

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de la aplicación de roca fosfórica con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad quantum en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi”.

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Tipaz Lagos Brayan Alexander

TUTOR: Ing. Carlos David Herrera Ramírez MSc.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Tipaz Lagos Brayan Alexander con el número de cédula 0450071337 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la aplicación de roca fosfórica con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad quantum en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:
CARLOS DAVID
HERRERA RAMÍREZ

Ing. Carlos David Herrera Ramírez MSc.

TUTOR

Tulcán, marzo de 2025.

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Tipaz Lagos Brayan Alexander. Con cédula de identidad número 0450071337 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Tipaz Lagos Brayan Alexander

AUTOR

Tulcán, marzo de 2025.

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Tipaz Lagos Brayan Alexander. declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la aplicación de roca fosfórica con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad quantum en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Tipaz Lagos Brayan Alexander

AUTOR

Tulcán, marzo de 2025

AGRADECIMIENTO

Hoy, con un corazón lleno de gratitud y emoción, celebro la culminación de mi carrera universitaria. Este logro no habría sido posible sin el apoyo incondicional de cada uno de ustedes.

A mi madre Martha a mi padre Alex a mi hermano David, quienes han sido mi motor y fuente constante de amor, agradezco por su sacrificio y dedicación. Ustedes han sido mi mayor inspiración para llegar hasta este momento.

A mis amigos, quienes han compartido risas, lágrimas y momentos inolvidables a lo largo de este viaje, les agradezco por ser mi red de apoyo. Sus palabras de aliento y amistad han hecho que cada desafío sea más llevadero.

A mis profesores y a mi querida Universidad Politécnica Estatal del Carchi, cuya sabiduría y orientación han sido fundamentales en mi desarrollo académico, les estoy agradecido por su dedicación. Cada lección aprendida en sus aulas ha contribuido a mi crecimiento como estudiante y como persona.

Este logro no solo es mío, sino de todos ustedes que han formado parte de mi camino. Cada palabra de ánimo, cada gesto de apoyo y cada momento compartido ha sido un pilar en la construcción de mi éxito.

Hoy, con humildad y alegría, miro hacia el futuro con la seguridad de que este hito es solo el comienzo de nuevas oportunidades. Gracias por ser parte de esta etapa inolvidable de mi vida.

Con gratitud, Brayan Alexander Tipaz Lagos.

DEDICATORIA

Dedico esta meta a Dios, por ser la fuente de mi fortaleza y guía en cada paso. A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante, que me han inspirado a perseguir mis sueños.

Hoy culmina una etapa que ha sido el resultado de esfuerzo, dedicación y sacrificio. A través de esta travesía universitaria, he crecido no solo académicamente, sino también como persona. Cada desafío, cada logro y cada obstáculo han contribuido a mi crecimiento personal y profesional.

Este no es solo el fin de una carrera, sino el comienzo de nuevas oportunidades y desafíos. Estoy emocionado por lo que el futuro tiene reservado y agradezco a todos los que han sido parte de este capítulo inolvidable.

Con profundo agradecimiento, Brayan Alexander Tipaz Lagos.

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
I. EL PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1 Cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.)	20
2.2.1.1 Origen	20
2.2.1.2. Clasificación Taxonómica	20
2.2.1.3. Importancia del cultivo	21
2.2.1.4. Valor nutricional	21
2.2.1.4.1. Seguridad alimentaria.....	21
2.2.1.5 Morfología de la planta	22
2.2.1.6 Requerimientos Edafoclimáticos	23
2.2.1.7 Aspectos Agronómicos	23
2.2.1.8. Plagas y Enfermedades	24

2.2.1.9. Nutrición en el cultivo de arveja variedad quantum	26
2.2.1.10. Requerimientos nutricionales del cultivo	26
2.2.1.11. Fertilización Química.....	27
2.1.1.12. Abonos orgánicos de fertilización	27
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	30
3.1.1. Enfoque.....	30
3.1.2. Tipo de Investigación.....	30
3.2. HIPÓTESIS	30
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	30
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	33
3.4.1. Localización del experimento	33
3.4.2. Superficie del ensayo.....	33
3.4.3. Descripción y caracterización del experimento	33
3.4.4. Tratamientos empleados	33
3.4.5. Distribución de tratamientos.....	34
3.4.6. Población y muestra	35
3.4.7 Características del ensayo	36
3.4.8. Análisis Estadístico	36
3.4.9. Procedimiento	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. RESULTADOS	39
4.1.1. Altura de planta	39
4.1.3. Diámetro de tallo	42
4.1.5. Floración	45
4.1.6. Rendimiento	46

4.1.7 Índice costo beneficio	48
4.2. DISCUSIÓN	50
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5.1. CONCLUSIONES.....	52
5.2. RECOMENDACIONES.....	52
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
VII. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Abono Químico 16-16-16 mezcla química.....	27
Tabla 2. Composición del abono orgánico Fértiplus.....	28
Tabla 3. Composición del abono orgánico Ferticompost.....	28
Tabla 4. Composición del abono orgánico enmienda negra perla negra.....	29
Tabla 5. Composición de abonos orgánicos roca fosfórica.....	29
Tabla 7. Tratamientos y Dosificación.....	34
Tabla 8. Características del ensayo.....	36
Tabla 9. Esquema de ANAVAR.....	36
Tabla 10. Análisis de varianza de la altura de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 15, 30 y 45 días después de siembra.	39
Tabla 11. Altura de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 15, 30 y 45 días después de siembra.....	40

Tabla 12. Análisis de varianza de la altura de la planta en el cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 Y 90 días después de siembra.	41
Tabla 13. Altura de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 Y 90 días después de siembra.	41
Tabla 14. Análisis de varianza del diámetro de tallo de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 15, 30 y 45 días después de siembra.....	42
Tabla 15. Diámetro de tallo de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.	43
Tabla 16. Análisis de varianza del diámetro de tallo de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 y 90 días después de siembra.	44
Tabla 17. Diámetro de tallo de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos y roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 y 90 días después de siembra.	44
Tabla 18. Análisis de varianza para la floración en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos y roca fosforica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 y 90 días después de siembra.	45
Tabla 19. Prueba de Tukey para la floración en el cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos y roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 y 90 días después de siembra.	46
Tabla 20. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de arveja variedad quantum en estado tierno (vaina verde) utilizando abonos orgánicos y roca fosfórica, en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 97 días después de siembra.....	47

Tabla 21. Rendimiento total a los 97dds en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos y roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi. 48

Tabla 22. Relación costo beneficio en el cultivo de arveja variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica..... 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de tratamientos 34

Figura 2. Parcela Neta..... 35

Figura 3. Medición y señalización..... 58

Figura 4. Siembra de arveja Var. Quantum 58

Figura 5. A enmienda perla negra 59

Figura 6. D Roca fosfórica 59

Figura 7.C Ferticompost 59

Figura 8. B Fertuplus..... 59

Figura 10. Testigo químico 16-16-16 60

Figura 11. Fumigación 60

Figura 12. Toma de datos de variables..... 61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta de la sustentación de Predefensa del TIC 55

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas..... 56

Anexo 3. Análisis de suelo 57

Anexo 4. Evidencia de recolección de datos..... 58

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de la arveja (*Pisum sativum L.*) variedad Quantum mediante la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización orgánica en combinaciones de roca fosfórica para analizar su efecto en el rendimiento. Se utilizó un tipo de investigación experimental con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en un área total de 641,25 m². El ensayo incluyó 32 unidades experimentales, distribuidas en 8 tratamientos con 4 repeticiones, abarcando un total de 2880 plantas en todo el cultivo. Cada unidad experimental midió 3 metros de ancho por 5 metros de largo, con 9 surcos y 10 plantas sembradas en cada uno. Se analizaron 8 plantas de cada unidad experimental, lo que dio un total de 256 plantas en estudio. Durante el desarrollo del cultivo, se implementaron prácticas de control de enfermedades y plagas para asegurar su óptimo crecimiento. La cosecha se realizó a los 97 días después de la siembra, recolectando las vainas en su estado verde y fresco para evaluar el rendimiento final de cada tratamiento y determinar la efectividad de las combinaciones de fertilización probadas en el rendimiento de la variedad Quantum. Los resultados obtenidos del rendimiento no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Sin embargo, el T4 (Abono Orgánico Ferticompost) presentó el mayor rendimiento, con 20,85 T/ha, seguido por el T2 (fertiplus 4-3-3-65 OM), que obtuvo 20,25 T/ha y finalizando el T8 (Abono Químico testigo II mezcla química 16-16-16) obtuvo 20,16T/ha. Aunque las diferencias no son estadísticamente relevantes, estos datos sugieren que los insumos orgánicos como Ferticompost y fertiplus tienen un impacto positivo en la productividad del cultivo, posicionándose como opciones eficientes dentro del manejo agronómico. Esto pone de manifiesto la importancia de evaluar factores adicionales para maximizar el rendimiento del cultivo.

Palabras Claves: Rendimiento, Desarrollo, Muestreo, Plagas, Enfermedades, Control, Prevención.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the yield of pea (*Pisum sativum* L.), variety Quantum, through the application of different organic fertilization treatments combined with phosphate rock to analyse their effect on production. An experimental study was conducted using a completely randomized block design (CRBD) over a total area of 641.25 m². The trial included 32 experimental units, distributed across eight treatments with four replications, encompassing a total of 2,880 plants. Each experimental unit measured 3 meters wide by 5 meters long and contained nine rows with ten plants in each. For analysis, eight plants per experimental unit were selected, totalling 256 plants under study. Throughout the crop development, disease and pest management practices were implemented to ensure optimal growth. Harvesting took place 97 days after sowing, with pods collected in their fresh green state to assess the final yield of each treatment and determine the effectiveness of the applied fertilization combinations. The results showed no statistically significant differences among the treatments. However, T4 (Organic Fertilizer Ferticompost) achieved the highest yield, with 20.85 t/ha, followed by T2 (Fertiplus 4-3-3-65 OM), with 20.25 t/ha, and T8 (Chemical Fertilizer Control II, 16- 16-16 mix), with 20.16 t/ha. Although the differences were not statistically significant, these findings suggest that organic inputs such as Ferticompost and Fertiplus may have a positive impact on crop productivity, positioning them as viable options within agronomic management. These results highlight the importance of evaluating additional factors that could influence crop yield to optimize production in a sustainable manner.

Keywords: yield, development, sampling, pests, diseases, control, prevention.

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum L.*), variedad Quantum, es una leguminosa cultivada mundialmente por su valor nutricional y demanda en la industria alimentaria. Destaca por su capacidad de fijar nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo y favoreciendo la agricultura sostenible. Principales productores como China, Rusia y Canadá producen entre 15 y 20 millones de toneladas anuales (FAO, 2021).

En Ecuador, el cultivo de arveja es significativo, especialmente en la Sierra, con una producción de 30,000 a 40,000 toneladas anuales. Sin embargo, el uso excesivo de agroquímicos limita esta producción. Aunque buscan aumentar la productividad, su aplicación indiscriminada afecta la calidad del suelo y la salud ambiental, reduciendo gradualmente los rendimientos de las cosechas (EPA, 2021).

La provincia del Carchi es una de las principales zonas productoras de arveja en Ecuador. El cantón Bolívar destaca por sus prácticas agrícolas enfocadas en la variedad Quantum, adaptándose bien a las condiciones locales. Esta producción contribuye al mercado regional y nacional, apoyando la economía local y la seguridad alimentaria (INEC, 2020).

Es recomendable el uso de abonos orgánicos en el cultivo de arveja variedad Quantum para obtener productos sanos y de alta calidad porque mejoran la estructura del suelo, favoreciendo la retención de agua y la aireación, lo cual es crucial para un desarrollo radicular saludable. También fomentan la biodiversidad microbiana, incluyendo bacterias fijadoras de nitrógeno, que benefician a las leguminosas al convertir el nitrógeno atmosférico en formas utilizables por las plantas (MAG, 2022).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La insuficiente implementación de abonos orgánicos en el cultivo de arveja variedad Quantum contribuye al deterioro del suelo debido a la falta de nutrientes esenciales y la disminución de la biodiversidad microbiana. El uso excesivo de fertilizantes químicos en lugar de prácticas orgánicas afecta la estructura del suelo, reduce la capacidad de retención de agua y limita la eficiencia en la absorción de nutrientes, lo que disminuye el rendimiento del cultivo.

El cultivo de arveja es afectado por varios problemas edafoclimáticos y fitosanitarios, especialmente en las etapas de desarrollo y producción. También existen pérdidas en la cosecha, estas pérdidas son causadas por sequías excesivas promoviendo a la muerte de la planta. Se recomienda realizar un buen manejo técnico.

La falta de conocimiento por parte del agricultor en arveja variedad quantum lo han llevado a producir otras especies como arveja de amarre siendo una de las fuentes de ingreso de agricultores de la zona de Bolívar, donde no se realiza un buen manejo de este cultivo, teniendo una gran demanda de insumos y mayores costos al momento de su producción, generando una menor rentabilidad.

Existe un problema de mayor incidencia denominado agricultura convencional, resultando ser la excesiva utilización de agroquímicos en cualquier cultivo, sobreexplotando los recursos naturales, como suelo y agua. Esta agricultura se ha implementado con el tiempo, consintiendo como objetivo aumentar la producción sin tomar en cuenta la pérdida de calidad del suelo, afectación a los cultivos y a largo plazo enfermedades en las personas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La incorporación de abonos orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad Quantum, minimiza el deterioro de la fertilidad química, biológica y física del suelo (erosión), que afecta el rendimiento agrícola?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los agricultores del Cantón Bolívar están aumentando las siembras, debido a que esta variedad se ha vuelto rentable, los costos de producción son más bajos y se pueden realizar hasta cuatro siembras anuales ya que la cosecha de esta arveja se la realiza a los tres meses una semana. Además, en este tipo de producción entra la mano de obra familiar teniendo una gran importancia en el sector.

Para sembrar en la sierra, se debe mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo en el que vamos a trabajar, por lo que pequeños y medianos agricultores se dedican a realizar y aplicar fertilización orgánica, esta agricultura es de la mejor calidad porque hace que la planta brinde frutos con los suficientes nutrientes para el consumo humano y también ayuda a la conservación de suelos, agua y aire. De tal modo, se fomenta la agricultura orgánica ya que por medio de los recursos naturales los agricultores ayudan a la mejora de los suelos, ofreciendo excelentes productos sanos, promoviendo una buena alimentación para los consumidores.

La investigación está encaminada a la obtención de nuevas alternativas de fertilización con propósito de mejora de calidad de los productos, mermar costos de producción e incrementar la producción en el mercado comercial. Aplicando roca fosfórica. Abonos orgánicos como Fértiplus, Ferticompost y Enmienda orgánica perla negra. Además, dos testigos, Roca fosfórica y Abono mezcla química 16-16-16.

El estudio fue realizado en el cantón Bolívar en el cultivo de arveja variedad quantum que posee un mayor desarrollo y rendimiento cuando se la cultiva en zonas cuya temperatura oscila al alrededor de los 15°C y 25°C.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de roca fosfórica con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja *Pisum sativum L.* variedad quantum en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los resultados de la aplicación edáfica de roca fosfórica con abonos orgánicos, en las variables agronómicas del cultivo.
- Establecer el tratamiento que optimiza el rendimiento del cultivo.

- Determinar el índice beneficio costo, durante una temporada de crecimiento bajo el efecto de los tratamientos en estudio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el abono orgánico que, al combinarse con roca fosfórica, muestra la mayor influencia positiva en el desarrollo del cultivo de arveja variedad Quantum?
- ¿Cuál tratamiento ha demostrado ser más efectivo para optimizar el rendimiento del cultivo de arveja variedad Quantum?
- ¿Cuál es el índice beneficio costo del cultivo de arveja variedad Quantum durante una temporada y cómo impacta en su rentabilidad?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En un estudio sobre el cultivo de melloco (*Ullucus tuberosus*) en la terraza 10 de Salache, se evaluaron las propiedades fisicoquímicas del suelo con diferentes tratamientos de fertilización. A continuación, se enlistan los mejores tratamientos en diversas variables evaluadas como: El mejor porcentaje de germinación (81,27%) se observó en los tratamientos T2 (ecofertilizante, 20 t/ha) y T7 (Fertiplus, 10 t/ha). El tratamiento T9 (Fertiplus, 30 t/ha) logró un promedio de 15 hojas por planta, mientras que T6 (compost de nutria, 30 t/ha) mostró un ancho de hoja promedio de 2,33 cm y T9 una longitud promedio de 3,33 cm. La altura de planta más alta (8,1 cm) se obtuvo con T1 (ecofertilizante, 10 t/ha). El tratamiento T5 (fertilizante de nutria, 20 t/ha) produjo un promedio de 4,5 macollos, y para el diámetro del tallo, los tratamientos T6, T5, T4 y T9 presentaron un promedio de 0,3 cm (Mata, 2022).

En un estudio sobre el efecto de tres tipos de compost en el cultivo de cebolla perla en Mocache, Los Ríos, se evaluaron la germinación, emergencia, plantas aptas para trasplante, altura de planta y diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días. El compost Agropesa mostró los mejores resultados en germinación (87,56%), emergencia (83,56%), plantas trasplantables (78,67%), y mayor altura y diámetro del tallo a los 60 y 90 días. A los 30 días, Ecogreen presentó las plantas más altas, pero Agropesa fue superior en el desarrollo a largo plazo y ferticompost dando un buen desarrollo del cultivo y reservación del suelo. En general, Agropesa a 1250 kg/ha obtuvo los mejores valores en todas las variables evaluadas, destacando en supervivencia de plantas (56,25%). Los diferentes tipos de compost mostraron diferencias significativas en algunas variables, mientras que las dosis de aplicación tuvieron efecto en todas las variables, excepto en altura y diámetro del pseudotallo a los 30 días (Mayte et al., 2020).

Se evaluó un abono orgánico mejorado con roca fosfórica y microorganismos para la fertilización del maíz en tres tratamientos: T1 (DAP), T2 (fertilizante orgánico mejorado), y T3 (control). En el estudio realizado en la Universidad del Valle, el

tratamiento T1 mostró mejor desempeño en masa fresca y seca. No hubo diferencias significativas en fósforo foliar, eficiencia de fertilización y conductividad eléctrica entre T1 y T2 (Introductorio, 2018).

En un estudio realizado por (Baca et al. 2021), se evaluó el efecto de diferentes tipos de abonos orgánicos en el rendimiento y calidad de cultivos de leguminosas, específicamente el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*). En este trabajo, se utilizó roca fosfórica y compost enriquecido como fertilizantes principales. Los resultados demostraron que la incorporación de abonos orgánicos incrementó significativamente los rendimientos, la biomasa aérea y las propiedades del suelo, como el contenido de fósforo disponible. Asimismo, el uso de compost enriquecido mostró una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes en comparación con la roca fosfórica en estado puro.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*)

2.2.1.1 Origen

Es una variedad de arveja de grano verde desarrollada por la empresa de semillas Syngenta. Esta empresa suiza de biotecnología agrícola se dedica a la investigación, desarrollo, producción y venta de semillas y productos químicos para la protección de cultivos. La variedad de arveja Quantum se originó a través del proceso de mejora genética tradicional, en lugar de técnicas de modificación genética. La variedad se caracteriza por tener una gran producción de vainas, lo que la hace popular entre los agricultores comerciales y los jardineros caseros. También se ha demostrado que la variedad Quantum tiene una buena resistencia a enfermedades comunes de las plantas de arveja Llerena. La variedad de arveja Quantum se originó a través de este proceso de selección y mejora genética, en el que se eligieron las plantas con las características deseadas para su reproducción. Las variedades de arveja mejoradas genéticamente, como Quantum, ofrecen una mayor resistencia a enfermedades, mayor producción y mejor calidad, lo que las convierte en una opción popular para los agricultores y los jardineros en todo el mundo (Condori, 2018).

2.2.1.2. Clasificación Taxonómica

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Fabeae

Género: Pisum

Especie: Sativum

Nombre científico: Pisum sativum

Nombre común: Arveja, guisante, chícharo

2.2.1.3. Importancia del cultivo

Los valores nutricionales pueden variar según la variedad y la fuente de la arveja. Sin embargo, en general, las arvejas (también conocidas como guisantes) son una buena fuente de nutrientes y vitaminas esenciales. Son ricas en proteínas, fibra, vitaminas C y K, así como en minerales como el hierro y el potasio. Además, las arvejas son bajas en grasas saturadas y colesterol, lo que las convierte en una opción saludable (Condori, 2018).

2.2.1.4. Valor nutricional

La importancia del cultivo de la variedad de arveja quantum puede ser significativa debido a varias razones:

2.2.1.4.1. Seguridad alimentaria

El cultivo de arvejas puede ser una medida importante para garantizar la seguridad alimentaria, ya que proporcionan una fuente confiable de alimento para las poblaciones locales y pueden ser una opción valiosa en momentos de escasez de otros alimentos (CIRAD, 2023).

2.2.1.4.2. Sostenibilidad agrícola

Las arvejas son una planta leguminosa, lo que significa que tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo. Esto enriquece la tierra, mejora su fertilidad y reduce la necesidad de fertilizantes nitrogenados, lo que contribuye a la sostenibilidad del suelo y la agricultura a largo plazo (CIRAD, 2023).

2.2.1.4.3. Rotación de cultivos

La arveja se puede utilizar como parte de un sistema de rotación de cultivos, lo que ayuda a mejorar la salud del suelo y reduce la presencia de enfermedades y plagas.

2.2.1.4.4. Mercado y economía

Si la variedad Quantum es especialmente valorada por su calidad, rendimiento o características únicas, puede tener un impacto positivo en el mercado y en la economía de los agricultores que la cultivan, ya que pueden obtener un mejor precio por su producto (Condori, 2018).

2.2.1.4.5. Exportación e industria

Si la variedad Quantum tiene atributos que la hacen atractiva para el mercado internacional, podría abrir oportunidades de exportación y fortalecer la industria agrícola local.

2.2.1.4.6. Diversificación de cultivos

La incorporación de la variedad "Quantum" en la rotación de cultivos o en la diversificación agrícola puede ser una estrategia para reducir el riesgo de pérdidas en caso de enfermedades o plagas específicas que afecten a otros cultivos (Condori, 2018).

2.2.1.5 Morfología de la planta

2.2.1.5.1 Planta

La arveja Quantum es una planta de porte erecto con una altura media que oscila entre 70 y 80 cm. Tiene hojas compuestas con 1-3 pares de folíolos ovales EOS Data (Analytics, 2022).

2.2.1.5.2 Flor

La flor de la arveja Quantum es blanca o ligeramente rosada, con un tamaño medio.

2.2.1.5.3 Vaina

La vaina de la arveja Quantum es cilíndrica, recta y de tamaño medio, con una longitud de aproximadamente 9-10 cm.

2.2.1.5.4 Grano

El grano de la arveja Quantum es de tamaño medio, redondeado y de color verde intenso.

2.2.1.5.5 Rendimiento

La variedad Quantum es conocida por su alto rendimiento y calidad de producción, tanto en la producción de guisantes frescos como en la producción de guisantes congelados EOS Data (Analytics, 2022).

2.2.1.6 Requerimientos Edafoclimáticos

La arveja *Pisum sativum* es una planta que se cultiva ampliamente en diferentes regiones del mundo. Aunque sus requerimientos pueden variar ligeramente según la variedad, en general, la arveja prefiere las siguientes condiciones:

2.2.1.6.1 Clima

La arveja es una planta de clima fresco y temperaturas moderadas. Suele crecer mejor en temperaturas entre 15°C y 25°C. Temperaturas más altas pueden afectar negativamente el desarrollo de las flores y vainas. También es importante evitar heladas tardías, ya que pueden dañar las plántulas jóvenes.

2.2.1.6.2 Luz

La arveja es una planta que requiere luz solar directa para su crecimiento óptimo. Se debe plantar en áreas donde reciba al menos 6 horas de luz solar al día.

2.2.1.6.3 Suelo

El suelo ideal para las arvejas es uno que sea bien drenado, fértil y con un pH ligeramente ácido a neutro (6.0 a 7.5). También es beneficioso si el suelo es rico en materia orgánica.

2.2.1.6.4 Riego

Las arvejas necesitan un suministro constante de agua, especialmente durante la fase de floración y formación de vainas. El riego regular es esencial para obtener un buen rendimiento (Life Seed,2021).

2.2.1.6.5 Altitud

En términos generales, las arvejas pueden cultivarse en altitudes que van desde el nivel del mar hasta altitudes moderadas.

2.2.1.7 Aspectos Agronómicos

2.2.1.7.1 Preparación del suelo

La arveja prefiere suelos bien drenados y ricos en materia orgánica. Antes de la siembra, es importante arar o labrar el suelo para eliminar malezas y asegurarse de que esté suelto y aireado (Life Seed,2021).

2.2.1.7.2 Siembra

La época de siembra varía según la ubicación geográfica y el clima local. En general, las arvejas se siembran en primavera, cuando las temperaturas son más frescas. La profundidad de siembra debe ser de aproximadamente 3 a 5 centímetros.

2.2.1.7.3 Espaciado y densidad

El espaciado entre filas y las distancias entre las plantas pueden variar según la variedad y las prácticas locales. El espaciado típico puede ser de unos 30 a 45 centímetros entre filas y 5 a 10 centímetros entre las plantas (Life Seed,2021).

2.2.1.7.4 Fertilización

Las arvejas pueden beneficiarse de una aplicación de fertilizante equilibrado antes de la siembra para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento. Sin embargo, es fundamental evitar el exceso de nitrógeno, ya que puede favorecer el crecimiento de hojas en detrimento de la producción de vainas (Condori, 2018).

2.2.1.7.5. Control de malezas, enfermedades y plagas

Es esencial mantener el cultivo libre de malezas que puedan competir por nutrientes y agua. Además, es importante vigilar y controlar posibles enfermedades y plagas que puedan afectar la salud de las plantas.

2.2.1.7.6. Entutorado

Dependiendo de la variedad y el hábito de crecimiento, algunas arvejas pueden requerir entutorado para mantener las plantas erguidas y facilitar la recolección.

2.2.1.7.7. Cosecha

La cosecha se realiza cuando las vainas están llenas y los guisantes están bien desarrollados. Las arvejas suelen cosecharse a mano, abriendo suavemente las vainas para extraer los guisantes.

2.2.1.8. Plagas y Enfermedades

2.2.1.8.1. Enfermedades fungosas

2.2.1.8.1.1. Mildiú Velloso (*Peronospora viciae*)

Causado por oomicetos como *Peronospora viciae*, es una enfermedad agrícola significativa que afecta diversos cultivos, incluidas vid, tomate, pepino, calabaza y trigo. Las esporas del patógeno son transportadas por viento, agua o insectos, germinando en condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas. Al infectar las plantas, forman estructuras miceliales blancas y polvorosas en las hojas, que absorben nutrientes y generan nuevas esporas para propagarse. Los síntomas incluyen manchas blancas o grisáceas, deformaciones, amarillamiento y caída de hojas, debilitando la planta y afectando la fotosíntesis y la producción de frutos. Su manejo implica la rotación de cultivos y la eliminación de plantas infectadas para evitar la propagación (Life Seed, 2021).

2.2.1.8.1.2. Pudrición de raíz (*Pythium spp.*, *Fusarium* y *Rhizoctonia solani*)

Según CIRAD (2023). La pudrición de raíz en plantas de arveja, causada por patógenos como *Phytophthora* y *Fusarium*, así como bacterias y nematodos, afecta las raíces, generando pudrición que limita la absorción de nutrientes y agua. Esta enfermedad, común en suelos húmedos con mal drenaje, se manifiesta con síntomas como amarillamiento, marchitez, manchas oscuras en las raíces y menor desarrollo de vainas. Su manejo incluye la selección de semillas resistentes y un adecuado manejo del drenaje del suelo, lo cual reduce significativamente su impacto en el rendimiento del cultivo.

2.2.1.8.2. Enfermedades ocasionadas por bacterias

2.2.1.8.2.1. Mancha bacteriana (*Pseudomonas syringae pv. pisi*)

La mancha bacteriana en la arveja Quantum, causada por *Pseudomonas syringae pv. pisi*, se desarrolla en condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas (18-25 °C), siendo diseminada por lluvia, viento, insectos y herramientas contaminadas. Esta enfermedad se caracteriza por manchas necróticas en hojas, tallos y vainas, de color marrón oscuro a negro, rodeadas por halos amarillos, que afectan la calidad y el rendimiento del cultivo. Para su manejo, se recomienda el uso de semillas certificadas libres de la bacteria, junto con la rotación de cultivos para reducir la acumulación del patógeno en el suelo (Rosero, 2018).

2.2.1.8.3 Enfermedades de origen viral

2.2.1.8.3.1 Virus del mosaico de la arveja (*Pea enation mosaic virus, PEMV*)

El virus del mosaico de la arveja, causado comúnmente por el virus del mosaico del pepino (CMV) y el virus del mosaico de la alfalfa (AMV), se transmite principalmente por áfidos, que actúan como vectores al alimentarse de plantas infectadas y trasladar los virus a plantas sanas. Esta enfermedad, presente en regiones productoras de arvejas a nivel mundial, reduce significativamente el rendimiento y la calidad de las vainas, afectando la rentabilidad de los cultivos. Los síntomas incluyen manchas o deformaciones en las hojas con un patrón de mosaico verde claro o amarillo pálido, crecimiento retardado y vainas reducidas. Su manejo incluye el control de áfidos, eliminación de plantas infectadas y rotación de cultivos (Rosero, 2018).

2.2.1.9. Nutrición en el cultivo de arveja variedad quantum

La nutrición del cultivo de arveja variedad Quantum es fundamental para su desarrollo adecuado y la obtención de un buen rendimiento. Esta leguminosa requiere de una adecuada cantidad de nitrógeno (N), el cual puede ser fijado por bacterias del género *Rhizobium* en asociación con las raíces de la planta, reduciendo la necesidad de aplicaciones externas de nitrógeno. Además, el fósforo (P) es esencial para el desarrollo de raíces y la floración, mientras que el potasio (K) favorece la resistencia a enfermedades y el desarrollo de vainas. También es importante el aporte de azufre (S), magnesio (Mg) y calcio (Ca), que juegan un rol en la fotosíntesis y la formación de células vegetales. La deficiencia de micronutrientes como el hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn) puede limitar el crecimiento y el rendimiento del cultivo. Un manejo adecuado de la fertilización, combinando fuentes orgánicas e inorgánicas, es esencial para mantener un equilibrio nutricional óptimo.

2.2.1.10. Requerimientos nutricionales del cultivo

Los requerimientos nutricionales del cultivo de arveja variedad Quantum son esenciales para asegurar un buen desarrollo y rendimiento. La planta de arveja requiere nutrientes clave como el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K). El nitrógeno es fundamental para el crecimiento vegetativo y la formación de proteínas, y puede ser proporcionado por la simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium*). El fósforo es crucial para el desarrollo de raíces, mientras que el potasio mejora la resistencia a enfermedades y el rendimiento de las vainas. Además, el cultivo necesita azufre (S), magnesio (Mg) y calcio (Ca), que intervienen en la fotosíntesis, la formación de células y el transporte de nutrientes. La deficiencia de micronutrientes como el hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn) puede afectar negativamente el crecimiento y la producción. Para mantener un balance adecuado, es importante

realizar un manejo adecuado de la fertilización, con aplicaciones basadas en las características del suelo y las necesidades del cultivo.

2.2.1.11. Fertilización Química

2.2.1.11.1. Abono Químico 16-16-16 MEZCLA QUIMICA

Es un fertilizante mineral de alta calidad adecuado para muchos cultivos y plantas de interior. Se utiliza para satisfacer las necesidades nutricionales de la planta de manera equilibrada y es beneficioso para el desarrollo de las raíces, el crecimiento de los frutos y el desarrollo general de la planta. El nitrógeno favorece el crecimiento de los tejidos jóvenes y fortalece las hojas de las plantas. El fósforo es beneficioso para el desarrollo de raíces, flores y frutos y ayuda en el proceso de lignina que cubre las membranas celulares. El potasio contribuye al sabor y color de la fruta. Este fertilizante es ideal para aplicaciones directas, pero no se recomienda mezclarlo físicamente con otros productos debido a su sensibilidad a la humedad, lo que puede causar su descomposición Fertimax S.A. de (C.V, 2024).

Tabla 1. Abono Químico 16-16-16 mezcla química.

Composición del Abono Químico	
Nitrógeno (N)	16%
Fósforo (P)	16%
Potasio (K)	16%

2.1.1.12. Abonos orgánicos de fertilización

En Ecuador, existen diversos abonos orgánicos utilizados en la agricultura, como el compost, que es una mezcla de materia orgánica descompuesta rica en nutrientes. También se emplea el estiércol de animales como vacas, caballos y gallinas, que aportan nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. El humus de lombriz es otro fertilizante orgánico muy valorado, debido a su alto contenido de materia orgánica y microorganismos beneficiosos. Además, en algunas regiones se utilizan residuos agrícolas como cáscaras de frutas, hojas secas y restos de cultivos para fabricar abonos orgánicos de bajo costo. Estos abonos son fundamentales para mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y favorecer el crecimiento de las plantas (UTPL, 2020).

2.2.1.12.1. Fértiplus

Este producto es utilizado principalmente para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento adecuado de cultivos como la arveja variedad Quantum. Es un abono sólido que se aplica mediante abonadoras convencionales, con dosis

recomendadas de entre 500 y 1200 kg por hectárea. Además, el Fertiplus también ofrece aminoácidos y micronutrientes esenciales como magnesio, calcio y hierro, favoreciendo el desarrollo vegetativo y la producción de fruto (Projar S.A, 2021).

Tabla 2. Composición del abono orgánico Fertiplus.

Fertiplus		
Materia seca	Min 88	%
Humedad	Max 12	%
Materia orgánica	65	%
Materia orgánica s.m.s.	75	%
Extracto Húmico total	20	%
Relación C/N	9	
pH	6.5	

2.2.1.12.2. Ferticompost

Ferticompost es un abono orgánico que se utiliza para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de las plantas. Este producto se caracteriza por ser un compost que ofrece una combinación de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales se liberan de manera gradual en el suelo, lo que favorece un desarrollo equilibrado de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo. En cuanto a su aplicación, la dosis recomendada para el cultivo de arveja, específicamente para la variedad Quantum, varía según las características del suelo, pero generalmente se recomienda aplicar entre 5 y 8 toneladas por hectárea, dependiendo de la necesidad de fertilización de la tierra (Projar S.A, 2021).

Tabla 3. Composición del abono orgánico Ferticompost.

Ferticompost	
Materia Orgánica (MO)	40.08%
Electroconductividad (ms/cm)	6.35%
Relación C:N	19:1
Nitrógeno (N)	1.28%
Fosforo (P ₂ O ₅)	1.06%
Potasio (K ₂ O)	2.35%
Calcio (CaO)	2.34%
Magnesio (MgO)	1.01%

2.2.1.12.3 Enmienda negra perla negra

La Enmienda Orgánica Perla Negra es un abono orgánico granular que contiene un 10% de nitrógeno total, con 5% de nitrógeno amoniacal y 5% de nitrógeno úrico. También tiene 5% de óxido de potasio (K₂O), 8.5% de trióxido de azufre (SO₃), y una alta cantidad de ácidos húmicos y fúlvicos (29%), que favorecen el desarrollo vegetativo de las plantas. Su dosis recomendada para cultivos extensivos, como la

arveja variedad Quantum, es de 375 kg/ha. Se presenta en envases de 25 kg y es un abono sólido Projar S.A. (2021).

Tabla 4. *Composición del abono orgánico enmienda negra perla negra.*

Enmienda orgánica perla negra (Max Black Pearl)	
Ácidos Húmicos	25% p/p
Aminoácidos	8% p/p
Nitrógeno (N)	16% p/p
Materia Orgánica	25% p/p

2.2.1.12.4. Roca fosfórica

La roca fosfórica es un fertilizante natural utilizado principalmente para aportar fósforo a los suelos. Su fórmula principal está compuesta por apatita, un mineral de fosfato de calcio. Este fertilizante es particularmente efectivo en suelos ácidos, donde se disuelve lentamente y libera fósforo de manera gradual, favoreciendo el crecimiento de plantas como la arveja variedad Quantum, que requieren este nutriente para la formación de raíces fuertes y el desarrollo de flores y frutos.

Para la arveja variedad Quantum, se recomienda aplicar entre 2 y 3 toneladas por hectárea en suelos ligeros, y hasta 3.5 toneladas por hectárea en suelos más pesados. La presentación de la roca fosfórica generalmente es en forma sólida, y puede ser aplicada directamente al suelo o diluida en agua para ser usada como aderezo. El principal nutriente que la planta absorbe de este abono es el fósforo, esencial para la fotosíntesis y la energía celular (Projar S.A, 2021).

Tabla 5. *Composición de abonos orgánicos roca fosfórica.*

Roca fosfórica	
Fósforo Total (P ₂ O ₅)	30.2%
Calcio Total (CaO)	40.5%
Silicio Total (SiO ₂)	15.6%
Humedad	2.5%
Malla	100

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativa, porque se realizó la recolección de datos relacionados con la variable altura de planta, diámetro de tallo, floración y rendimiento. Estudiándolo estadísticamente con el fin de aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación se realizó a campo abierto, implantando un ensayo con un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), En el cual se evaluó diferentes tratamientos a base de roca fosfórica más fertilización orgánica en el cultivo de arveja y se tomaron datos en las distintas etapas fenológicas del cultivo.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa: La aplicación de roca fosfórica con abonos orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad quantum, aumenta el rendimiento.

Hipótesis nula: La aplicación de roca fosfórica con abonos orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad quantum, no aumenta el rendimiento.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Variable Independiente Aplicación de roca fosfórica con abonos orgánicos.	Dimensión 1: Fertilización orgánica: Fértilplus, Ferticompost y Enmienda orgánica perla negra.	<p>Testigo I Roca fosfórica qq-50Kg Es recomendable aplicar 3000Kg/ha vía edáfica. Se aplicó 4,5Kg por U.E. Dando un total de 216Kg correspondiente a tres aplicaciones en el cultivo.</p> <p>Testigo II Químico 16-16-16 qq-50Kg Es recomendable aplicar 1000Kg/ha vía edáfica. Se aplicó 1,5Kg por U.E. Dando un total de 18Kg correspondiente a tres aplicaciones en el cultivo.</p>	<p>Los abonos se aplicaron tres veces en todo el cultivo. La primera aplicación fue en la siembra, la segunda aplicación en la deshierba efectuada a los 30 dds y la tercera aplicación fue a los 60 días cuando inició la etapa de floración dds.</p>	<p>Libreta de Campo, Balanza en gramos y kilogramos.</p>
	Dimensión 2: Tratamientos/Control	<p>Fértilplus qq-50Kg Es recomendable aplicar 750Kg/ha vía edáfica. Se aplicó 1,13Kg por U.E. Dando un total de 27Kg correspondiente a tres aplicaciones en el cultivo.</p> <p>FertiCompost qq-50Kg Es recomendable aplicar 3000Kg/ha vía edáfica. Se aplicó 4,5Kg por U.E. Dando un total de 108Kg correspondiente a tres aplicaciones en el cultivo.</p> <p>Enmienda orgánica perla negra Saco-25Kg Es recomendable aplicar 375Kg/ha vía edáfica. Se aplicó 0,56Kg por U.E. Dando un total de 13,5Kg correspondiente a tres aplicaciones en el cultivo.</p>		

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Variable Dependiente Desarrollo y rendimiento en el cultivo de arveja.	Altura de planta	Altura medida en centímetros.	La toma de datos se realizó a partir de los 15 días después de la siembra. La medición se ejecutó desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, con la ayuda de la cinta métrica. Se midió a partir de los 15 días después de la siembra.	Cinta métrica, cuaderno y lápiz.
	Diámetro de Tallo	Diámetros en milímetro.	En el cuello de la planta mediante el uso de calibrador o pie de rey, con frecuencia de 15 días.	Observación y análisis investigativo. Calibrador "Pie de rey". Cuaderno y lápiz.
	Floración	Número de flores por planta	Se evaluó la floración a los 60, 75 y 90 días después de la siembra.	Observación y análisis investigativo.
	Rendimiento	Kilogramos/hectárea	Se cosecho a los 97 días después de la siembra en estado tierno y se determinó las unidades en Kg/ha.	Cuaderno y lápiz. Herramienta informática "Excel". Análisis investigativo.
	Análisis económico de los tratamientos	Relación costo/beneficio	Se calcularon los costos de producción por hectárea en Tm/ha. El precio por medio de la venta y utilidad, para al final obtener la relación Costo/Beneficio.	Herramienta informática "Excel".

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

La investigación se llevó a cabo en el cantón Bolívar sector Pistud perteneciente a la provincia del Carchi, ubicado a 4 kilómetros del centro de la ciudad. Estuvo ubicada a una altitud de 2727.7 msnm a coordenadas geográficas de 178327.299E, 57688.309N (zona UTM 18N). El clima de la región presenta una temperatura promedio que oscila entre los 15°C y 25°C. Los suelos del cantón Bolívar se caracterizan por estar compuestos principalmente de cangagua, presentando un pH ligeramente ácido de 6 – 6.5.

3.4.2. Superficie del ensayo

La investigación se desarrolló en una superficie total de 641,25 m², con dimensiones del terreno de 28,5 metros de largo por 22,5 metros de ancho. Los caminos tuvieron una amplitud de 0,5 metros.

3.4.3. Descripción y caracterización del experimento

Se utilizó un Diseño Experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 8 tratamientos y 4 repeticiones. El área de estudio se subdividió en 32 unidades experimentales, cada una con dimensiones de 3 metros de largo por 5 metros de ancho.

3.4.4. Tratamientos empleados

La variable independiente de esta investigación es la aplicación de roca fosfórica combinada con abonos orgánicos. Se llevó a cabo una primera aplicación de los tratamientos el día de la siembra, la segunda aplicación se efectuó durante el deshierbe realizado a los 30 dds y la tercera aplicación al inicio de la floración correspondiente a los 60 dds.

Tabla 6. Tratamientos y Dosificación.

TRATAMIENTOS	ABONOS	DOSIS(Kg/ha)		DESCRIPCION
T1	Roca fosfórica + Fertiplus 4-3-3-65 OM	Kg/ha: 3000	Kg/ha: 750	Todos los tratamientos fueron aplicados de manera edáfica. La primera aplicación se efectuó el día de la siembra, la segunda aplicación se realizó a los 30 días en la deshierba y la tercera aplicación a los 60 días al inicio de la floración dds.
T2	Fertiplus 4-3-3-65 OM	Kg/ha: 750		
T3	Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost	Kg/ha: 3000	Kg/ha: 3000	
T4	Abono orgánico Ferticompost	Kg/ha: 3000		
T5	Roca fosfórica + Enmienda orgánica perla negra	Kg/ha: 3000	Kg/ha: 375	
T6	Enmienda orgánica perla negra	Kg/ha: 375		
T7	Testigo I Roca fosfórica	Kg/ha: 3000		
T8	Testigo II (Químico) 16-16-16	Kg/ha: 1000		

3.4.5. Distribución de tratamientos

El experimento estuvo compuesto por un total de ocho tratamientos distintos y cuatro repeticiones para cada tratamiento, generando un total de 32 unidades experimentales, la separación entre unidades experimentales estuvo determinada por un camino cuya amplitud fue de 0,5 metros.



Figura 1. Distribución de tratamientos

3.4.6. Población y muestra

La población de esta investigación abarcó una superficie de 641,25 m², compuesta por un total de 2880 plantas de arveja (*Pisum sativum L*), variedad Quantum. Esta superficie se subdividió en 32 unidades experimentales, cada una compuesta por 9 surcos. Cada surco con 3 metros de longitud albergaba 10 plantas, resultando un total de 90 plantas por unidad experimental.

La parcela neta estuvo conformada por 8 plantas en estudio, lo que permitió evaluar un total de 256 plantas en cada muestreo seleccionadas al azar. Las variables de respuesta consideradas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, floración y rendimiento. En la Figura 2 se presentan las características de la distribución de las plantas dentro de una unidad experimental.

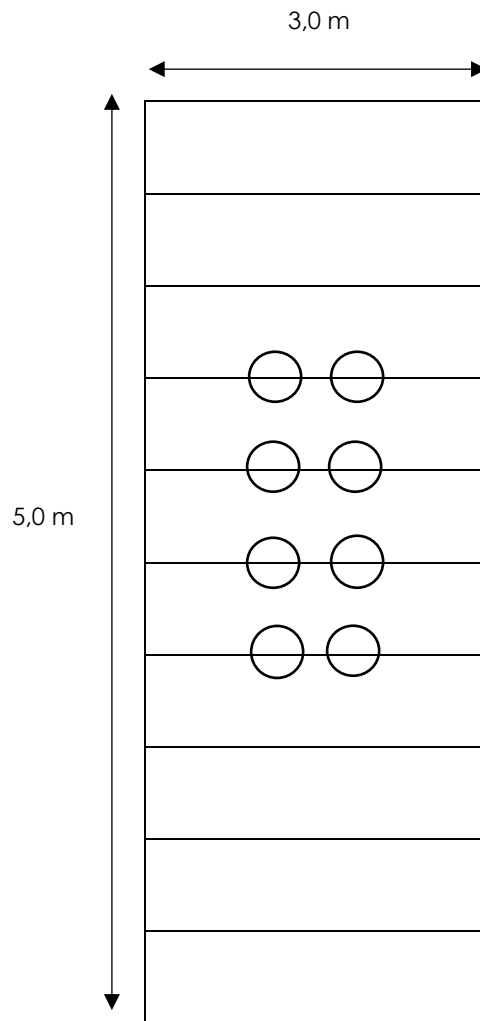


Figura 2. Parcela Neta

3.4.7 Características del ensayo

Tabla 7. Características del ensayo.

Datos del experimento	Dimensiones
Número de tratamientos	Ocho (8)
Número de repeticiones	Cuatro (4)
Número de unidades experimentales	Treinta y dos (32)
Parcela neta	Ocho (8) plantas
Distancia entre Unidades experimentales (Caminos)	0.5 metros
Área total del ensayo	641.25 m ²
Área de la unidad experimental	15 m ²

3.4.8. Análisis Estadístico

En este experimento las pruebas estadísticas que se utilizaron fueron análisis de varianza y prueba de Tukey para identificar las diferencias existentes entre los tratamientos en el experimento. A continuación, se detalla el esquema del análisis de varianza.

Tabla 8. Esquema de ANAVAR.

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
Tratamientos	T-1	9
Bloques	r-1	3
Error Experimental	(T-1) (r-1)	27
Total	Tr-1	39

3.4.8.1. Descripción de la variable dependiente

Se detalla de manera específica la variable dependiente de esta investigación la cual es el desarrollo y rendimiento en el cultivo de arveja. Que para evaluar este componente se detallan las subvariables: Altura de planta, diámetro del tallo, floración, rendimiento e índice costo beneficio en el cultivo de arveja variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos.

Altura de planta: Las mediciones de altura de planta de arveja variedad quantum comenzaron a realizarse a partir de los 15 días después de la siembra, utilizando una cinta métrica para registrar la longitud desde la base de hasta el punto más alto de la planta. Para asegurar la precisión de los datos, se usó una libreta y esfero para anotar cada valor. En total, se realizaron 6 mediciones distribuidas uniformemente durante el cultivo, que tiene una duración aproximada de 3 meses y 7 días.

Diámetro de tallo: Las mediciones del diámetro de tallo de arveja variedad quantum comenzaron a realizarse a partir de los 15 días después de la siembra, utilizando un calibrador o pie de rey para obtener una lectura precisa del diámetro en la base del

tallo. En total, se realizan 6 mediciones a intervalos regulares a lo largo de los 3 meses y 7 días que dura el cultivo.

Floración: La variable floración de la planta de arveja variedad Quantum se evaluó mediante el conteo de flores realizado a los 60 días después de la siembra. Se llevaron a cabo un total de 3 conteos de flores en diferentes etapas de la floración. Para registrar los datos, se utilizó un cuaderno y un esfero, asegurando la precisión en el registro de cada conteo.

Rendimiento: La variable rendimiento en la arveja variedad Quantum se midió mediante el pesaje de la cosecha del fruto medida en kilogramos, realizado a los 97 días después de la siembra. Se efectuó un único conteo para registrar el peso total de la producción, utilizando una balanza para obtener la medida precisa. Los datos fueron anotados en un cuaderno con un esfero para asegurar un registro adecuado de los resultados.

3.4.9. Procedimiento

3.4.9.1. Análisis de suelo

Veinte días antes de la siembra, se efectuó el análisis del suelo. Se recogieron quince submuestras de diferentes zonas del área en un patrón en zigzag, las cuales se colocaron en un recipiente (valde) para ser mezcladas, obteniendo así una muestra compuesta representativa de toda la zona del ensayo. Estas muestras se enviaron a el laboratorio de suelos y aguas de la Universidad Politécnica Salesiana.

3.4.9.2. Dosificación de abonos orgánicos

La dosificación de abonos orgánicos fue realizada y aplicada siguiendo las recomendaciones proporcionadas por las casas comerciales y los ingenieros agrónomos. Estos profesionales establecieron las cantidades adecuadas para optimizar el desarrollo de la planta, garantizando un manejo nutricional acorde a los requerimientos específicos del cultivo.

3.4.10.3. Preparación del terreno

Se realizó la labranza, arando del suelo para aflojarlo, seguido del deshierbe para eliminar malas hierbas y restos de cultivos anteriores, y se finalizó con la nivelación para alisar el suelo y prevenir acumulaciones de agua al momento del riego.

3.4.9.4. Delimitación

Primero se realizó una medición detallada del terreno para determinar sus dimensiones exactas. A continuación, se trazó una piola para dividir el área en caminos y unidades experimentales, asegurando una distribución ordenada. Finalmente, se llevó a cabo la señalización de cada unidad experimental para facilitar su identificación y manejo durante el cultivo.

3.4.9.5. Siembra

Se llevó a cabo la creación de surcos utilizando azadones. Posteriormente, se efectuó la siembra. Cada unidad experimental se organizó con 9 surcos, y en cada surco se sembraron 10 semillas, lo que resultó en una densidad total de 90 plantas por unidad experimental. En conjunto, se cultivaron 2880 plantas en toda el área del ensayo.

3.4.9.6. Aplicación de tratamientos

Se llevaron a cabo tres aplicaciones de los diversos tratamientos a lo largo del cultivo. La primera aplicación se realizó inmediatamente después de la siembra, la segunda a los 30 días y la tercera a los 60 días. Todos los tratamientos se aplicaron de forma edáfica, es decir, directamente al suelo.

3.4.9.7. Deshierba y control fitosanitario

Se llevó a cabo la erradicación de vegetación no deseada, utilizando un azadón para remover plantas que obstaculizan el crecimiento del cultivo; esta tarea se efectuó en dos ocasiones a lo largo del ciclo del cultivo. Además, se aplicaron productos químicos para el manejo de plagas y enfermedades.

3.4.9.8. Cosecha

La cosecha se efectuó a los 97 días después de la siembra en estado de vaina verde. Las muestras obtenidas de cada tratamiento fueron segregadas y pesadas con una balanza en Kilogramos para su análisis estadístico subsiguiente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Altura de planta

A los 15, 30 y 45 días después de la siembra en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica.

Tabla 9. Análisis de varianza de la altura de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 15, 30 y 45 días después de siembra.

FUENTE DE VARIACIÓN	15 dds				30 dds				45 dds				
	SC	GL	CM	F	P-VAL	SC	CM	F	P-VAL	SC	CM	F	P-VAL
TOTAL	1,9	31				3,02				69,6			
TRAT	0,46	7	0,065	1,04	0,432ns	0,97	0,138	1,84	0,131ns	15,43	2,205	1,392	0,260ns
REPETICION	0,13	3	0,042	0,067	0,576ns	0,48	0,161	2,14	0,125ns	20,91	6,97	4,40	0,015*
ERRORES	1,31	21	0,063			1,57	0,075			33,26	1,584		
CV	8,42%					3,31%				5,95%			
PROMEDIO	2,97cm					8,26cm				21,15cm			

Leyenda 1: GL(Grados de libertad), SC (Suma de Cuadrados), CM, (Cuadrado Medio) F (valor de F), P-VAL (p valor), ns (no significativa), ** (diferencia significativa al 1%).

La Tabla 10, muestra el análisis de varianza en la altura de la planta de arveja variedad Quantum a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. A los 15, 30 y 45 días no se observan diferencias estadísticas significativas en las fuentes de variación analizadas, excepto en las repeticiones a los 45 días después de la siembra, donde se encuentra una diferencia significativa al 5%. Los coeficientes de variación son

8,42% a los 15 días, 3,31% a los 30 días y 5,95% a los 45 días, todos por debajo del 10%, que es el rango permitido para este tipo de análisis. Los promedios de altura de la planta son 2,97 cm a los 15 días, 8,26 cm a los 30 días y 21,15 cm a los 45 días después de la siembra.

La Tabla 11, muestra el análisis de varianza de los promedios de altura de planta en el cultivo de arveja para las evaluaciones realizadas a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, el tratamiento que se destacó a los 45 días después de la siembra fue el T5 (RF + Enmienda Orgánica perla negra), con una altura de planta de 22,34 cm.

Tabla 10. *Altura de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 15, 30 y 45 días después de siembra.*

	15dds	30dds	45 dds
TRATAMIENTOS	Medias(cm)	Medias(cm)	Medias(cm)
T1: Roca fosfórica + Fértiplus 4-3-3-65 OM	3,04	7,94	19,88
T2: Fértiplus 4-3-3-65 OM	2,98	8,11	21,34
T3: Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost	2,98	8,19	21,22
T4: Abono orgánico Ferticompost	3,08	8,48	21,84
T5: Roca fosfórica + Enmienda orgánica perla negra	3,12	8,25	22,34
T6: Enmienda orgánica perla negra	3,01	8,37	20,67
T7: Testigo I Roca fosfórica	2,77	8,3	20,89
T8: Testigo II (Químico) 16-16-16	2,79	8,47	21,09
PROMEDIO	2,97cm	8,26cm	21,15cm

4.1.2. Altura de planta

A los 60, 75 y 90 días después de la siembra en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica.

La Tabla 12, muestra el análisis de varianza a la altura de la planta de arveja variedad Quantum a los 60, 75 y 90 días después de la siembra. A los 60 días, no se observan diferencias estadísticas entre tratamientos y repeticiones. A los 75 días, se detecta una diferencia estadísticamente significativa al 5% entre tratamientos, mientras que no se presentan diferencias significativas entre repeticiones. A los 90 días, aunque no hay diferencias estadísticas entre tratamientos, se observa una diferencia significativa al 5% entre repeticiones. Los coeficientes de variación son 2,57% a los 60 días, 1,19% a los 75 días y 1,14 a los 90 dds, todos por debajo del 10%, que es el rango permitido

para este tipo de análisis. Los promedios de altura de la planta son 32,4 cm a los 60 días, 74,89 cm a los 75 días y 83,59 cm a los 90 días después de la siembra.

Tabla 11. Análisis de varianza de la altura de la planta en el cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 Y 90 días después de siembra.

FUENTE DE VARIACIÓN	60 dds				P-VALOR	75 dds				P-VALOR	90 dds			
	SC	GL	CM	F		SC	CM	F	P-VALOR		SC	CM	F	P-VALOR
Total	21,69	31				31,9				33,02				
TRATAMIENTO	5,65	7	0,807	1,162	0,37ns	14,06	2,008	2,515	0,048*	3,26	0,466	0,517	0,811ns	
REPETICIÓN	1,45	3	0,484	0,697	0,564ns	1,07	0,358	0,448	0,721ns	10,85	3,615	4,015	0,021*	
Error	14,59	21	0,695			16,77	0,799			18,91	0,901			
CV %	2,57%					1,19%				1,14%				
PROMEDIO	32,4cm					74,89cm				83,59cm				

Leyenda 2 GI(Grados de libertad), SC (Suma de Cuadrados), CM, (Cuadrado Medio) F (valor de F), P-VAL (p valor), ns (no significativa), *(mayor diferencia significativa al 1%).

La Tabla 13, muestra el análisis de varianza de las evaluaciones realizadas a los 60, 75 y 90 días después de la siembra. El tratamiento que se destacó a los 90 días fue el T3 (Roca Fosfórica + Abono Orgánico Ferticompost), con una altura de planta de 84,31 cm.

Tabla 12. Altura de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 Y 90 días después de siembra.

Tratamientos	60dds	75dds	90dds
	Medias(cm)	Medias(cm)	Medias(cm)
T1: Roca fosfórica + Fértiplus 4-3-3-65 OM	32,1	74,54	83,72
T2: Fértiplus 4-3-3-65 OM	32,03	74,07	83,56
T3: Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost	32,24	75,51	84,31
T4: Abono orgánico Ferticompost	32,54	75,19	83,69
T5: Roca fosfórica + Enmienda orgánica perla negra	31,96	74,23	83,44
T6: Enmienda orgánica perla negra	32,96	75,48	83,5
T7: Testigo I Roca fosfórica	32,23	75,9	83,16
T8: Testigo II (Químico) 16-16-16	33,18	74,22	83,38
PROMEDIO	32,40cm	74,89cm	83,59cm

4.1.3. Diámetro de tallo

A los 15, 30 y 45 días después de la siembra en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica.

La Tabla 14, muestra el análisis de varianza para el diámetro del tallo de la planta de arveja variedad Quantum a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. En cada uno de estos momentos (15, 30 y 45 días), no se observan diferencias estadísticas significativas en los tratamientos ni en las repeticiones. Los coeficientes de variación son 6,96% a los 15 días, 4,34% a los 30 días y 2,66% a los 45 días dds, todos por debajo del 10%, que es el rango permitido para este tipo de análisis. Los promedios del diámetro del tallo son 1,45 mm a los 15 días, 2,46 mm a los 30 días y 3,48 mm a los 45 días después de la siembra.

Tabla 13. Análisis de varianza del diámetro de tallo de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos más roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 15, 30 y 45 días después de siembra.

Fuente de variación	15 dds					30 dds				45 dds			
	SC	GL	CM	F	P-VAL	SC	CM	F	P-VAL	SC	CM	F	P-VAL
Total	0,3	31				0,33				0,27			
TRATAMIENTO	0,05	7	0,007	0,653	0,708ns	0,04	0,005	0,468	0,847ns	0,06	0,008	0,911	0,517ns
REPETICION	0,04	3	0,012	1,151	0,352ns	0,05	0,016	1,404	0,269ns	0,04	0,012	1,359	0,283ns
Error	0,22	21	0,010			0,24	0,011			0,18	0,009		
CV	6,96%					4,34%				2,66%			
PROMEDIO	1,45mm					2,46mm				3,48mm			

Leyenda 3 GI(Grados de libertad), SC (Suma de Cuadrados), CM, (Cuadrado Medio) F (valor de F), P-VAL (p valor), ns (no significativa), ** (mayor diferencia significativa al 1%).

La Tabla 15, muestra los promedios para el diámetro del tallo en el cultivo de arveja variedad quantum a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. El tratamiento que se destacó a los 45 días fue el T8=Testigo II 16-16-16, con un diámetro de tallo de 3,56 mm después de la siembra.

Tabla 14. Diámetro de tallo de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

	15 dds	30 dds	45 dds
Tratamientos	Medias(mm)	Medias(mm)	Medias(mm)
T1: Roca fosfórica + Fértiplus 4-3-3-65 OM	1,44	2,44	3,44
T2: Fértiplus 4-3-3-65 OM	1,44	2,44	3,5
T3: Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost	1,53	2,53	3,54
T4: Abono orgánico Ferticompost	1,5	2,5	3,47
T5: Roca fosfórica + Enmienda orgánica perla negra	1,44	2,44	3,44
T6: Enmienda orgánica perla negra	1,47	2,47	3,47
T7: Testigo I Roca fosfórica	1,41	2,44	3,47
T8: Testigo II (Químico) 16-16-16	1,44	2,44	3,56
PROMEDIO	1,45mm	2,46mm	3,48mm

4.1.4. Diámetro de tallo

A los 60, 75 y 90 días después de la siembra en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica.

Tabla 15. Análisis de varianza del diámetro de tallo de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 y 90 días después de siembra.

Fuente de variación	60 dds					75 dds				90 dds			
	SC	GL	CM	F	P-VAL	SC	CM	F	P-VAL	SC	CM	F	P-VAL
Total	0,45	31				0,3				0,3			
TRATAMIENTO	0,09	7	0,013	0,787	0,606ns	0,11	0,016	2,120	0,086ns	0,11	0,016	2,120	0,086ns
REPETICION	0,01	3	0,003	0,197	0,897ns	0,02	0,007	0,912	0,452ns	0,02	0,007	0,912	0,452ns
Error	0,35	21	0,016			0,16	0,008			0,16	0,008		
CV	2,86%					1,59%				1,59%			
PROMEDIO	4,48mm					5,5mm				5,5mm			

La Tabla 16, muestra el análisis de varianza para el diámetro del tallo de la arveja variedad Quantum a los 60, 75 y 90 días después de la siembra. A lo largo de estos períodos, no se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ni entre las repeticiones. Los coeficientes de variación son 2,86% a los 60 días, 1,59% a los 75 días y 1,59% a los 90 días dds, todos por debajo del 10%, que es el límite permitido para este tipo de análisis. Los promedios del diámetro del tallo son 4,48 mm a los 60 días, 5,50 mm a los 75 días y 5,50 mm a los 90 días después de la siembra.

Tabla 16. Diámetro de tallo de la planta en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos y roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 y 90 días después de siembra.

Tratamientos	60 dds	75 dds	90 dds
	Medias(mm)	Medias(mm)	Medias(mm)
T1: Roca fosfórica + Fértiplus 4-3-3-65 OM	4,56	5,54	5,54
T2: Fértiplus 4-3-3-65 OM	4,47	5,5	5,5
T3: Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost	4,47	5,44	5,54
T4: Abono orgánico Ferticompost	4,5	5,47	5,47
T5: Roca fosfórica + Enmienda orgánica perla negra	4,53	5,6	5,6
T6: Enmienda orgánica perla negra	4,47	5,6	5,6
T7: Testigo I Roca fosfórica	4,53	5,47	5,47
T8: Testigo II (Químico) 16-16-16	4,38	5,44	5,44
PROMEDIO	4,48mm	5,50mm	5,50mm

La Tabla 17, muestra los promedios para el diámetro del tallo en el cultivo de arveja variedad quantum a los 60, 75 y 90 días después de la siembra. Los tratamientos que sobresalieron a los 90 días fueron T5 (Roca fosfórica + Enmienda Orgánica Perla Negra) y T6 (Enmienda Orgánica Perla Negra), ambos con un diámetro de tallo de 5,60 mm después de la siembra.

4.1.5. Floración

A los 60, 75 Y 90 días después de la siembra en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica.

La Tabla 18, muestra el análisis de varianza para la floración de la arveja variedad Quantum a los 60, 75 y 90 días después de la siembra. A los 60 días, se observaron diferencias estadísticas significativas al 5% en los tratamientos y al 1% en las repeticiones. A los 75 días, no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos y repeticiones. A los 90 días, aunque no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, sí se observaron diferencias significativas al 5% en las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron 6,95% a los 60 días, 5,85% a los 75 días y 9,17% a los 90 días, todos por debajo del 10%, que es el rango permitido para este tipo de análisis. Los promedios para la floración fueron 6,2 flores por planta a los 60 días, 16,61 flores por planta a los 75 días y 6,74 flores por planta a los 90 días después de la siembra.

Tabla 17. Análisis de varianza para la floración en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos y roca fosforica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 y 90 días después de siembra.

Fuente de variación	60 dds					75 dds				90 dds			
	SC	GL	CM	F	P-VAL	SC	CM	F	P-VAL	SC	CM	F	P-VAL
Total	15,46	31				26,26				14,63			
TRATAMIENTO	4	7	0,571	3,071	0,022*	1,39	0,199	0,210	0,979ns	1,94	0,277	0,724	0,653ns
REPETICION	7,56	3	2,520	13,551	0,00 **	5,01	1,670	1,766	0,185ns	4,67	1,555	4,068	0,02*
Error	3,91	21	0,186			19,86	0,946			8,03	0,382		
CV	6,95%					5,85%				9,17%			
PROMEDIO	6,2fl/pt					16,61fl/pt				6,74fl/pt			

La Tabla 19, muestra la prueba de Tukey para floración y se observa que a los 60 días después de la siembra los tratamientos de rango A son: T1 (Roca fosfórica + Fértiplus 4-3-3), T2 (Fértiplus 4-3-3) Y T3 (Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost). Rango AB son: T4 (Abono orgánico Ferticompost), T5 (Roca fosfórica + enmienda orgánica perla negra), T6 (enmienda orgánica perla negra) Y T7 (Testigo I Roca fosfórica). Y rango B T8 (Testigo II 16-16-16).

Tabla 18. Prueba de Tukey para la floración en el cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos y roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 60, 75 y 90 días después de siembra.

Tratamiento	60 dds		75 dds		90 dds		
	Medias(fl/pt)	Rango	Rango	Medias(fl/pt)	Rango	Medias(fl/pt)	Rango
T1: Roca fosfórica + Fértiplus 4-3-3-65 OM	5,91	A		16,63	A	6,54	A
T2: Fértiplus 4-3-3-65 OM	5,85	A		16,79	A	6,28	A
T3: Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost	5,88	A		16,38	A	7,06	A
T4: Abono orgánico Ferticompost	6,28	A	B	16,44	A	6,66	A
T5: Roca fosfórica + Enmienda orgánica perla negra	6,16	A	B	17,03	A	6,97	A
T6: Enmienda orgánica perla negra	6,19	A	B	16,63	A	6,91	A
T7: Testigo I Roca fosfórica	6,38	A	B	16,63	A	6,63	A
T8: Testigo II (Químico) 16-16-16	7		B	16,38	A	6,91	A
PROMEDIO	6,20fl/pt			16,61fl/pt		6,74fl/pt	

Leyenda 6 fl/pt (Flores por planta).

4.1.6. Rendimiento

La planta en estado tierno (fruto verde) a los 97 días después de la siembra en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica.

La Tabla 20, muestra el análisis de varianza para rendimiento de arveja variedad Quantum a los 97 días después de la siembra. Indicando que no existen diferencias estadísticas al 5% tanto para tratamientos y repeticiones. El coeficiente de variación fue de 3,08% y un promedio de 20,04 Tm/ha.

Tabla 19. *Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de arveja variedad quantum en estado tierno (vaina verde) utilizando abonos orgánicos y roca fosfórica, en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi a los 97 días después de siembra.*

Fuente de variación	97 dds/Cosecha				
	SC	GL	CM	F	P-VAL
Total	29,27	31			
TRATAMIENTO	11,27	7	1,61	1,884	0,124ns
REPETICION	0,04	3	0,015	0,018	0,997ns
Error	17,95	21	0,855		
CV	3,08%				
PROMEDIO	20,04T/ha				

Leyenda 7 GI(Grados de libertad), SC (Suma de Cuadrados), CM, (Cuadrado Medio) F (valor de F), P-VAL (p valor), ns (no significativa), *(mayor diferencia significativa al 5%), *(mayor diferencia significativa al 1%).

La tabla 21, muestra el rendimiento del cultivo de arveja variedad quantum el cual los tratamientos no tienen diferencias estadísticas. El tratamiento que destaco para rendimiento fue el T4 (Abono orgánico Ferticompost) con 20,85 T/ha, seguido del T2 (Fértilplus 4-3-3-65 OM) con 20,25T/ha y finalizando el T8 (Abono Químico testigo II mezcla química 16-16-16) obtuvo 20,16T/ha.

Tabla 20. Rendimiento total a los 97dds en el desarrollo del cultivo de arveja variedad quantum, utilizando abonos orgánicos y roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi.

97 dds/Cosecha		
Tratamiento	Medias	Rango
T1: Roca fosfórica + Fértiplus 4-3-3-65 OM	30,12	A
T2: Fértiplus 4-3-3-65 OM	30,38	A
T3: Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost	29,82	A
T4: Abono orgánico Ferticompost	31,27	A
T5: Roca fosfórica + Enmienda orgánica perla negra	29,53	A
T6: Enmienda orgánica perla negra	29,13	A
T7: Testigo I Roca fosfórica	30,02	A
T8: Testigo II (Químico) 16-16-16	30,23	A
PROMEDIO	20,04 T/ha	

4.1.7 Índice costo beneficio

En el cultivo de arveja variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi.

El análisis de costo-beneficio muestra que el T6 (Enmienda orgánica perla negra) es la mejor opción, con una inversión baja de \$3430,83 y una relación costo-beneficio de \$1,26, lo que lo convierte en el tratamiento más rentable. En segundo lugar, el T2 (Fertiplus 4-3-3-65 OM), con un costo de \$3635,83 y un costo-beneficio de \$1,23, también es una alternativa altamente eficiente. Ambos destacan por no incluir roca fosfórica, lo que reduce significativamente los costos sin comprometer los beneficios. Sin embargo, entre los tratamientos que sí utilizan roca fosfórica, el mejor resultado lo obtuvo el T7 (Roca fosfórica), con un costo de \$5345,21 y un costo-beneficio de \$0,50, aunque su rentabilidad es considerablemente menor. Estos resultados resaltan la ventaja económica de prescindir de la roca fosfórica para optimizar los costos y maximizar los beneficios.

Tabla 21. Relación costo beneficio en el cultivo de arveja variedad quantum bajo el efecto de abonos orgánicos y roca fosfórica.

Tratamientos	Tratamiento	Costo Total del tratamiento	Rendimiento Tm/ha	Precio de venta 20\$/Tm	Venta \$	Utilidad neta	Costo Beneficio
Roca fosfórica + Fértiplus 4-3-3-65 OM	T1	5724,72	20,08	400,00	8032,67	2307,94	0,40
Fértiplus 4-3-3-65 OM	T2	3635,83	20,25	400,00	8100,00	4464,17	1,23
Roca fosfórica + Abono orgánico Ferticompost	T3	5846,41	19,88	400,00	7952,00	2105,59	0,36
Abono orgánico Ferticompost	T4	3810,33	20,85	400,00	8339,33	4529,01	1,19
Roca fosfórica + Enmienda orgánica perla negra	T5	5548,65	19,69	400,00	7874,67	2326,02	0,42
Enmienda orgánica perla negra	T6	3430,83	19,42	400,00	7766,67	4335,84	1,26
Testigo I Roca fosfórica	T7	5345,21	20,01	400,00	8005,33	2660,12	0,50
Testigo II (Mezcla Química) 16-16-16	T8	3954,67	20,16	400,00	8062,67	4107,99	1,04

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las evaluaciones de altura de planta del cultivo de arveja quantum muestran que, en las primeras etapas de desarrollo (15, 30 y 45 días después de la siembra), el T5 (Roca fosfórica + Enmienda Orgánica Perla Negra) se destacó a los 45 días con una altura promedio de 22,34 cm, evidenciando una respuesta favorable en las etapas iniciales de crecimiento. En contraste, en las evaluaciones realizadas en etapas más avanzadas del cultivo (60, 75 y 90 días después de la siembra), el T3 (Roca Fosfórica + Abono Orgánico Ferticompost) sobresalió a los 90 días con una altura de planta de 84,31 cm, mostrando un efecto más pronunciado en el desarrollo tardío del cultivo. Esto sugiere que diferentes combinaciones de insumos pueden influir de manera diferenciada en las etapas iniciales y finales del crecimiento de las plantas.

Los resultados logrados para el diámetro del tallo en el cultivo de arveja variedad quantum indican que, durante las etapas iniciales de desarrollo (15, 30 y 45 días después de la siembra), el T8 (Testigo II mezcla química 16-16-16) presentó el mejor desempeño, destacándose a los 45 días con un diámetro de tallo de 3,56 mm, lo que sugiere una respuesta favorable a este manejo nutricional en las primeras fases del crecimiento. En las etapas más avanzadas (60, 75 y 90 días después de la siembra), los tratamientos T5 (Roca Fosfórica + Enmienda Orgánica Perla Negra) y T6 (Enmienda Orgánica Perla Negra) sobresalieron a los 90 días, alcanzando ambos un diámetro de tallo de 5,60 mm. Estos resultados reflejan que diferentes tratamientos influyen en el desarrollo estructural de la planta dependiendo de la etapa de crecimiento, con efectos diferenciados entre el manejo químico y orgánico.

Los resultados de floración en el cultivo de arveja quantum a los 60, 75 y 90 días después de la siembra evidencian diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. A los 60 días, los tratamientos clasificados en el rango A, como T1 (Roca Fosfórica + Fértiplus 4-3-3), T2 (Fértiplus 4-3-3) y T3 (Roca Fosfórica + Abono Orgánico Ferticompost), mostraron un desempeño superior, destacándose por promover una floración más temprana y abundante. En el rango AB se ubicaron los tratamientos T4 (Abono Orgánico Ferticompost), T5 (Roca Fosfórica + Enmienda Orgánica Perla Negra), T6 (Enmienda Orgánica Perla Negra) y T7 (Testigo I Roca Fosfórica), que tuvieron un desempeño intermedio. Finalmente, el rango B correspondió al tratamiento T8 (Testigo II 16-16-16), con los resultados más bajos en esta etapa. Estos

datos reflejan la influencia de los diferentes tratamientos en la dinámica de floración, destacando el papel de los insumos orgánicos y fosfóricos en favorecer este proceso clave del desarrollo del cultivo.

Los resultados de rendimiento a los 97 días después de la siembra del cultivo de arveja variedad quantum muestran que, aunque no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, el T4 (Abono Orgánico Ferticompost) destacó con un rendimiento promedio de 20,85 T/ha, seguido de cerca por el T2 (Fértiplus 4-3-3-65 OM), que alcanzó 20,25 T/ha y finalizando con el T8 (testigo II Abono mezcla química 16-16-16) obtuvo 20,16T/ha. Estos resultados sugieren que el manejo orgánico con énfasis en insumos como Ferticompost y Fértiplus puede ofrecer rendimientos competitivos, favoreciendo la productividad del cultivo, aunque no se evidenció una ventaja estadística clara frente a los demás tratamientos. Esto resalta la necesidad de considerar otros factores complementarios, como las condiciones de manejo y el entorno, para optimizar la producción.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En el cultivo de arveja variedad quantum, los tratamientos aplicados a base de abonos orgánicos con roca fosfórica no tuvieron diferencias estadísticas significativas en la variable respuesta rendimiento.
- La aplicación de roca fosfórica en el cultivo de arveja no mostró efectos significativos, ya que no mejoró ni disminuyó el rendimiento del cultivo bajo las condiciones evaluadas.
- El tratamiento T4, basado en la aplicación de abono orgánico Ferticompost, se destacó como el más eficiente al optimizar el rendimiento del cultivo con una producción de 20,85 t/ha. Además, evidenció el índice beneficio-costo más favorable, generando un retorno de 1,28 por cada dólar invertido. Estos resultados resaltan tanto la productividad como la rentabilidad de dicho tratamiento en el cultivo de arveja.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar otros factores o combinaciones de insumos que puedan influir en el rendimiento del cultivo de arveja variedad Quantum.
- Se sugiere reconsiderar la aplicación de roca fosfórica en este cultivo, ya que no mostró beneficios bajo las condiciones estudiadas.
- Se recomienda la implementación del tratamiento T4 con abono orgánico Ferticompost, ya que mejora la producción del cultivo, alcanzando 20,85 t/ha, y garantiza una alta rentabilidad, con un retorno de 1,28 dólares por cada dólar invertido.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baca, J., Fernández, L., & Ramos, C. (2021). Efecto de abonos orgánicos en la productividad y calidad del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L). *Revista de Agroecología y Desarrollo Sostenible*, 9(3), 45-58.
- Camarena, F., & Huaranga, J. (2021). "Requerimientos edafoclimáticos de *Pisum sativum* en la región andina." 1Library.
- CIRAD (2023). Evaluation of Pea Nutritional Qualities and Agroecological Benefits. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.
- CIRAD (2023). Root Rot Management in Pulses.
- Condori, S. C. M. (2018). Universidad Nacional De San. Universidad Nacional de San Martín, 1, 1–125. <https://repositorio.unsa.edu.pe/bitstreams/d3e56e4f-fc6e-47d4-b094-afb3fc67598f/download#:~:text=Los factores extrínsecos más importantes,temperatura y composición del medio.&text=Los microorganismos necesitan de agua,a otras moléculas del alimento.>
- EOS Data Analytics (2022). Crop Nutrient Management for Sustainable Pea Cultivation. EOS.
- EPA (2021). Agricultural pesticide impacts on soil and crop sustainability. United States Environmental Protection Agency.
- FAO (2021). World pea production and market trends. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fertimax S.A. de C.V. (2024). Ficha técnica Triple 16 (16-16-16).
- Hirzel, C., & Matus, T. (2011). Fertilización del cultivo de arveja. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- INIA (2022). Requerimientos nutricionales en el cultivo de arveja. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Producción agrícola en la provincia del Carchi. Quito, Ecuador.
- Introdutorio, C. (2018). Rocas fosfóricas. Capítulo Introdutorio. January.
- Life Seed (2021). Ficha técnica de la arveja Quantum.
- Life Seed (2021). Ficha técnica de enfermedades en cultivos hortícolas.

- Mata, E. (2022). Universidad Técnica de Cotopaxi UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI. In Sistema Biodigestor.
- Mayte, E., Patrón, M., César, I., & Toledo, R. B. (2020). "Evaluación del efecto de tres tipos de compost en el desarrollo fenológico del cultivo de cebolla perla (*Allium cepa* L.) en el cantón Mocache, Los Ríos. 71.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2022). Informe anual de producción agrícola en Ecuador. Quito, Ecuador.
- Palacio-Bielsa, A., Cambra, M. A., Cubero, J., Rossello, M., & Lopez, M. (2014). Mancha bacteriana de los frutales de huesco y del almendro (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*), una grave enfermedad emergente en España. *Phytoma-España*, 259(May 2016), 36–40.
- Peralta-Antonio, N., de Freitas, G., Watthier, M., & Silva Santos, R. H. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de *br\text{threesuperiorcolis. Idesia (Arica), 37, 59–66.*
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292019000200059&nrm=iso
- Projar S.A. (2021). Fertiplus abono orgánico.
- Rosero, C. (2018). Evaluación de las pérdidas postcosecha en la leguminosa arveja (*Pisum sativum*) que se comercializa en el cantón Bolívar. *SATHIRI*, 97.
<https://doi.org/10.32645/13906925.213>
- Rosero, J. (2018). Impacto y manejo de la mancha bacteriana en cultivos de arveja. *Revista Agrícola*.
- Universidad Técnica Particular de Loja (2020). Uso de abonos orgánicos en la agricultura sostenible de Ecuador.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	TIPAZ LAGOS BRAYAN ALEXANDER	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0450071337
PERIODO ACADÉMICO:	2025 A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER	DOCENTE TUTOR:	MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID
DOCENTE:	MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO		
TEMA DEL TIC:	Evaluación de la aplicación de roca fosfórica con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) variedad quantum en el sector Pistud, cantón Bolívar, provincia del Carchi		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,17	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,17	
3	METODOLOGÍA	8,17	
4	RESULTADOS	8,17	
5	DISCUSIÓN	8,17	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,17	Redactar las conclusiones en función a los orjetivos de estudio.
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,17	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,17	

Obteniendo una nota de: 8,17 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 25 de febrero de 2025

MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID
DOCENTE TUTOR

MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Tipaz Lagos Brayan Alexander

Fecha de recepción del abstract: Miércoles, 19 de marzo de 2025

Fecha de entrega del informe: Miércoles, 19 de marzo de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Análisis de suelo

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario	Unidad	NELLY ORTEGA LSA23 321	NIVELES SUFICIENTES (*)	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de laboratorio Parámetros				
Potencial Hidrógeno	U pH	7,53	6,5 - 6,9	SM 4500-H+ A y 4500-H+ B [3]
Conductividad Eléctrica	mS/cm	0,23	0,5 - 1,5	ELECTRÓNICO MYRON [3]
Materia Orgánica	%	0,85	3,3 - 4,8	WALKLEY-BACK
Azufre	mg/kg (S)	65,02	11,0 - 80,0	SM 4500-SO4 E [3]
Nitratos	mg/kg (NO3)	42,36	400,0-500,0	SM 4500 NO3 C [3]
Fósforo	mg/kg (P)	4,99	16,0 - 80,0	SM 4500-P E [1]
Potasio	meq/100g (K)	1,38	2,0 - 3,1	SM 3111-B [2]
Calcio	meq/100g (Ca)	14,10	5,2 - 10,1	SM 3111-B [2]
Magnesio	meq/100g (Mg)	5,41	3,1 - 5,1	SM 3111-B [2]
Sodio	meq/100g (Na)	0,57	< 2,0	SM 3111-B [2]
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g (CIC)	21,21	11,0 - 280,0	CÁLCULO SM 3111-B [2]
Hierro	mg/kg (Fe)	11,39	9,1 - 12,0	SM 3111-B [3]
Cobre	mg/kg (Cu)	< 0,02	0,8 - 1,2	SM 3111-B [3]
Manganeso	mg/kg (Mn)	0,82	7,1 - 12,0	SM 3111-B [3]
Zinc	mg/kg (Zn)	2,59	4,1 - 9,5	SM 3111-B [3]
Boro	mg/kg (B)	0,31	1,1 - 2,0	SM 4500-B [3]
Arena	%	58,00	N.A.	PIPETA ROBINSON; Boul, SW, 1973
Limo	%	26,00	N.A.	PIPETA ROBINSON; Boul, SW, 1973
Arcilla	%	16,00	N.A.	PIPETA ROBINSON; Boul, SW, 1973

DATOS ADICIONALES:

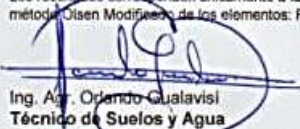
U pH: unidades; mS/cm: milisiemens por centímetro; mg/kg: miligramos por kilogramo; %: porcentaje; meq/100g: miliequivalentes cada cien gramos; N.A.: no aplica; * fuera del rango de medición LSA;

[1] Olsen Modificado (asimilables); [2] Acetato Amonio (intercambiables); [3] agua destilada (relación agua-suelo (1:2));

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th Edition, 2012 -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. "APHA";

Observaciones

Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) por el CLIENTE. Si precisa el reporte de las muestras por el método Olsen Modificado de los elementos: Fe, Mn, Cu, Zn, favor solicitar anticipadamente el personal LSA;


Ing. Agr. Orlando Qualavisi
Técnico de Suelos y Agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA



Anexo 4. Evidencia de recolección de datos



Figura 3. Medición y señalización



Figura 4. Siembra de arveja Var. Quantum

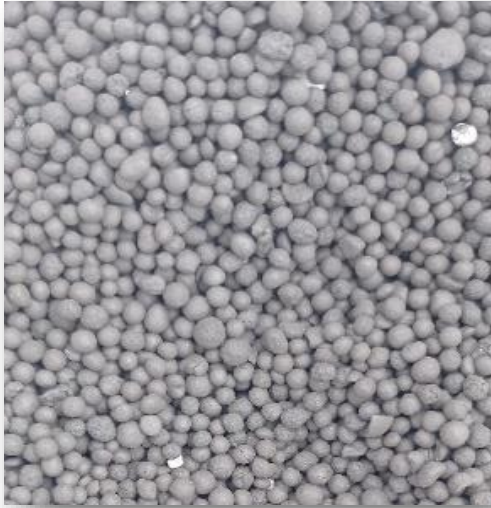


Figura 5. A enmienda perla negra



Figura 8. B Fertuplus



Figura 7.C Ferticompost



Figura 6. D Roca fosfórica



Figura 9. Testigo químico 16-16-16



Figura 10. Fumigación



Figura 11. Toma de datos de variables