cada 10 días); éste peso es mayor que el reportado por Mamani (2016) quien logró 124,13 g; también es mayor que el reportado por Machaca (2018) quien logró un peso promedio de 17,6 g; Rojas (2017) el peso de vainas verdes llegó a 12,3 g ; por el contrario, Estrada y Carlos (2019) registraron un mayor resultado que el de la presente investigación ya que alcanzaron un peso de vainas verdes de 240,66 g.

En esta investigación el mejor rendimiento de arveja variedad Quantum fue 11.666,67 kg.ha⁻¹ al haber incorporado biofertilizante líquido a base de excretas de cerdos (16,17 litros de biofertilizante/litro de agua cada 10 días); este resultado es mayor que el reportado por Mamani (2016) quien logró un rendimiento de 10.027,61 kg.ha⁻¹, utilizando guano de isla con 800 kg.ha⁻¹; también es mayor que el reportado por Soto (2015) quien alcanzó un rendimiento de 6.700 kg.ha⁻¹, usando el biofertilizante ecovida; por el contrario, Machaca (2018) registró un mayor resultado que el de la presente investigación con un rendimiento de 13.850 kg.ha⁻¹; asimismo,

Rojas (2017) el mejor rendimiento fue $12.800 \text{ kg.ha}^{-1}$; al igual que, Estrada y Carlos (2019) registraron un mayor rendimiento que fue de $13.920 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Se observó un notable desarrollo en las variables de altura de la planta, número de vainas por planta y peso de las vainas verdes en donde el mejor tratamiento fue el intermedio tanto en dosis como en frecuencia, esto podría deberse al equilibrio de nutrientes disponibles en el suelo, lo cual asevera García (2014) y además destaca como una alternativa viable y sustentable, así mismo permite preservar el recurso suelo tanto a mediano como a largo plazo.

Las raíces a las cuales se les incorporo el biol obtuvieron un mejor aspecto voluminoso al compararlo con al testigo, esto podría deberse a la incorporación de microorganismos en el suelo los cuales abastecen de nutrientes al vegetal, lo cual asevera Rodríguez et al. (2009), asimismo resalta la importancia en el desarrollo voluminoso de raíces y la protección de las enfermedades fúngicas en las mismas.

Con respecto al mejor rendimiento con el biofertilizante líquido se obtuvo $11.666,67 \text{ kg.ha}^{-1}$, este adquirió un aumento de $52,1 \%$ respecto al testigo, lo que concuerda con Noda (2009) quien menciona que los biofertilizantes causan un efecto importante en su incorporación y se incrementa el rendimiento entre 15 y 50% .

3.3. Verificación de la hipótesis

Se cumple la hipótesis planteada, ya que la aplicación del biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo alcanzó el mejor rendimiento con $11666,67$ kilogramos por hectárea en la producción de arveja *P. satvum* variedad Quantum.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los análisis de laboratorio del biofertilizante líquido determinaron un valor nutritivo rico en microelementos como: Zinc, Cobre, Hierro, Manganeso y Boro, una conductividad eléctrica que demuestra que es salino y un pH prácticamente neutro.

Se identificó que el mejor tratamiento de la aplicación de las tres dosis y tres frecuencias del biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja fue el D2F2 ya que este alcanzó los mejores datos de altura de planta, número de vainas por planta, peso de vainas verdes por planta y rendimiento.

Finalmente se concluye que al incorporar en el suelo 16,17 litros de biofertilizante líquido por un litro de agua cada diez días la producción de arveja consiguió el mejor rendimiento con 11666,67 kilogramos por hectárea.

4.2. Recomendaciones

Se sugiere el uso de los biofertilizantes líquidos para producir arveja, ya que esto ayudará a tener mejores rendimientos con alimento sanos y de mejor calidad, asimismo su uso es una alternativa para disminuir la contaminación del ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R; Pereira, L; Raes, D; Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma. 322 p.
- Agricultura Técnica. 2007. Publicación de Investigaciones Agropecuarias, INIA. (En línea). Chillan, Chile. Consultado el 20 jun. 2019. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php/script_sci_serial/pid_0718-5839/Ing_es/nrm_is.
- Barrios, L; Osorio, O; Cerón, A. 2015. Estudio de las cinéticas de pérdida de agua y absorción de aceite durante la fritura de arveja (*Pisum sativum* L.). Acta Agronómica 65(3):226–231.
- Basantes, E. 2015. Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador. Sangolquí- Ecuador. 205 p.
- Burbano, E; Domínguez, J; Checa, O. 2018. Efecto de cinco densidades de siembra en líneas de arveja *Pisum sativum* L. con el gen mutante afila. Investigación Agraria 20(1):22–29.
- Cabezas, E. 2016. Caracterización física, química, sensorial y funcional de la proteína aislada de la arveja (*Pisum sativum*). Tesis Ing. Alim. Zamorano Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 49 p.
- Cangas, K. 2017. Efectos de la aplicación de fungicidas elicitores químicos y biológicos en el control de Mildiu veloso (*Peronospora* sp) en dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), en la zona de Canchaguano, cantón Montufar, provincia del Carchi. Tesis Ing. Agr. Carchi, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 94 p.
- Carhuancho, F; Ramírez, J; Guerrero, J. 2015. Gestión ambiental de residuos avícolas mediante digestión anaerobia para la producción de fertilizantes orgánicos líquidos. Anales Científicos 76(1):125–132.

- Castillo, A. 2018. Efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura. Tesis. Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo, Carchi, Ecuador. 60 p.
- Castillo, A. 2018. Efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura. Tesis Ing. Agr. Imbabura, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 119 p.
- Castrillón, O; Jiménez, R; Bedoya. 2002. Porquinaza en la alimentación animal. Lasallista de investigación 1(1):72-76.
- Cerón, A; Osorio, O; Garcés, L. 2016. Procesamiento de arvejas (*Pisum sativum* L.). Parte 2: cinética de absorción de agua en semillas de arveja, variedad San Isidro y Sureña. Información Tecnológica 27(1): 81–90.
- Chachalo, V. 2017. Análisis de riesgo de plagas de granos de Arveja (*Pisum sativum* L.) para consumo, originarios de Argentina. Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 115 p.
- Cobertura y uso de las tierras sistemas productivos. 2014. Memoria Técnica. Cantón Quero. Levantamiento de Cartografía Temática Escala 1:25.000, Lote 1. 2p
- Cuasapaz, E. (2015). Evaluación de tres dosis de brasinosteroides en dos variedades del cultivo de arveja (*Pisum sativum* Linneo), en el cantón San Pedro de Huaca provincia del Carchi. Tesis Ing. Agr. Carchi, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 68 p.
- Enríquez, P; Soria, M. 2018. Eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico e impacto ambiental en cultivos asociados Maíz (*Zea mays*) - Arveja (*Pisum sativum*) en Aloburo y Yahuarcocha. Tesis Ing. Agr. Ibarra, Ecuador, Universidad Técnica del Norte. 104 p.

- Estrada, C; Carlos, Y. 2019. Efecto de aplicación de tres biofertilizantes orgánicos sobre el rendimiento de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión. Tesis Ing. Agr. Yanahuanca, Perú. 114 p.
- Forján, H; López, Z. 2018. Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2017/18 (en línea). Buenos Aires, Argentina. 130 p. Consultado el 20 de jun. 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/original_-_carpeta_fina_2017-18.pdf.
- García, A. 2000. Calidad alimentaria de la mezcla de cerdo y esquilmos agrícolas deshidratada al sol para bovinos de engorde. Tesis Mg. Colima, México, Universidad de Colima. 81 p.
- García, F. 2014. Balance de nutrientes en la rotación: impactos en rendimientos y calidad del suelo. INPOFOS Cono Sur 108(1):1-7
- Gonzales, M. 2001. Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.). Tesis PhD. Valladolid, España, Universidad de Valladolid. 204 p.
- Guerrero, M. 2014. Estudio agro-productivo de la zona baja del cantón Quero, provincia de Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador. 89 p.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2016. Boletín Climatológico Semestral 2016 (en línea). Quito, Ecuador, INAMHI. 21 p. Consultado 4 sep. 2018. Disponible en http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_sem.pdf.
- Ipiates, L. 2018. Diagnóstico socio-ambiental para la elaboración de un plan de manejo ambiental del canal de riego Mocha-Quero-Ladrillos en la provincia de Tungurahua.

- Tesis Ing. Biotec. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador. 131 p.
- Machaca, A. 2018. Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento de arveja verde (*Pisum sativum* L.) en la irrigación Majes de Arequipa. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 74 p.
- Mamani, I. 2016. Tres biofermentos y guano de isla en la producción de arveja verde (*Pisum sativum* L.) cv. quantum en Quequeña-Arequipa. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 92 p.
- Moreno, D; Rivera, M; Delgado, J; Vargas, M. 2017. Modelación del transporte de plaguicidas e insecticidas en suelos de cultivo de arveja con el Software Hydrus-1d en Vereda el Escorial, Pamplona Norte de Santander. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas 15(2):29-35.
- Neri, J; Collazos, R; Humán, E; Oliva, C. 2017. Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas. Rev. de investigación agroproducción sustentable 1(1):38-46.
- Noboa, A. 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). Tesis Ing. Alim. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. 199 p.
- Noda Y. 2009. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (En línea). Matanzas, Cuba. Consultado 20 jun. 2019. Disponible en <https://www.atenas.inf.cu/912-2/>.
- Peña, E; Martínez, M; Santana, L; Velázquez, F. 2017. Manejo sostenible del riego del Chícharo (*Pisum sativum* L.) en un suelo arcilloso del Norte de las Tunas, Cuba. Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda” (49):1-13.

- Rodríguez, B; López, M. 2009. Evaluación de la fertilización biológica del frijol con cepas nativas de *Rhizobium* aisladas de un ultisol de la altiplanicie del estado guarico, *Agronomía Tropical* 59(4): 381-386.
- Rojas, C. 2017. Producción de arveja “Quantum” *Pisum sativum* L. con aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol en condiciones agroclimáticas de Tibaya – Arequipa. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 68 p.
- Rojas-Peña, B; Rueda-Ruiz, J; Barreño-Romero, E; García-Galindo, L. 2016. Comparación del efecto de dos biofertilizantes sobre la germinación y el crecimiento inicial de Arveja (*Pisum sativum*) y Frijol (*Phaseolus vulgaris*). *TECKNE* 14(2):8–17.
- Rojas, J; Nuñez, W. 2007. Caracterización de la colección de arveja (*Pisum sativum*). *INFO-INIAF* 3:33–38.
- Salazar, G; Cuarón, J. 2004. Uso de los desechos de origen animal en México. CENIFMA-INIFAP. (En línea). Querétaro, México. Consultado de 20 de jun. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/ag/Aga/AGAP/FRG/APH134/cap8.htm>.
- Sarikamış, G; Yanmaz, R; Ermiş, S; Bakır, M; Yüksel, C. 2010. Genetic characterization of pea (*Pisum sativum*) germplasm from Turkey using morphological and SSR markers. *Genetics and Molecular Research* 9(1):591-600.
- Soto, J. 2015. Efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Usui en condiciones de Chuclaccasa Vauli- Huancavelica. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 95 p.
- Statistix10. 2013. Analytical software. Disponible en www.statistix.com.

- Tarapués, E. 2015. Oportunidades de mercado en Estados Unidos y la comercialización de arveja tierna enlatada desde Santa Martha de Cuba (Carchi) Ecuador. Tesis Ing. Comercio Exterior y Negociación Comercial Internacional. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, Ecuador. 148 p.
- Venegas, W. 2011. Evaluación de dos bioles a partir de dos fuentes orgánicas (Bovino y Cobayo) a cuatro dosis de aplicación en dos variedades del cultivo de Arveja (*Pisum sativum*) en la comunidad de Planchaloma Toacaso Latacunga 2011. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador. 163 p.
- Yauyo, L. 2016. Elaboración de un biodigestor piloto tubular para el manejo de estiércol porcino, en una de las viviendas de la Asociación Agropecuaria los lúcumos de Pachacamac. Tesis Ing. Amb. Lima, Perú, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. 131 p.

ANEXOS

Análisis de Varianzas

Completely Randomized AOV for NUMEROVAI

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	9	949.028	105.448	75.24	0.0000
Error	30	42.044	1.401		
Total	39	991.072			

Grand Mean 29.104 CV 4.07

Completely Randomized AOV for PESOVAINA

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	9	15.0288	1.66986	58.62	0.0000
Error	30	0.8545	0.02848		
Total	39	15.8833			

Grand Mean 3.6833 CV 4.58

Completely Randomized AOV for LONGPLANT

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	9	1450.03	161.114	21.22	0.0000
Error	30	227.75	7.592		
Total	39	1677.78			

Grand Mean 63.175 CV 4.36

Factorial AOV Table for LONGRAÍZ6

Source	DF	SS	MS	F	P
REPETICIÓN	11	661.31	60.119		
Dosis	2	0.91	0.454	0.02	0.9775

Frec	3	2240.29	746.762	37.41	0.0000
Dosis*Frec	6	83.84	13.973	0.70	0.6500
Error	121	2415.08	19.959		
Total	143	5401.42			

Grand Mean 26.066
CV 17.14

Factorial AOV Table for LONGRAÍZ9

Source	DF	SS	MS	F	P
REPETICIÓ	11	2604.47	236.770		
Dosis	2	48.13	24.066	1.26	0.2875
Frec	3	2981.47	993.822	52.00	0.0000
Dosis*Frec	6	105.76	17.627	0.92	0.4815
Error	121	2312.35	19.110		
Total	143	8052.18			

Grand Mean 21.148
CV 20.67

Factorial AOV Table for LONGRAÍZ1

Source	DF	SS	MS	F	P
REPETICIÓ	11	711.30	64.663		
Dosis	2	97.70	48.850	2.63	0.0759
Frec	3	1943.29	647.762	34.93	0.0000
Dosis*Frec	6	160.01	26.668	1.44	0.2057
Error	121	2244.21	18.547		
Total	143	5156.50			

Grand Mean 26.139
CV 16.48

Factorial AOV Table for VOLRAÍZ60

Source	DF	SS	MS	F	P
REPETICIÓ	11	67.035	6.0941		
Dosis	2	1.431	0.7153	0.23	0.7964
Frec	3	194.688	64.8958	20.70	0.0000
Dosis*Frec	6	9.292	1.5486	0.49	0.8119
Error	121	379.382	3.1354		
Total	143	651.826			

Grand Mean 4.1597

CV 42.57

Factorial AOV Table for VOLRAÍZ90

Source	DF	SS	MS	F	P
REPETICIÓN	11	396.24	36.0221		
Dosis	2	26.85	13.4236	2.37	0.0978
Frec	3	63.74	21.2477	3.75	0.0128
Dosis*Frec	6	43.82	7.3032	1.29	0.2671
Error	121	685.34	5.6640		
Total	143	1215.99			

Grand Mean 5.3819

CV 44.22

Factorial AOV Table for VOLRAÍZ12

Source	DF	SS	MS	F	P
REPETICIÓN	11	57.368	5.2153		
Dosis	2	5.681	2.8403	0.97	0.3821
Frec	3	194.910	64.9699	22.18	0.0000
Dosis*Frec	6	23.486	3.9144	1.34	0.2462
Error	121	354.382	2.9288		
Total	143	635.826			

Grand Mean 4.1597

CV 41.14

Altura de la planta

R1	Cm	R2	Cm	R3	Cm	R4	Cm	Promedio
D1F1	66	D1F1	62	D1F1	67	D1F1	65	65,00
D1F2	68	D1F2	68	D1F2	63	D1F2	64	65,75
D1F3	67	D1F3	60	D1F3	66	D1F3	61	63,50
D2F1	60	D2F1	58	D2F1	56	D2F1	62	59,00
D2F2	71	D2F2	69	D2F2	71	D2F2	70	70,25
D2F3	63	D2F3	63	D2F3	64	D2F3	65	63,75
D3F1	66	D3F1	70	D3F1	68	D3F1	64	67,00
D3F2	59	D3F2	63	D3F2	65	D3F2	58	61,25
D3F3	70	D3F3	70	D3F3	67	D3F3	67	68,50
T	50	T	53	T	46	T	42	47,75

Número de vainas por planta

R1	V/P	R2	V/P	R3	V/P	R4	V/P	Promedio
D1F1	28,63	D1F1	29,46	D1F1	28,76	D1F1	29	28,96
D1F2	28,43	D1F2	28,53	D1F2	29,12	D1F2	30,72	29,20
D1F3	31,36	D1F3	30	D1F3	29,12	D1F3	32,19	30,66
D2F1	28,85	D2F1	30,56	D2F1	31,14	D2F1	27,34	29,47
D2F2	34,34	D2F2	35,21	D2F2	36,2	D2F2	33,22	34,74
D2F3	30,19	D2F3	28,14	D2F3	27,92	D2F3	29,67	28,98
D3F1	27,32	D3F1	30,17	D3F1	28,82	D3F1	27,73	28,51
D3F2	34	D3F2	32	D3F2	33,26	D3F2	34,18	33,36
D3F3	32,71	D3F3	30,52	D3F3	31,68	D3F3	30,78	31,42
T	16,4	T	17	T	14,3	T	15,2	15,72

Peso de vainas verdes

R1	G	R2	G	R3	G	R4	G	Promedio
D1F1	163,33	D1F1	182,08	D1F1	167,92	D1F1	165,00	169,58
D1F2	179,59	D1F2	162,50	D1F2	168,75	D1F2	165,42	168,75
D1F3	153,33	D1F3	159,58	D1F3	145,00	D1F3	162,92	155,00
D2F1	175,00	D2F1	169,17	D2F1	163,33	D2F1	164,58	167,92
D2F2	182,91	D2F2	177,92	D2F2	173,33	D2F2	167,08	175,00
D2F3	147,08	D2F3	152,08	D2F3	158,75	D2F3	149,58	151,67
D3F1	136,66	D3F1	152,50	D3F1	140,83	D3F1	130,00	140,00
D3F2	147,92	D3F2	144,17	D3F2	155,00	D3F2	159,58	151,67
D3F3	175,83	D3F3	167,08	D3F3	171,67	D3F3	166,25	170,00
T	92,50	T	85,42	T	80,83	T	76,25	83,75

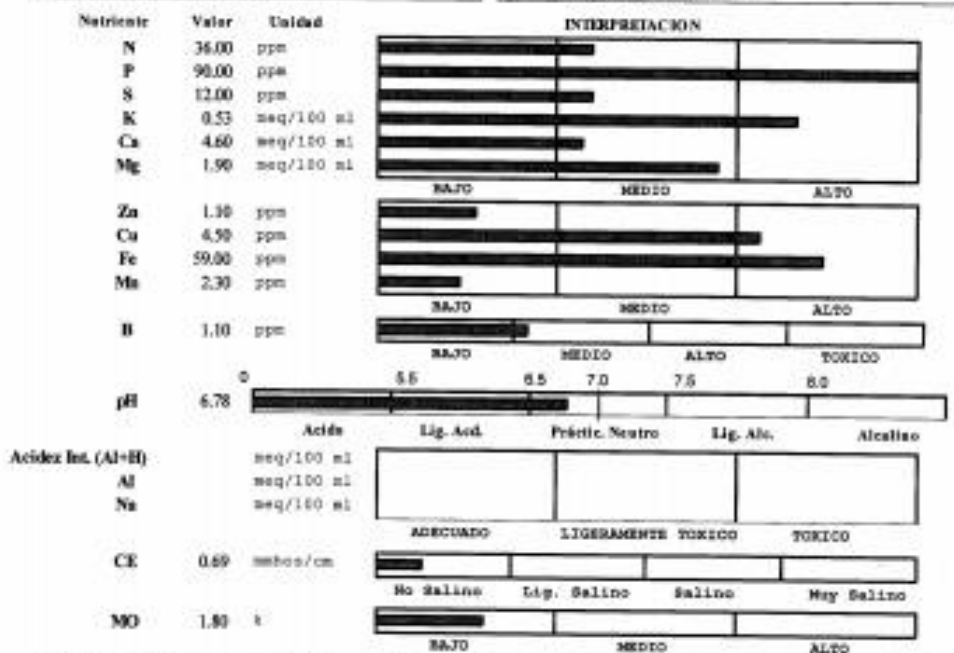
Análisis del suelo antes y después del experimento

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito-Ecuador Telf: 690-6919293 Fax: 690-693	
---	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Andres Arévalo Dirección : Tungurahua Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Provincia : Tungurahua Cantón : Quero Parroquia : San José de Putachizac Ubicación :
--	---

DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : Arveja Cultivo Anterior : Papa Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Muestra 1	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 46.501 N° Muestra Lab. : 310615 Fecha de Muestreo : 09/01/2019 Fecha de Ingreso : 10/01/2019 Fecha de Salida : 21/01/2019
---	---



Ca	Mg	Ca+Mg	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	NTac	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2.4	3.6	12.3	7.0		67	28	5
Franco-Arenoso							


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



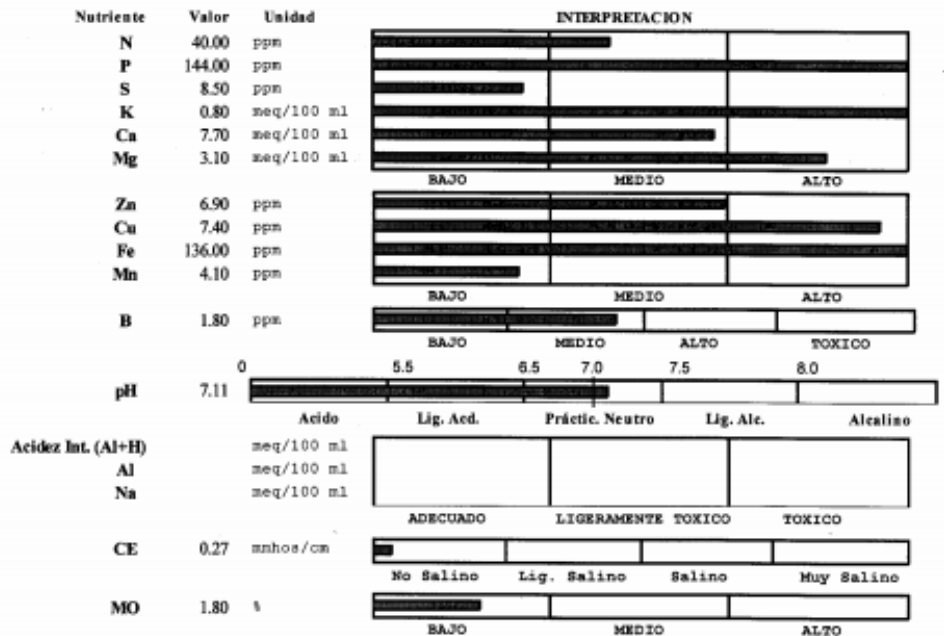
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : Amrds Arévalo
 Dirección : Tungurahua
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Puñachizac
 Provincia : Tungurahua
 Cantón : Quero
 Parroquia : Quero
 Ubicación :

DATOS DEL LOTE
 Cultivo Actual :
 Cultivo Anterior : Arveja
 Fertilización Ant. :
 Superficie :
 Identificación : Muestra tesis

PARA USO DEL LABORATORIO
 N° Reporte : 47.140
 N° Muestra Lab. : 111278
 Fecha de Muestreo : 09/06/2019
 Fecha de Ingreso : 10/06/2019
 Fecha de Salida : 24/06/2019




Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural			
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,5	3,9	13,5	11,6			67	27	6	Franco-Arenoso


RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

Análisis del Biofertilizante líquido antes y después del experimento



ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
 Panamericana sur Km. 1, Apartado 17-01-340
 Teléfono: 3007234, Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec
 Mejía - Ecuador



REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Andrés Arévalo Dirección : Tungurahua Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Provincia : Tungurahua Cantón : Quero Parroquia : San José de Pufacchar Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO No. Muestra Lab. : 1212 Fecha de Muestreo : 08/01/2019 Fecha de Ingreso : 10/01/2019 Fecha de Salida : 21/01/2019
--	--	---

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	mg/cm		g/100 ml								mg/l				%				
		C.E	Cl	N Total	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	pH	C/N	D.A	H	CO
1212	Biol	4.26		0.10	0.07	0.08	0.14	0.07	0.01	1.00	6.4	7.4	0.5	14.2	6.34	5.80				

Unidades
 g/100 ml : gramos/100 mil litros = % ; porcentaje
 mg/l : miligramos/litro = ppm ; partes por millón.
 dB/m : decibelios/metro = mthos/cm ; milibios/cenímetro.

Método
 pH : Potenciométrico
 C.E: Conductimétrico
 M.O.: Calcinación.


 RESPONSABLE DEL LABORATORIO


 LABORATORISTA



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS**

Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340
Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec
Mejía -Ecuador



REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Andrés Arévalo Dirección : Tungurahua Ciudad : Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Putachizac Provincia : Tungurahua Cantón : Quero Parroquia : Quero Ubicación :		PARA USO DEL LABORATORIO No. Muestra Lab. : 1243 Fecha de Muestreo : 09/06/2019 Fecha de Ingreso : 10/06/2019 Fecha de Salida : 26/06/2019	
--	--	---	--	---	--

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	mS/cm		g/100 ml										mg/l						
		C.E	N Total	N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	ST	SV	B	Zn	Cu	Fe	Mn	NO ₃	pH	C/N
1243	Biol de cerdos	5.57	0.07	0.01	0.04	0.09	0.02	0.01	0.30				0.1	30.0	2.167	12.4	1.0		7.49	2.49

Unidades g/100 ml : gramos/100 mili litros = % : porcentaje mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón. dS/cm : decisiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centimetro.	Método pH : Potenciométrico C.E: Conductimétrico M.O.: Calcinación. H: Humedad
--	---

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORISTA