



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**“SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE LA ROCA
FOSFÓRICA EN LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA DE LA
PROVINCIA DE UTCUBAMBA, 2018”**

Autor: Bach. Jhon Anthony Sánchez Cieza

Asesor: Dr. Juan Manuel Garay Román

Co-asesor: MsC. Miguel Ángel García Torres

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS - AMAZONAS

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**“SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE LA ROCA
FOSFÓRICA EN LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA DE LA
PROVINCIA DE UTCUBAMBA, 2018”**

Autor: Bach. Jhon Anthony Sánchez Cieza

Asesor: Dr. Juan Manuel Garay Román

Co-asesor: MsC. Miguel Ángel García Torres

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS - AMAZONAS

2019

DEDICATORIA

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy, para mis padres por todo su apoyo, incondicional, consejos comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores y mis objetivos.

Gracias también a mis queridos compañeros, que me apoyaron en todos momentos de mi carrera profesional de Ingeniería Ambiental.

Jhon Anthony Sánchez Cieza

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y guiar mi caminar por el sendero de la vida.

A mis padres por su apoyo incondicional durante mi etapa de realización profesional, por enseñarme que todos los ciclos deben cerrarse y nuevos caminos deben emprenderse en este corto respiro que es la vida.

A mi asesor Dr. Juan Manuel Garay Román, a mi co-asesor Ms.C. Miguel Ángel García Torres y a los docentes de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por la orientación y tiempo dedicados en la ejecución del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y especialmente a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

A todas las demás personas que hicieron posible la realización de la presente tesis.

Jhon Anthony Sánchez Cieza

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui
Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón
Vice Rector Académico

Dra. Flor Teresa García Huamán
Vicerrectora de Investigación

MsC. Edwin Adolfo Díaz Ortiz
Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Dr. Juan Manuel Garay Román, identificado con el DNI N° 17808601, con domicilio Mariscal Castilla s/n – Jaén. Ingeniero Químico, con colegiatura N° 29255, docente principal de la Universidad Nacional de Jaén.

DOY VISTO BUENO, a la tesis titulada:

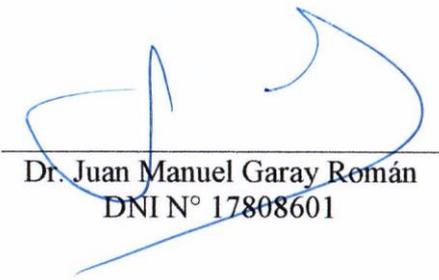
“SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE LA ROCA FOSFÓRICA EN LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE UTCUBAMBA, 2018”

Que estuvo conducida por el bachiller de Ingeniería Ambiental: Bach. Jhon Anthony Sánchez Cieza para optar el título de Ingeniero Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

POR LO TANTO

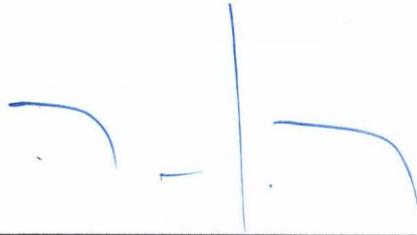
Procedo a firmar la presente para constancia.

Chachapoyas, setiembre 2019

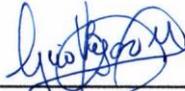


Dr. Juan Manuel Garay Román
DNI N° 17808601

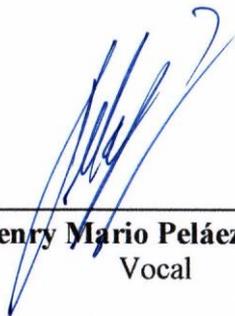
JURADO EVALUADOR



Dr. Manuel Emilio Milla Pino
Presidente



Ms.C. Gino Alfredo Vergara Medina
Secretario



Ms.C. Henry Mario Peláez Rodríguez
Vocal



ANEXO 3-K

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo JHON ANTHONY SÁNCHEZ CIEZA
identificado con DNI N° 71069765 Estudiante ()/Egresado () de la Escuela Profesional de
INGENIERIA AMBIENTAL de la Facultad de:
Ingeniería Civil y Ambiental
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: Sustentabilidad ambiental de la roca
Posfórica en la actividad agrícola de la provincia de
Ucubamba, 2018

que presento para
obtener el Título Profesional de: Ingeniero Ambiental

2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 20 de Agosto de 2019


Firma del(a) tesista

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Autoridades universitarias	v
Visto bueno del asesor	vi
Jurado evaluador	vii
Índice.....	x
Resumen	xiv
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCION	16
II. MATERIAL Y METODOS	19
2.1 Diseño de la investigación	19
2.2 Población, muestra y muestreo	20
2.2.1 Población	20
a.- Criterios sobre la selección del área	20
b.- Cartografía	21
c.- Datos cartográficos	21
d.- Homogeneidad	21
e.- EMC de los datos	21
f.- Superposición de datos cartográficos	21
2.2.2 Muestra	21
2.2.3 Muestreo	21
2.3 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento	22
2.3.1 Metodología	22
a.- Fertilización con superfosfato triple	26
b.- Fertilización con roca fosfórica	27
c.- Abonamiento con guano de isla	27
2.3.2 Metodología para la sustentabilidad ambiental	33
2.3.3 Criterios a evaluar de la sustentabilidad ambiental	34
a.- Criterio ecológico	34

b.- Criterio inter generacional	34
c.- Criterio económico	34
III. RESULTADOS	36
3.1 Mapas descriptivos del área de estudio: Alto Perú	36
3.1.1. Entorno físico natural	
3.1.2. Clima: Húmedo y templado cálido (B3 B'3)	36
3.1.3. Geología	36
3.1.4. Zonas de vida: Bosque húmedo montano bajo tropical	36
3.1.5. Ecología: Bosque montano de yunga	36
3.2 Contraste estadístico entre la roca fosfórica y el superfosfato triple	53
3.3 Tratamiento estadístico	55
3.4 Sustentabilidad ambiental del proyecto	57
a.- Criterio ecológico	57
b.- Criterio inter generacional	57
c.- Criterio económico	58
IV. DISCUSIÓN	59
V. CONCLUSIONES	61
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

ANEXOS

Anexo N° 01: Ficha técnica: Superfosfato triple 0-46-0.

Anexo N° 02: Ficha técnica: Guano de isla – Agro rural – MINAGRI.

Anexo N° 03: Ficha técnica: Roca fosfórica.

Anexo N° 04: Ficha técnica: Algafol Fósforo (abono foliar).

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Fertilización en cada vivero	29
Tabla N° 2. Vivero 3, suelo sin abono	43
Tabla N° 3. Vivero 2, suelo con roca fosfórica	44
Tabla N° 4. Vivero 1, suelo con súper fosfato triple	45
Tabla N° 5. Vivero 3, suelo sin abono	46
Tabla N° 6. Vivero 2, suelo con roca fosfórica	47
Tabla N° 7. Vivero 1, suelo con súper fosfato triple	48
Tabla N° 8. Comparación de plántones al final del experimento: SA	49
Tabla N° 9. Comparación de plántones al final del experimento: RF	50
Tabla N° 10. Comparación de plántones al final del experimento: SFT	51
Tabla N° 11. Comparación final de los plántones de café	52
Tabla N° 12. Desviación típica	55
Tabla N° 13. Resumen del procesamiento de los casos	55
Tabla N° 14. Determinación de la media de la roca fosfórica	55
Tabla N° 15. Determinación de la media del SFT	56
Tabla N° 16. Prueba T, para la RF y SFT	56
Tabla N° 17. Prueba para una muestra	56
Tabla N° 18. ANOVA de la RF y SFT	56

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1.</i> Ubicación del área de estudio: Alto Perú, Utcubamba	22
<i>Figura N° 2.</i> Actividades de limpieza del área de estudio	23
<i>Figura N° 3.</i> Ubicación de hitos del área de estudio	23
<i>Figura N° 4.</i> Señalización del área de viveros	24
<i>Figura N° 5.</i> Caracterización de los plántones de café	25
<i>Figura N° 6.</i> Siembra de los plántones de café	26
<i>Figura N° 7.</i> Bolsa del superfosfato triple utilizado	26
<i>Figura N° 8.</i> Bolsa de roca fosfórica utilizado	27
<i>Figura N° 9.</i> Bolsa de guano de isla utilizado	27
<i>Figura N° 10.</i> Primera fertilización foliar	30
<i>Figura N° 11.</i> Segunda fertilización foliar	30
<i>Figura N° 12.</i> Evaluación física a los 10 días	31
<i>Figura N° 13.</i> Evaluación física a los 30 días	31
<i>Figura N° 14.</i> Desarraigo de los plántones al cabo de 75 días	32
<i>Figura N° 15.</i> Desarraigo de los plántones al cabo de 75 días	32
<i>Figura N° 16.</i> Medición de las masas radiculares	33
<i>Figura N° 17.</i> Separación por corte de las masas radiculares	33
<i>Figura N° 18.</i> Mapa de ubicación del área de estudio	37
<i>Figura N° 19.</i> Mapa base del área de estudio	38
<i>Figura N° 20.</i> Mapa del clima del área de estudio	39
<i>Figura N° 21.</i> Mapa geológico del área de estudio	40
<i>Figura N° 22.</i> Mapa zonas de vida del área de estudio	41
<i>Figura N° 23.</i> Mapa ecosistemas del área de estudio	42
<i>Figura N° 24.</i> Comparación de altura según fertilizante utilizado	53
<i>Figura N° 25.</i> Comparación de altura según fertilizante utilizado	53
<i>Figura N° 26.</i> Comparación del peso de la raíz (gramos)	54

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la localidad de Alto Perú, en la provincia de Utcubamba, región Amazonas. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas UTM 781710 E y 9346143 N. Se señaló para la ejecución del proyecto una superficie de 2 has (dos hectáreas), con un piso altitudinal de 1850 m.s.n.m. este piso ecológico fue ideal para el cultivo de café, denominado café de altura por las bondades del grano. El crecimiento longitudinal (altura) de plántones de café, mostró una diferencia entre los plántones de los viveros. Los plántones que no recibieron fertilización con fosfatos en el suelo alcanzaron una altura promedio de 26.5 cm. En cambio, con roca fosfórica y guano de isla consiguieron una altura promedio de 40.1 cm y los plántones fertilizados con superfosfato triple alcanzaron una altura promedio de 38.7 cm. En cuanto al peso de la matriz radicular, los plántones sin fertilización en suelo alcanzaron un peso promedio de 1.5 gr; los plántones con roca fosfórica alcanzaron un peso promedio de 6.8 gr; y finalmente, los plántones con superfosfato triple alcanzaron 6.4 gr de peso. Respecto al número de hojas en los tres viveros, esta variable no marcó diferencia nítida entre ellos. De forma similar se observó al medir la profundidad de la raíz de los plántones en los tres viveros. En cuanto al diámetro de los tallos, se puede concluir que en los tres casos el diámetro aumentó considerablemente. En conclusión, cuando se utilizó una fertilización orgánica como fue la mezcla de roca fosfórica y guano de isla, se alcanzaron mejores resultados de altura longitudinal y peso de la matriz radicular, a diferencia de los plántones fertilizados químicamente con superfosfato triple, sus resultados estuvieron cercanamente por debajo de los anteriores.

Palabras claves: Café, fertilizantes, fosfatos, abonos.

ABSTRACT

The research was carried out in the town of Alto Perú, in the province of Utcubamba, Amazonas region. Geographically, it is located between UTM coordinates 781710 E and 9346143 N. An area of 2 hectares (2 hectares) was designated for the execution of the project, with an altitudinal floor of 1850 m.s. This ecological floor was ideal for the cultivation of coffee, called high altitude coffee because of the benefits of the grain.

The longitudinal growth (height) of coffee seedlings showed a difference between the seedlings of the nurseries. The seedlings that did not receive fertilization with phosphates in the soil reached an average height of 26.5 cm. In contrast, with phosphate rock and island guano they achieved an average height of 40.1 cm and the fertilized seedlings are triple superphosphate reached an average height of 38.7 cm. Regarding the weight of the root matrix, the seedlings without soil fertilization reached an average weight of 1.5 gr; the seedlings with phosphoric rock reached an average weight of 6.8 gr; and finally, the saplings with triple superphosphate reached 6.4 grams of weight.

Regarding the number of leaves in the three nurseries, this variable did not mark a clear difference between them. In a similar way it was observed when measuring the root depth of the seedlings in the three nurseries. Regarding the diameter of the stems, we can conclude that in all three cases the diameter increased considerably. In conclusion, when an organic fertilization was used as was the mixture of phosphate rock and island guano, better results of longitudinal height and weight of the root matrix were achieved, unlike the plants fertilized chemically with triple superphosphate, their results were closely below the previous ones.

Key words: Coffee, fertilizers, phosphates, fertilizers.

I. INTRODUCCION

La actividad productiva no dista de regiones adjuntas a la región Amazonas, sobre todo en aquellas provincias caracterizadas por el clima tropical mediano como Utcubamba, Bagua, Rodríguez de Mendoza en Amazonas y Jaén, San Ignacio en Cajamarca; Nuevo Cajamarca y Moyobamba en San Martín. En estas provincias se desarrollan actividades productivas similares como: Cultivo de café, cacao y arroz. Para la presente investigación se tomará la evaluación de roca fosfórica para el cultivo de café, por ser actualmente, un producto bandera para el Perú, al reunir a miles de familias peruanas que dependen económicamente del desarrollo eficiente y rentabilidad de este grano (Castro, 2010).

La productividad del grano de café es una variable dependiente de la fertilización de la planta, el cual es un problema en la región amazonense y regiones aledañas; se ha observado que, el problema aparece cuando se hace uso frecuente y reiterado del uso de fertilizantes comerciales (Fosfatados: Superfosfato triple), con el objetivo de buscar mayores rendimientos de producción durante la cosecha del grano. La problemática se agudiza con el transcurrir del tiempo al afectarse el equilibrio químico del suelo, con la elevación de la acidez, que trae como efecto inmediato la pérdida de microorganismos del suelo (Vargas, 2010).

Una ventaja de los fertilizantes fosfatados comerciales, respecto a fertilizantes orgánicos es su alta concentración de fósforo (46 %, de P_2O_5 , - sin ninguna otra sustancia - Anexo N° 01), sin embargo, la solubilidad de los fosfatos en el suelo puede generar sustancias fosfatadas como los orto fosfatos: $H_2PO_4^-$ y el HPO_4^{2-} , que por descomposición pueden liberar iones de hidrógeno H^+ que van a contribuir a la elevación del pH del suelo afectando la población microbiana, que cumple un rol fundamental en la descomposición de la materia orgánica (Palencia y Oliveira, 2013). Estos ligeros cambios en la acidez del suelo cafetalero, es remediada normalmente con la adición de más fertilizante, ingresando a un ciclo rutinario negativo: Para sostener los rendimientos de productividad de granos se adiciona más fertilizante.

La investigación brinda una alternativa de obtener buenos rendimientos de granos sustituyendo a los fertilizantes químicos como el superfosfato triple, por una fertilización orgánica y combinada, utilizando roca fosfórica mezclado con guano de

isla. La roca fosfórica es un fertilizante orgánico que contiene 18 - 20 % de P_2O_5 , Calcio 26 - 30 %; Magnesio: 0.6 % y Azufre: 5.5 % (Anexo N° 03) (DRAU-A, 2017).

En un contexto de ambiental, es importante desarrollar una agricultura sustentable con respeto y protección del medio ambiente, mediante el uso de fertilizantes orgánicos; como la roca fosfórica que se extrae de los yacimientos de Sechura como resultado de la descomposición y existencia de fósiles marinos. Económicamente, también se sustenta el uso de la roca fosfórica, pues su valor económico en el mercado tiene un precio módico (1 quintal, cuesta en promedio S/. 30.00) y que los fertilizantes comerciales fosfatados, son más caros (1 quintal de superfosfato triple cuesta en promedio S/. 90.00) (DRAU-A, 2017).

La presencia de otras sustancias nutritivas en el suelo, favorece la sustentabilidad ambiental al permitir el desarrollo de microorganismos para la degradación de la materia orgánica de un suelo. Desde este trabajo de investigación se recomienda su uso en plantas como el café, cacao u otras plantaciones características de Utcubamba (Castro, 2010). Por ello, se recomienda la aplicación de fertilizantes con sustentabilidad ambiental; como por ejemplo, el uso de la roca fosfórica para el desarrollo biológico de las plántulas de café (Cisneros et al., 2017).

El objetivo de la presente investigación fue demostrar la viabilidad técnica mediante la sustentabilidad ambiental de la roca fosfórica en la actividad agrícola de la provincia de Utcubamba, 2018. Para la ejecución fue necesario realizar las siguientes actividades:

- Se realizó la delimitación de un vivero experimental, sobre el cual se realizó la siembra de plántulas de café.
- Se aplicó una fertilización distinta de las plántulas de café: Una parcela de plantaciones fue fertilizada con superfosfato triple. Una segunda parcela de plantaciones fue fertilizada con roca fosfórica y guano de isla. Y una tercera parcela de plantaciones no fue fertilizada. La cual sirvió de testigo para la evaluación de los cambios físicos de los plántulas de café.
- Se evaluó el aporte ecológico de roca fosfórica y el guano de isla.
- Se realizó una geo referenciación de la zona de estudio para la identificación de la ecología y condiciones climáticas del cultivo de plántulas de café.

El cumplimiento de los objetivos se manifestará al comparar el comportamiento físico y biológico de la matriz radicular de las especies sembradas (plántulas de café), respecto a los beneficios que se tiene cuando el suelo recibe una dosis de fosfatos y otros fertilizantes como el calcio, el azufre y la materia orgánica, proveniente del guano de isla.

El beneficio de la presencia de nutrientes fosfatados en el suelo, debe manifestarse en las plántulas de café a través de un crecimiento longitudinal (altura) del tallo y profundidad de las raíces, lo cual será evidenciable a través de una evaluación del peso de la matriz radicular de cada uno de las plántulas. Se evaluará además el número de hojas de cada plántula y el diámetro de cada tallo. Los nutrientes fosfatados llegarán al suelo como resultado de fertilizar el suelo con superfosfato triple, roca fosfórica y guano de isla.

El fósforo es un nutriente muy importante para el crecimiento radicular, sobre todo en la edad inicial de las plantas de cultivo. Para luego, cuando se tiene una planta adulta de café, ésta se puede nutrir eficazmente con sustancias nitrogenadas. Por consiguiente, se espera proponer una alternativa de fertilización que guarde concordancia y respeto al medio ambiente, y que al mismo sea sustentable económicamente para favorecer a los productores de café.

III. MATERIAL Y METODOS

2.1 Diseño de la investigación

Se empleó una investigación con diseño descriptivo – cuantitativo, el mismo que presentó las siguientes características:

- Se describen las características o perfiles del área de estudio mediante el uso de SIG, brindando coordenadas de la ubicación exacta del área de estudio en Alto Perú, en la provincia de Utcubamba.

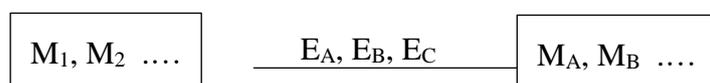
Área de estudio:

La investigación se desarrolló en el distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba, región Amazonas, Perú. Geográficamente, el área de estudio fue ubicada entre las coordenadas UTM 781710 E y 9346143 N. Se delimitó una superficie de 2 has (dos hectáreas) para el tránsito, delimitación de área de trabajo, construcción de viveros, lugar para la residencia, entre otros., con un piso altitudinal de 1850 m.s.n.m.

Como parte de la investigación se realizó una caracterización del área de trabajo, respecto al clima que rodea los cultivos de café, respecto al piso ecológico se mapeo la geología del terreno, así como la ecología común de Alto Perú y las distintas zonas de vida que tiene el sector donde se ejecutó el trabajo experimental.

Por otra parte, mediante la metodología de investigación se establecieron las ventajas que se tiene en la masa radicular al fertilizar las plántulas de café con roca fosfórica. Para ello, se realizó la instalación de un vivero experimental de plantones de café. El estímulo que recibirá las plántulas de café fue la roca fosfórica (junto al guano de isla) y superfosfato de potasio, como ingrediente químico.

El diseño por la naturaleza del proyecto tuvo una ejecución basada en un trabajo experimental que se ejecutará a través de una técnica e instrumentos de trabajo.



M₁, M₂: Plántulas de café recién sembradas en el vivero.

M_A, M_B: Plántulas de café fertilizadas en el vivero.

E_A, E_B, E_C: Estimulo nutritivo como fertilizante roca fosfórica, guano de isla y superfosfato de potasio.

2.2 Población, muestra y muestreo

2.2.1 Población:

La población fue constituida por los plántones de café sembrados en un vivero experimental, ubicados en el sector de Alto Perú, provincia de Utcubamba.

La población se describió mediante los siguientes criterios:

a.- Criterios sobre la selección del área.

Los criterios fueron:

- Mapa de ubicación del vivero:
Se determinaron las coordenadas del área de estudio, ubicado en Alto Perú.
- Mapa base del área del vivero:
Se señaló una hectárea de tierra de cultivo para el procedimiento de las instalaciones de los viveros.
- Mapa del clima del vivero:
Por la ubicación se describió las condiciones climáticas habituales en el área de estudio.
- Mapa geológico del vivero:
El conocimiento del suelo y condiciones topográficas fueron importantes para determinar los cultivos para Alto Perú.

Γρουπο Πυλλυιχανα (Κμ-π)

Fue enunciado por Tafur, I. 1950 (INGEMMET, Vol. 62, 1995) en la localidad de Pulluicana, a 7 km. al oeste de la ciudad de Cajamarca. Luego, Benavides, V. (1956), logró separar dos formaciones una inferior (Formación Yamagual) y otra superior (Formación Mujarrún), debido a la existencia de una discordancia erosional encontrada en la parte superior de las secuencias descritas por Tafur. Según este último, su litología estaba compuesta por calizas y margas de tonalidad gris alternándose con niveles a 000 m. En general esta zona fue muy productiva, sin embargo, en ella se han destruido bloques arcillosos y arenosos en la parte inferior.

- Mapa de zona de vida del vivero:
Se sectorizó la zona de vida del área de estudio.
- Mapa de ecosistemas en el vivero:
Se caracterizó los tipos de ecosistemas en el área de estudio.

b.- Cartografía

El mapeo fue a través de un formato vectorial con puntos poligonal y lineal, en formato raster (SIG).

c.- Datos cartográficos

La estadística cartográfica de la provincia se obtuvo de fuentes del MINAM, ANA, INEI y ZEE – AMAZONAS (documento que obra en el Gobierno Regional Amazonas).

d.- Homogeneidad

La caracterización del geo-proceso del área de estudio de Alto Perú, en la provincia de Utcubamba, se logró mediante la conversión en un solo formato (raster) de todos los datos geográficos vectoriales.

e.- EMC de los datos.

La denominada Evaluación Multi - criterio (EMC), consistió en normalizar todos los criterios seleccionados a información lógica (1/0).

f.- Superposición de datos cartográficos

La superposición de los datos cartográficos, se logró mediante la combinación de los criterios seleccionados.

2.2.2 Muestra:

La muestra estuvo constituida por las plantaciones de café, que se siembran en la localidad del Alto Perú, ubicada en la provincia de Utcubamba, región amazonense. Cabe señalar que la actividad cafetalera, junto a la actividad arrocera es una labor muy corriente y diaria entre los comuneros del Alto Perú.

3.2.3 Muestreo:

Para realizar el muestreo de las plántulas de café. Se diseñó el área de 1 hectárea de tierra de cultivo. Sobre esta área se procedió a diagramar la construcción de los viveros de café para realizar las evaluaciones de los nutrientes escogidos: Superfosfato triple, roca fosfórica y guano de isla.

2.3 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento

2.3.1 Metodología

Se ubicó geográficamente el área de estudio, mediante el sistema de integración geográfica (SIG).

Caracterización del área de estudio:

La investigación se desarrolló en la localidad del Alto Perú, distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba, región Amazonas, Perú. El proyecto se ejecutó entre las coordenadas UTM 781710 E y 9346143 N. Con una superficie de 2 has (dos hectáreas), con un piso altitudinal de 1850 m.s.n.m.

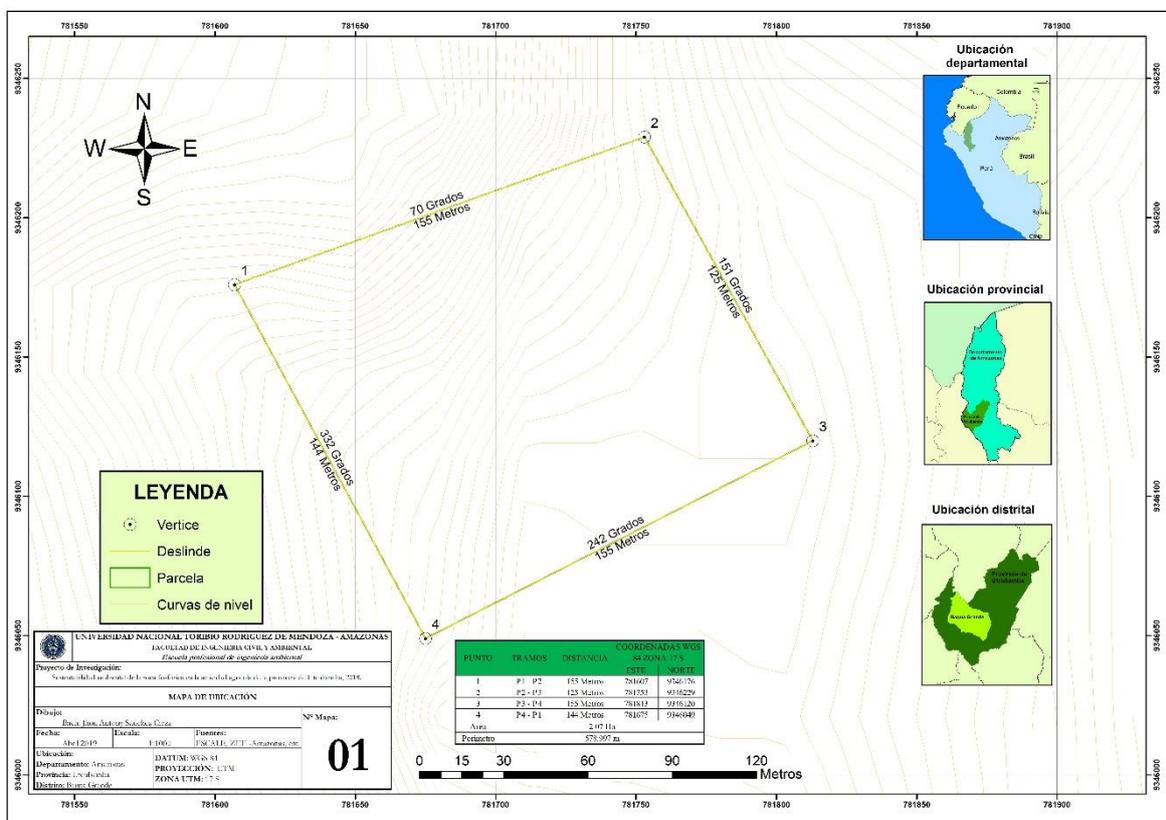


Figura N° 1. Ubicación del área de estudio: Alto Perú, Utcubamba.

El área escogida fue delimitada para hacer realidad una mínima logística que garantice las prácticas propuestas en la investigación.

Seguidamente, se procedió a delimitar las áreas que correspondieron a los viveros de café. Cada vivero tuvo un área de 25 m². Se construyeron un total de 3 viveros designados para albergar plántones de café. Tratados nutricionalmente de forma diferenciada.

Selección y limpieza del área de estudio:

Seleccionada el área donde se realizó los viveros, la primera actividad fue la limpieza del área para ello se utilizó herramientas: Machete y rastrillo.

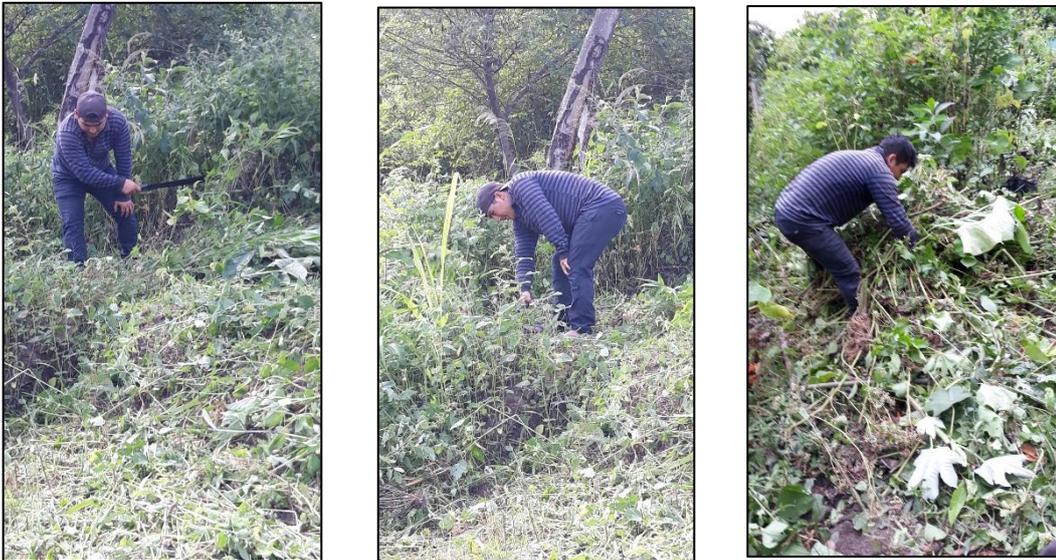


Figura N° 2. Actividades de limpieza del área de estudio

Ubicación de los hitos de frontera:

Una vez realizada la eliminación de la maleza existente, se procedió a diagramar el área de trabajo, utilizando ramas que cumplieron el papel de hitos.



Figura N° 3. Ubicación de hitos del área de estudio

Señalización del área de trabajo:

Mediante el uso de cañas guayaquiles se procedió a señalar el área de trabajo en los viveros.



Figura N° 4. Señalización del área de viveros.

Descripción física de los plántones de café:

Para iniciar el proceso de experimentación, se procedió a realizar una caracterización de los plántones de café que fueron de la variedad Catimor.

Para ello, se instaló una mesa de trabajo junto a los materiales de trabajo: Cinta métrica, cuaderno, lapiceros, otros.

Las variables a caracterizar fueron las siguientes:

- Altura longitudinal (cm).
- Número de ramas.
- Número de hojas verdes.
- Número de hojas amarillas.

- Diámetro del tallo a 3 cm.
- Peso de la matriz radicular.
- Profundidad longitudinal raíz.



Figura N° 5. Caracterización de los plantones de café.

Proceso de siembra de los plantones:

Los viveros fueron tres (3).

Vivero 1:

Plantones que fueron fertilizados con superfosfato de calcio

Vivero 2:

Plantones que fueron fertilizados con roca fósforica y guano de isla.

Vivero 3:

Plantones que no fueron fertilizados. Los plantones solamente se nutrieron con los minerales del suelo.



Figura N° 6. Siembra de los plántones de café.

Etapas de experimentación:

Una vez sembrados los plántones en los tres viveros. Se procedió a realizar las actividades de investigación como fueron las fertilizaciones en base a sales fosfatadas, como el superfosfato triple y la roca fosfórica. La adición de guano de isla se adicionó en ambos casos para garantizar la descomposición de ambos fertilizantes.

a.- Fertilización con superfosfato triple:

El contenido de fósforo disponible fue del 46 % de P_2O_5 .



Figura N° 7. Bolsa del superfosfato triple utilizado.

b.- Fertilización con roca fosfórica:

El contenido de fósforo disponible fue del 18 - 20 % de P_2O_5 .

Aparte este fertilizante presentó nutrientes adicionales como:

Calcio (Ca): 26 - 30 %



Figura N° 8. Bolsa de roca fosfórica utilizado.

c.- Abonamiento con guano de isla:

El contenido de fósforo disponible fue del 10 - 12 % de P_2O_5 .

Sin embargo, su principal contribución a la tierra de cultivo fue su contenido de flora bacteriana y la presencia de hongos y bacterias benéficas.



Figura N° 9. Bolsa de guano de isla utilizado.

Etapas de fertilizante al suelo:

La fertilización fue de la siguiente manera:

Vivero 1:

Plantones que fueron fertilizados con superfosfato triple.

Siembra del plantón de café: 10 enero 2019

Calendario de fertilización química:

- **Primera fertilización al suelo: 18 enero 2019**

Cantidad de fertilizante: 10 gr de superfosfato triple.

Cantidad de fosfatos en suelo:

46 % de P_2O_5 de 10 gr de superfosfato triple = 4.6 gr de P_2O_5 .

- **Segunda fertilización al suelo: 1 marzo 2019**

Cantidad de fertilizante: 5 gr de superfosfato triple.

Cantidad de fosfatos en suelo:

46 % de P_2O_5 de 5 gr de superfosfato triple = 2.3 gr de P_2O_5 .

Cantidad total de fosfatos en el suelo = 4.6 gr + 2.3 gr = 6.9 gr de P_2O_5 .

- **Fertilización foliar a plantones: 1 febrero 2019 y 18 marzo 2019**

Abono foliar utilizado fue: con Algafol Fósforo (abono foliar)

Vivero 2:

Plantones que fueron fertilizados con roca fósforica y guano de isla.

Siembra del plantón de café: 10 enero 2019

Calendario de fertilización química:

- **Primera fertilización al suelo: 18 enero 2019**

Cantidad de fertilizante: 6 gr de roca fosfórica y 4 gr de guano de isla.

Cantidad de fosfatos en suelo:

19 % P_2O_5 (promedio entre 18 y 20 %) de 6 gr de roca fosfórica = 1.14 gr P_2O_5 .

11 % P_2O_5 (promedio entre 10 y 12 %) de 4 gr de guano de isla = 0.44 gr P_2O_5 .

Total de fosfatos en el suelo = 1.58 gr de P_2O_5 .

- **Segunda fertilización al suelo: 1 marzo 2019**

Se repitió la dosis de la primera fertilización.

Cantidad de fertilizante: 6 gr de roca fosfórica y 4 gr de guano de isla.

Cantidad de fosfatos en suelo:

19 % P_2O_5 (promedio entre 18 y 20 %) de 6 gr de roca fosfórica = 1.14 gr P_2O_5 .

11 % P_2O_5 (promedio entre 10 y 12 %) de 4 gr de guano de isla = 0.44 gr P_2O_5 .

Total de fosfatos en el suelo = 1.58 gr de P₂O₅.

Cantidad total de fosfatos de ambas fertilizaciones en el suelo

= 1.58 gr + 1.58 gr = 3.16 gr de P₂O₅.

- **Fertilización foliar a plantones: 1 febrero 2019 y 18 marzo 2019**

Abono foliar utilizado fue: con Algafol Fósforo (abono foliar)

Vivero 3:

Plantones que no fueron fertilizados. Los plantones solamente se nutrieron con los minerales del suelo y la fertilización foliar.

Tabla N° 1. Fertilización en cada vivero

Actividades	Fecha	Vivero 1	Vivero 2		Vivero 3 (testigo)
		Superfosfato triple	Roca fosfórica	Guano de isla	
<i>Primera fertilización suelo</i>	18 enero	4.6 gr de P ₂ O ₅	1.14 gr de P ₂ O ₅	0.44 gr de P ₂ O ₅	--
Primera Fertilización foliar	1 febrero	aspersión	aspersión	aspersión	aspersión
<i>Segunda fertilización suelo</i>	1 marzo	2.3 gr de P ₂ O ₅	1.14 gr de P ₂ O ₅	0.44 gr de P ₂ O ₅	--
Segunda Fertilización foliar	18 marzo	aspersión	aspersión	aspersión	aspersión
Total fertilización		6.9 gr de P₂O₅	3.16 gr de P₂O₅		--

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Análisis:

En el vivero 1, los plantones de café recibieron un total de 6.9 gr de P₂O₅ por cada planta de café sembrada. En el vivero 2, los plantones de café recibieron un total de 3.16 gr de P₂O₅ por cada planta de café sembrada.

En el vivero 3, no se agregó ningún fertilizante al suelo. Solo se agregó fertilización foliar. Tanto el vivero 1 y 2, recibieron una adicional fertilización foliar restauradora de micronutrientes algales.

A los 15 días se aplicó una fertilización foliar a todos los plantones sembrados en los tres viveros. Para ello, se hizo uso de una mochila de fumigar.

Primera fertilización foliar: 1° febrero 2019.



Figura N° 10. Primera fertilización foliar.

Primera fertilización foliar: 18 marzo 2019.



Figura N° 11. Segunda fertilización foliar.

Evaluación física de los plantones:

A los 10 días de siembra se procedió a tomar medidas sobre el crecimiento de los plantones de café.



Figura N° 12. Evaluación física a los 10 días.

A los 30 días se realizó otra vez mediciones de crecimiento para evaluar el desarrollo biológico de los plantones de café.



Figura N° 13. Evaluación física a los 30 días.

Finalización de la experimentación:

A los 2 meses y medio, se procedió a desarraigar los plantones de café del suelo sembrado, para evaluar el crecimiento biológico de las plantas. Las variables en estudio fueron:

- Altura longitudinal.
- Número de ramas.
- Número de hojas verdes.
- Número de hojas amarillas.

- Diámetro del tallo a 3 cm.
- Profundidad longitudinal raíz.
- Peso de la matriz radicular.



Figura N° 14. Desarraigo de los plantones al cabo de 75 días.



Figura N° 15. Desarraigo de los plantones al cabo de 75 días.

La evaluación del peso de la matriz radicular de cada plantón se realizó en un laboratorio con las condiciones necesarias para medir masas pequeñas.



Figura N° 16. Medición de las masas radiculares



Figura N° 17. Separación por corte de las masas radiculares

2.3.2 Metodología para la sustentabilidad ambiental

El proyecto tuvo por objeto proponer una alternativa técnica y sustentable a partir del uso de la roca fosfórica. La sustentabilidad debe ser el reflejo de una rentabilidad de un determinado cultivo. Para la presente investigación se utilizó plántulas de café para la demostración del buen desarrollo biológico de plantas sembradas en los viveros diseñados para la experimentación sobre la nutrición del suelo. La investigación busca orientar la actividad productiva mediante un cambio gradual y organizado, mediante la planificación de una tarea agrícola que modifique nuestra relación con la naturaleza, con nosotros mismos y con la sociedad.

2.3.3 Criterios a evaluar de la sustentabilidad ambiental

a.- Criterio ecológico

El proyecto deberá procurar una sustentabilidad ambiental ecológica, no solamente preocupándose por la existencia humana, sino que promoverá la conservación de la ecología para generaciones futuras. Es decir, el suelo utilizado para las plantaciones de café, debe ser sustentable antes y después de la siembra del cultivo. De forma que, no debe existir adulteraciones en las características físicas químicas del suelo; esto es, no debe observarse cambios en la acidez ni textura del suelo.

Medida del criterio:

El criterio ecológico exigió la sustentabilidad y cuidado ambiental del suelo. Lo cual implicó que el suelo no sufrió aumentos ni variaciones ni impactos con sustancias químicas inorgánicas, responsables de cambios en las características físicas químicas del suelo. No se permitió el daño a la naturaleza, aún cuando sea una tendencia de la sociedad el incremento de la producción de los productos agrícolas.

b.- Criterio inter generacional

El criterio del desarrollo sustentable ambiental se basó en la necesidad de preservar la naturaleza, a fin de que las generaciones futuras puedan maximizar sus opciones en su aprovechamiento e incrementar así su bienestar familiar. Es decir, se evaluará si la ejecución del proyecto demuestra responsabilidad en la actual generación sobre el manejo agrícola de los cultivos respecto a las futuras generaciones.

Medida del criterio:

La propuesta técnica demostró una actitud técnica responsable al renunciar al uso de fertilizantes químicos como el superfosfato triple o superfosfato simple (los cuales tienen un alto contenido de fosfatos). Esta actitud responde a la responsabilidad de preservar un recurso natural para las generaciones venideras.

c.- Criterio económico

El crecimiento de una actividad productiva debe mostrar sustentabilidad ambiental, respecto al criterio económico, es decir, que el crecimiento es absolutamente indispensable para aliviar la gran pobreza que sigue acentuándose en buena parte del mundo en desarrollo,

y la única forma de sostener esa actividad productiva preservándola, para que año a año se pueda hacer de una rentabilidad.

Medida del criterio:

La sustentabilidad ambiental no debe verse como un impedimento de la actividad productiva, sino más bien, debe ser la forma correcta de obtener una rentabilidad, que todo lo que se excluya de la defensa del medio ambiente es de por sí, nocivo para los recursos naturales y la humanidad.

IV. RESULTADOS

3.1 Mapas descriptivos del área de estudio: Alto Perú.

3.1.1. Entorno físico natural

La investigación se desarrolló en el distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba, región Amazonas, Perú. El área de trabajo se encontró entre las coordenadas UTM 781710 E y 9346143 N. Se señaló una superficie de 2 has (dos hectáreas), con un rango altitudinal de 1850 m.s.n.m.

3.1.2. Clima: Húmedo y templado cálido (B3 B'3)

Corresponde a un clima húmedo (B3) y templado cálido (B'3), que comprende a laderas sub andinas al Suroeste de la región Amazonas, en los valles de los ríos Marañón y Utcubamba.

3.1.3. Geología

Su desarrollo ocurrió en el área adyacente al valle de Bagua-Utcubamba y en las partes altas del inicio del Pongo de Rentema, específicamente en las cercanías de la confluencia del río Chinchipe y Utcubamba, lugares estos donde las secuencias calcáreas tuvieron su mejor exposición.

3.1.4. Zonas de vida: Bosque húmedo montano bajo tropical:

Se halló entre los 1.800 y 2500 m.s.n.m. En general esta zona es muy productiva, sin embargo, en ella se han destruido los bosques protectores y las cuencas de los ríos presentan muchos problemas en la temporada seca.

3.1.5. Ecología: Bosque montano de yunga

Ecosistema forestal montano ubicado en las vertientes orientales de los Andes (entre 1800 - 2000 y 2500 m s. n. m.), con fuertes pendientes. Bosque con dosel cerrado, con tres estratos distinguibles. La altura del dosel o cúpula alcanza 18-25 metros, con algunos árboles emergentes de 30 metros. Los niveles de riqueza florística fueron altos a muy altos. Según la orientación de la pendiente puede estar recurrentemente cubierto de neblina. Presencia de abundantes epífitas, líquenes, Bromeliáceas y Orquidáceas. Presencia de helechos arborescentes con más de 10 metros de altura y diámetros de hasta 20 cm, principalmente del género *Cyathea*.

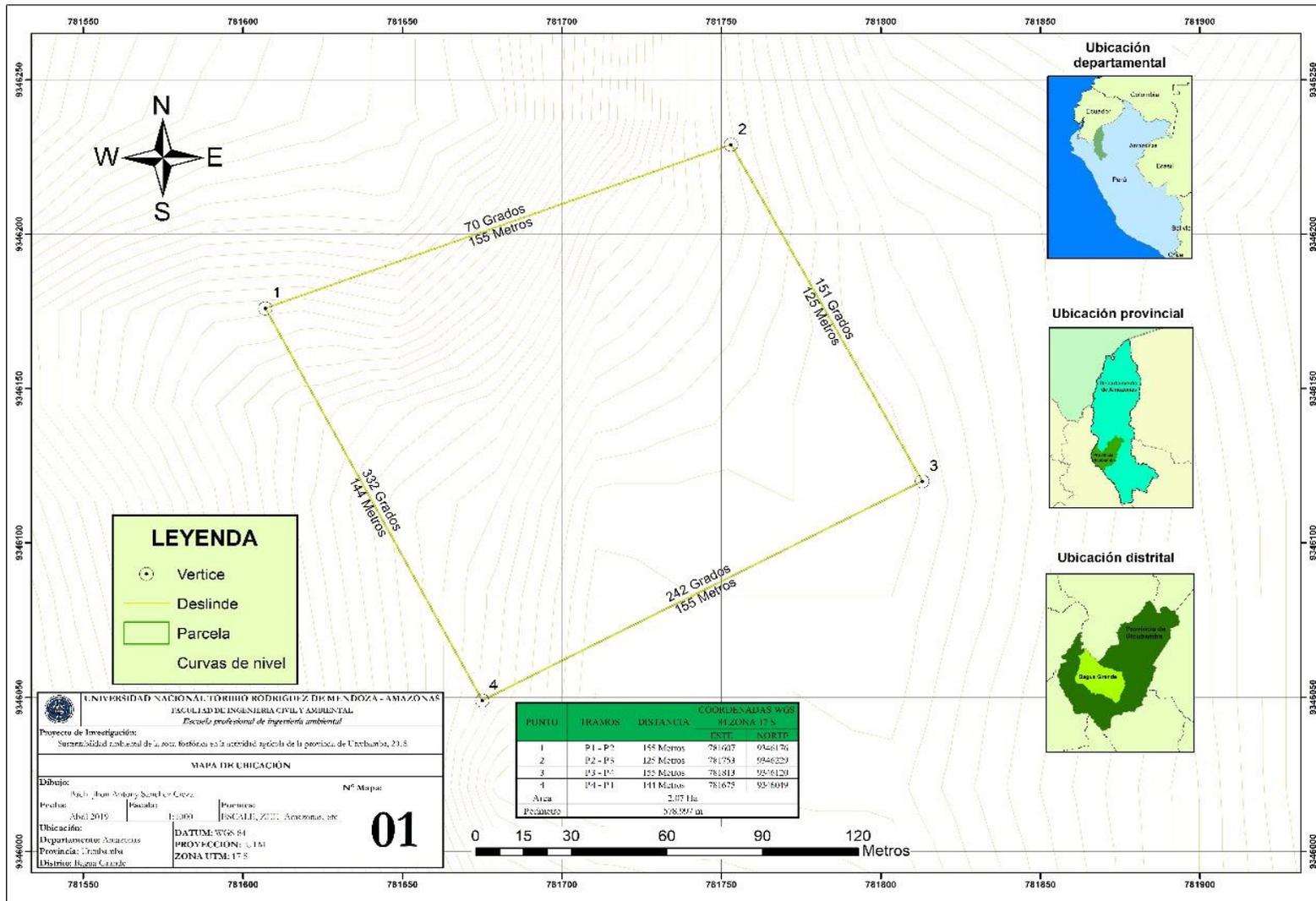


Figura N° 18. Mapa de ubicación del área de estudio.

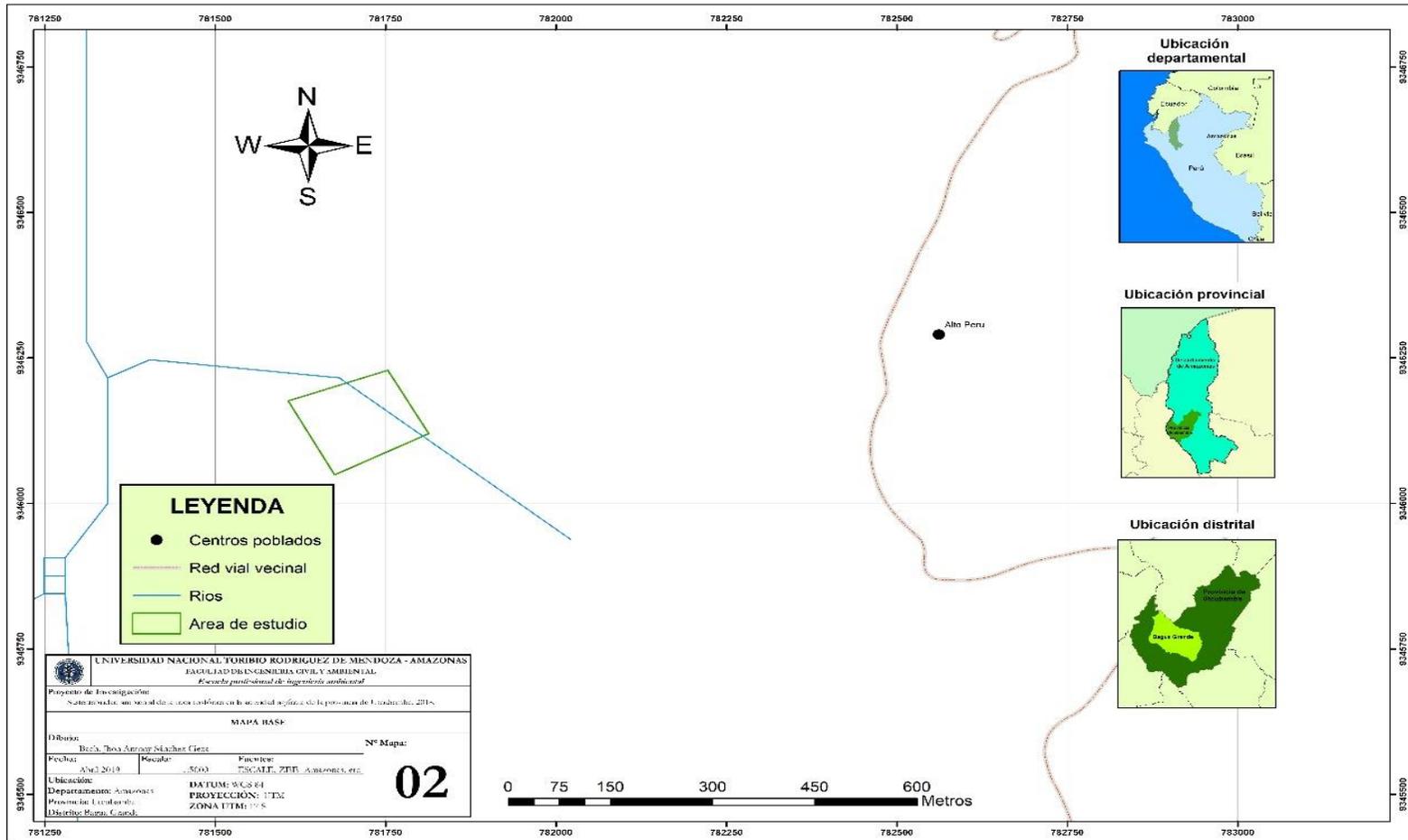


Figura N° 19. Mapa base del área de estudio.

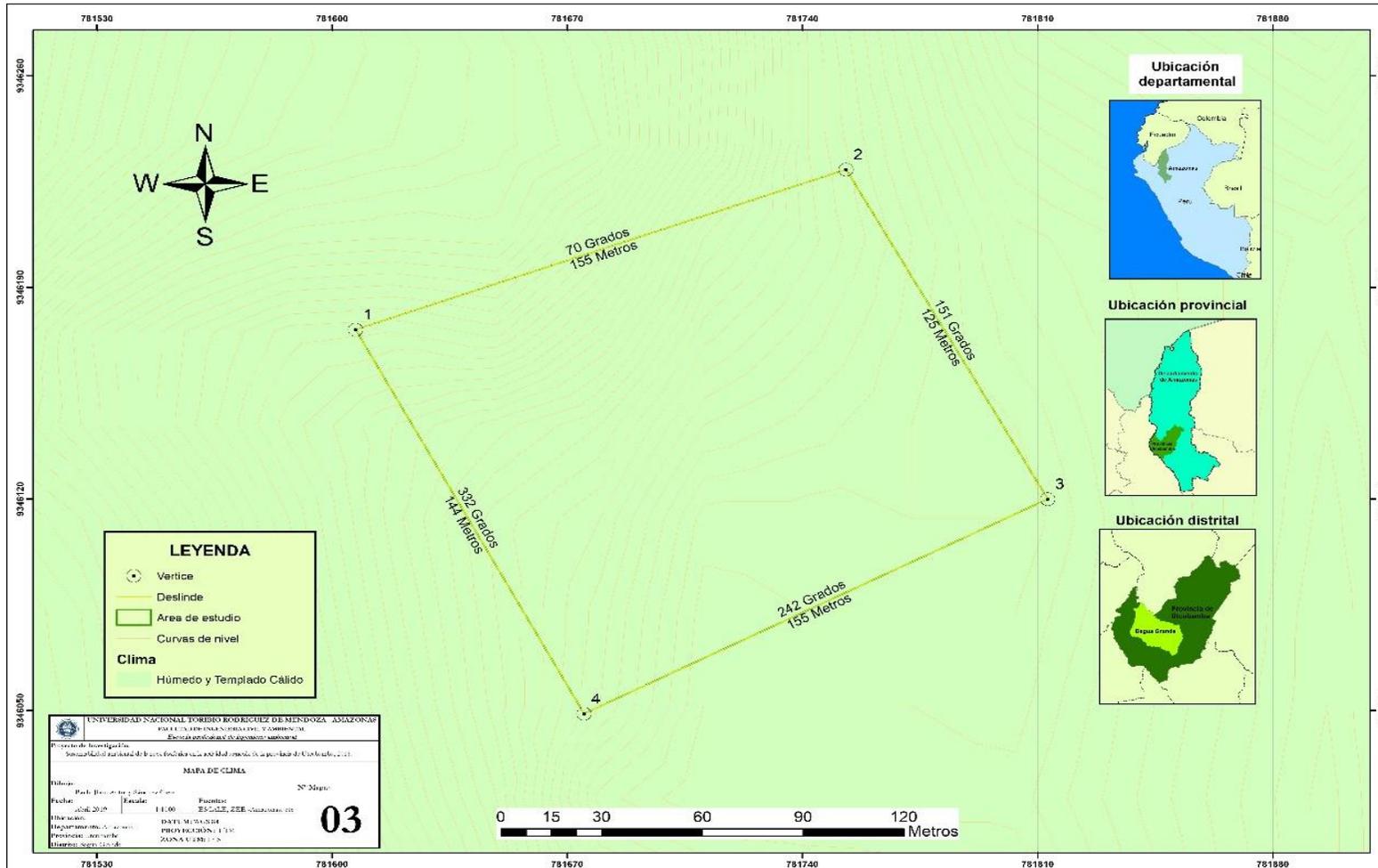


Figura N° 20. Mapa del clima del área de estudio.

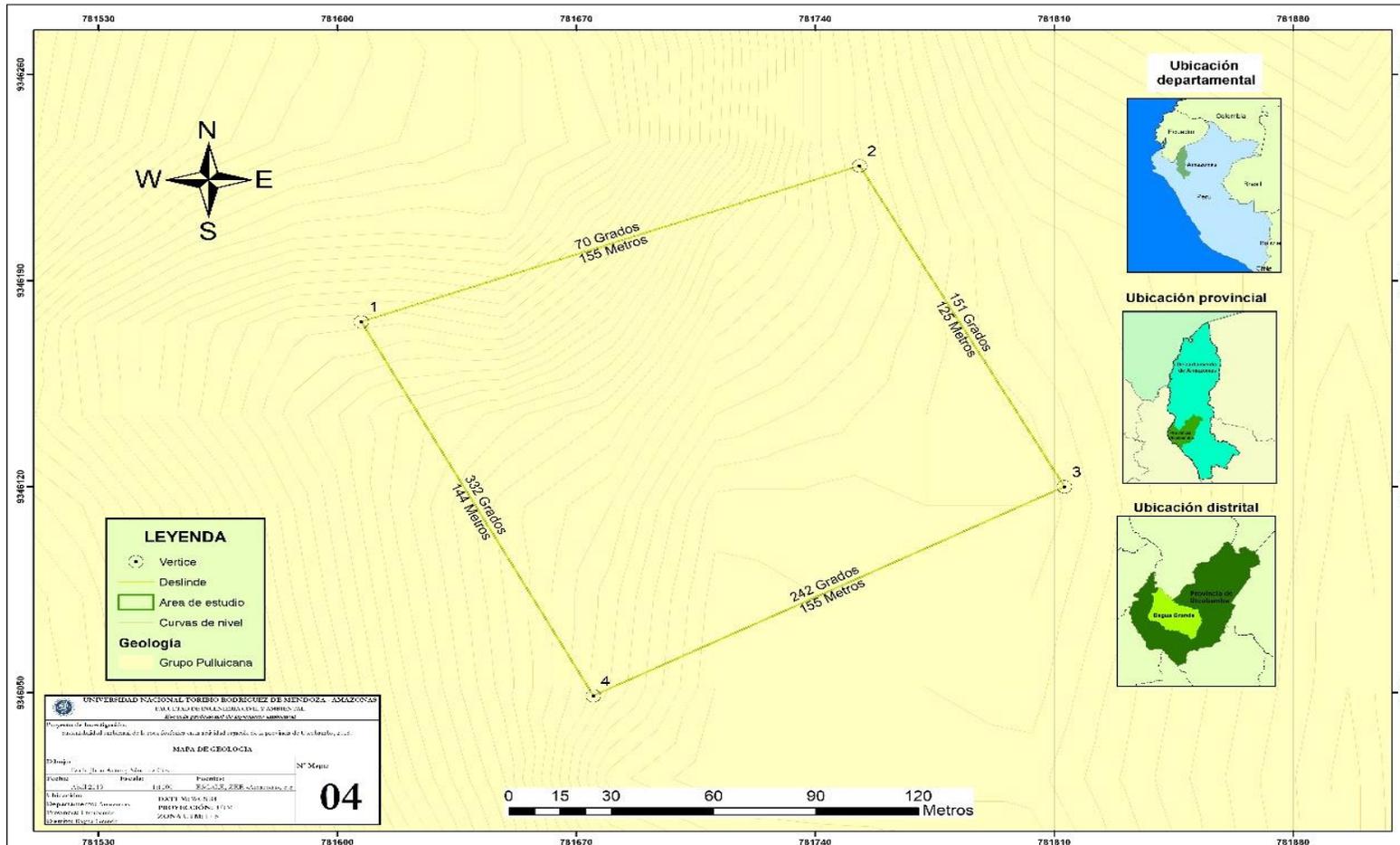


Figura N° 21. Mapa geológico del área de estudio.

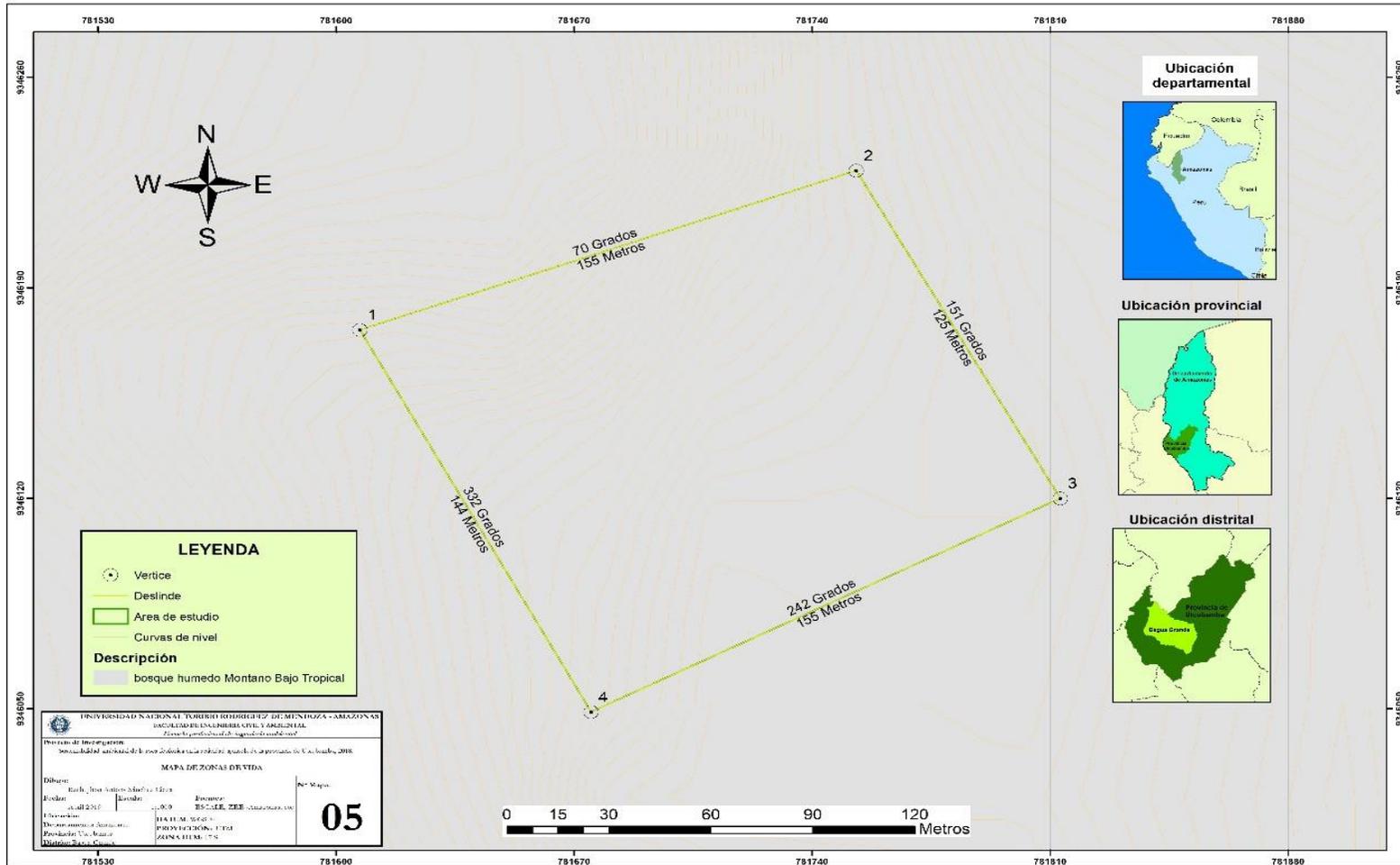


Figura N° 22. Mapa zonas de vida del área de estudio.

Tabla N° 2. Vivero 3, suelo sin abono

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANTÓN	MEDIDAS PROMEDIO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Inicio de practica									
Altura Longitudinal (cm)	17 cm	21 cm	18 cm	18 cm	13 cm	16 cm	10 cm	19 cm	17 cm	16.5 cm
Número de ramas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Número de hojas Verdes	13	16	13	14	13	14	14	14	13	13.7 unid.
Número de hojas Amarillas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Diámetro del tallo a 3 cm	0.5 mm.	0.3 mm.	0.3 mm.	0.4 mm.	0.4 mm.	0.3 mm.	0.4 mm.	0.2 mm.	0.3 mm.	0.3 mm.
Profundidad longitudinal raíz	20 cm	20 cm								
Peso de la matriz radicular	0.3 g	0.5 g	0.2 g	0.3 g	0.4 g	0.3 g	0.2 g	0.4 g	0.5 g	0.34 g

Tabla N° 3. Vivero 2, suelo con roca fosfórica.

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANTÓN	MEDIDAS PROMEDIO								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Inicio de practica									
Altura Longitudinal (cm)	17 cm	16 cm	18 cm	22 cm	22 cm	18 cm	18 cm	17 cm	20 cm	18.6 cm
Número de ramas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Número de hojas Verdes	16	17	15	15	14	12	16	20	18	15.8 unid.
Número de hojas Amarillas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Diámetro del tallo 3 cm	0.5 mm.	0.3 mm.	0.3 mm.	0.4 mm.	0.4 mm.	0.3 mm.	0.4 mm.	0.3 mm.	0.4 mm.	0.3 mm.
Profundidad longitudinal raíz	20 cm	20 cm								
Peso de la matriz radicular	0,4 g	0.3 g	0.2 g	0.6 g	0.4 g	0.6 g	0.5 g	0.7 g	0.2 g	0.43 g

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Tabla N° 4. Vivero 1, suelo con súper fosfato triple

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANTÓN	MEDIDAS PROMEDIO								
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
	Inicio de practica									
Altura longitudinal (cm)	18 cm	20 cm	23 cm	23 cm	11 cm	19 cm	20 cm	18 cm	16 cm	18.6 cm
Número de ramas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Número de hojas verdes	19	17	18	18	13	16	15	14	14	16 unid.
Número de hojas amarillas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Diámetro del tallo 3 cm	0.5 mm.	0.3 mm.	0.3 mm.	0.4 mm.	0.4 mm.	0.3 mm.	0.4 mm.	0.5 mm.	0.3 mm.	0.3 mm.
Profundidad longitudinal raíz	20 cm	20 cm								
Peso de la matriz radicular	0,6 g	0.5 g	0.4 g	0.6 g	0.4 g	0.6 g	0.4 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Tabla N° 5. Vivero 3, suelo sin abono

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANTÓN	MEDIDAS PROMEDIO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Final									
Altura longitudinal (cm)	27 cm	29 cm	31 cm	24 cm	14 cm	32 cm	30 cm	28 cm	24 cm	26.5 cm
Número de ramas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Número de hojas verdes	14	14	24	20	15	27	20	20	19	11.2 unid.
Número de hojas amarillas	3	2	1	3	0	1	1	3	1	-
Diámetro del tallo a 3 cm	0.6 mm.	0.6 mm.	0.5 mm.	0.5 mm.	0.7 mm.	0.5 mm.	0.6 mm.	0.5 mm.	0.6 mm.	0.56 mm.
Profundidad longitudinal raíz	25 cm	26 cm	24 cm	22 cm	23 cm	26 cm	25 cm	23 cm	24 cm	24.2 cm
Peso de la matriz radicular	2 g	1 g	1 g	2 g	2 g	1 g	2 g	1 g	2 g	1.5 g

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Tabla N° 6. Vivero 2, suelo con roca fosfórica

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANTA 10	PLANTA 11	PLANTA 12	PLANTA 13	PLANTA 14	PLANTA 15	PLANTA 16	PLANTA 17	PLANTA 18	MEDIDAS PROMEDIO
	Final									
Altura Longitudinal (cm)	40 cm	39 cm	41 cm	42 cm	40 cm	40 cm	40 cm	39 cm	40 cm	40.1 cm
Número de ramas	2	1	0	2	1	1	1	0	0	-
Número de hojas verdes	23	20	30	31	24	18	20	20	18	13.6 unid.
Número de hojas amarillas	1	1	1	1	0	0	2	1	4	-
Diámetro del tallo a 3 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm
Profundidad longitudinal raíz	26 cm	24 cm	25 cm	27 cm	22 cm	23 cm	22 cm	24 cm	26 cm	24.3 cm
Peso de la matriz radicular	4 g	8 g	7 g	6 g	5 g	7 g	8 g	9 g	8 g	6.8 g

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Tabla N° 7. Vivero 1, suelo con súper fosfato triple

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANTA 19	PLANTA 20	PLANTA 21	PLANTA 22	PLANTA 23	PLANTA 24	PLANTA 25	PLANTA 26	PLANTA 27	MEDIDAS PROMEDIO
	Final									
Altura longitudinal (cm)	35 cm	38 cm	40 cm	39 cm	40 cm	38 cm	40 cm	40 cm	39 cm	38.7 cm
Número de ramas	2	1	0	0	0	1	0	0	0	-
Número de hojas verdes	22	20	20	18	20	20	18	22	17	10.7 unid.
Número de hojas amarillas	3	2	2	3	4	3	2	1	2	-
Diámetro del tallo a 3 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm
Profundidad longitudinal raíz	22 cm	25 cm	20 cm	23 cm	23 cm	20 cm	22 cm	23 cm	24 cm	22.4 cm
Peso de la matriz radicular	8 g	6 g	7 g	9 g	6 g	5 g	7 g	6 g	4 g	6.4 g

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Tabla N° 8. Comparación de plantones al final del experimento: SA

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANT 1	PLANT 1	PLANT 2	PLANT 2	PLANT 3	PLANT 3	PLANT 4	PLANT 4	PLANT 5	PLANT 5	PLANT 6	PLANT 6	PLANT 7	PLANT 7	PLANT 8	PLANT 8	PLANT 9	PLANT 9
	Inicio de práct.	Final de práct.																
Altura longitudinal (cm)	17cm	27cm	21cm	29cm	18cm	31cm	18cm	24cm	13cm	14cm	16cm	32cm	10cm	30cm	19cm	28cm	17cm	24cm
Número de ramas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Número de hojas verdes	13	14	16	14	13	24	14	20	13	15	14	27	14	20	14	20	13	19 unid.
Número de hojas amarillas	0	3	0	2	0	1	0	3	0	0	0	1	0	1	0	3	0	1
Diámetro del tallo a 3 cm	0.5 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.5 mm	0.4 mm	0.5 mm	0.4 mm	0.7 mm	0.3 mm	0.5 mm	0.4 mm	0.6 mm	0.2 mm	0.5 mm	0.3 mm	0.6 mm
Profundidad longitudinal raíz	20 cm	25 cm	20 cm	26 cm	20 cm	24 cm	20 cm	22 cm	20 cm	23 cm	20 cm	26 cm	20 cm	25 cm	20 cm	23 cm	20 cm	24 cm
Peso de la matriz radicular	0.3 g	2 g	0.5 g	1 g	0.2 g	1 g	0.3 g	2 g	0.4 g	2 g	0.3 g	1 g	0.2 g	2 g	0.4 g	1 g	0.5 g	2 g

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Tabla N° 9. Comparación de plantones al final del experimento: RF

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANT 10	PLANT 10	PLANT 11	PLANT 11	PLANT 12	PLANT 12	PLANT 13	PLANT 13	PLANT 14	PLANT 14	PLANT 15	PLANT 15	PLANT 16	PLANT 16	PLANT 17	PLANT 17	PLANT 18	PLANT 18
	Inicio de práctica	Final de práctica	Final de práctica	Inicio de práctica	Final de práctica	Final de práctica	Inicio de práctica	Final de práctica										
Altura longitudinal (cm)	17cm	40cm	16cm	41cm	18cm	41cm	22cm	42cm	22cm	40cm	18cm	40cm	18cm	40cm	17cm	39cm	20cm	40cm
Número de ramas	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Número de hojas verdes	13	23	17	30	15	30	15	31	14	24	12	18	16	20	20	20	18	18 unid.
Número de hojas amarillas	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	4 unid.
Diámetro del tallo a 3 cm	0.5 mm.	1 mm.	0.3 mm.	1 mm.	0.3 mm.	1 mm.	0.4 mm.	1 mm.	0.4 mm.	1 mm.	0.3 mm.	1 mm.	0.4 mm.	1 mm.	0.3 mm.	1 mm.	0.4 mm.	1 mm.
Profundidad longitudinal raíz	20 cm	26 cm	20 cm	25 cm	20 cm	25 cm	20 cm	27 cm	20 cm	22cm	20 cm	23 cm	20 cm	22 cm	20 cm	24 cm	20 cm	26 cm
Peso de la matriz radicular	0.3 g	4 g	0.3 g	7 g	0.2 g	7 g	0.6 g	6 g	0.4 g	5 g	0.6 g	7 g	0.5 g	8 g	0.7 g	9 g	0.2 g	8 g

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Tabla N° 10. Comparación de plantones al final del experimento: SFT

DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ	PLANT	PLANT																
	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27
	Inicio de práctica	Final de práctica																
Altura Longitudinal (cm)	18cm	35cm	20cm	38cm	23cm	40cm	23cm	39cm	11cm	40cm	19cm	38cm	20cm	40cm	18cm	40cm	16cm	39cm
Número de ramas	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Número de hojas verdes	19	22	17	20	18	20	18	18	13	20	16	20	15	18	14	22	14	17 unid.
Número de hojas amarillas	0	3	0	2	0	2	0	3	0	4	0	3	0	2	0	1	0	2 unid.
Diámetro del tallo a 3 cm	0.5 mm.	1 cm	0.3 mm.	1 cm	0.3 mm.	1 cm	0.4 mm.	1 cm	0.4 mm.	1 cm	0.3 mm.	1 cm	0.4 mm.	1 cm	0.5 mm.	1 cm	0.3 mm.	1 cm
Profundidad longitudinal raíz	20 cm	22 cm	20 cm	25 cm	20 cm	20 cm	20 cm	23 cm	20 cm	23 cm	20 cm	20 cm	20 cm	22 cm	20 cm	23 cm	20 cm	24 cm
Peso de la matriz radicular	0,6 g	8 g	0.5 g	6 g	0.4 g	7 g	0.6 g	9 g	0.4g	6 g	0.6 g	5 g	0.4 g	7 g	0.5 g	6 g	0.5 g	4 g

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Tabla N° 11. Comparación final de los plantones de café

Mediciones	Suelo sin abono		Suelo con roca fosfórica		Suelo con superfosfato triple	
	Promedio al inicio	Promedio al final	Promedio al inicio	Promedio al final	Promedio al inicio	Promedio al final
<i>Altura Longitudinal (cm)</i>	16.5	26.5	18.6	40.1	18.6	38.7
Número de Hojas Verdes	14	11	16	14	16	11
<i>Diámetro del tallo a 3 cm</i>	0.3	0.56	0.3	1	0.3	1
Profundidad longitudinal raíz	20	24.2	20	24.3	20	22.4
<i>Peso de la matriz radicular</i>	0.34	1.5	0.43	6.8	0.5	6.4

Fuente: Elaboración personal del tesista.

3.2 Contraste estadístico entre la roca fosfórica y el superfosfato triple:

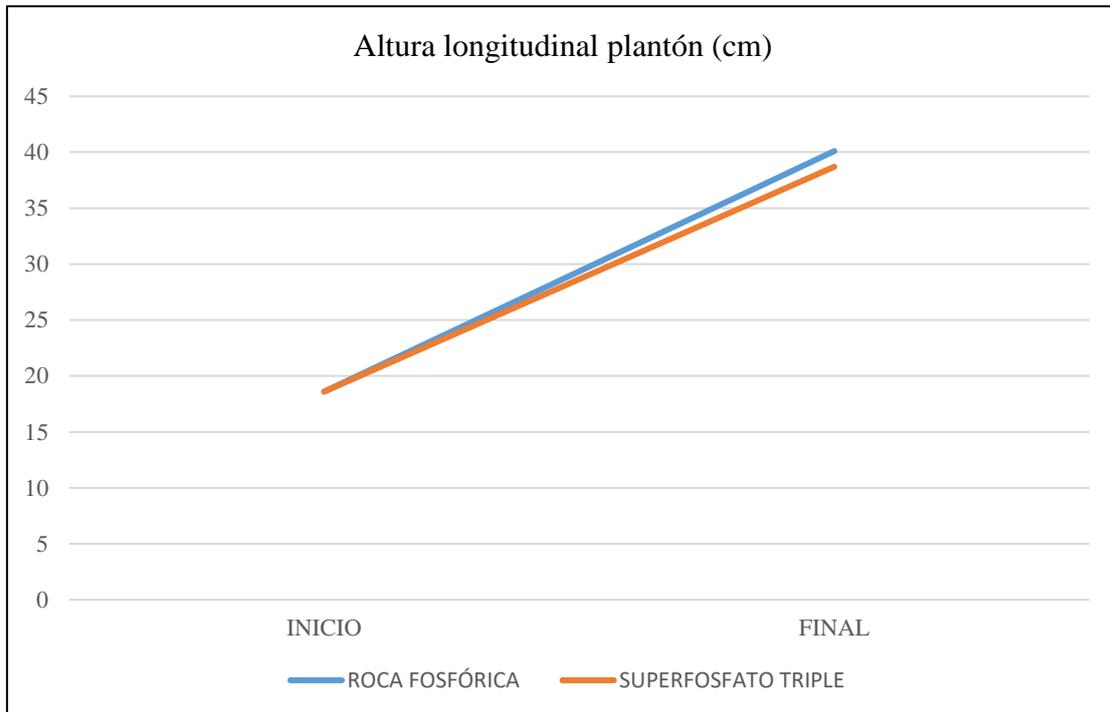


Figura N° 24. Comparación de altura según fertilizante utilizado

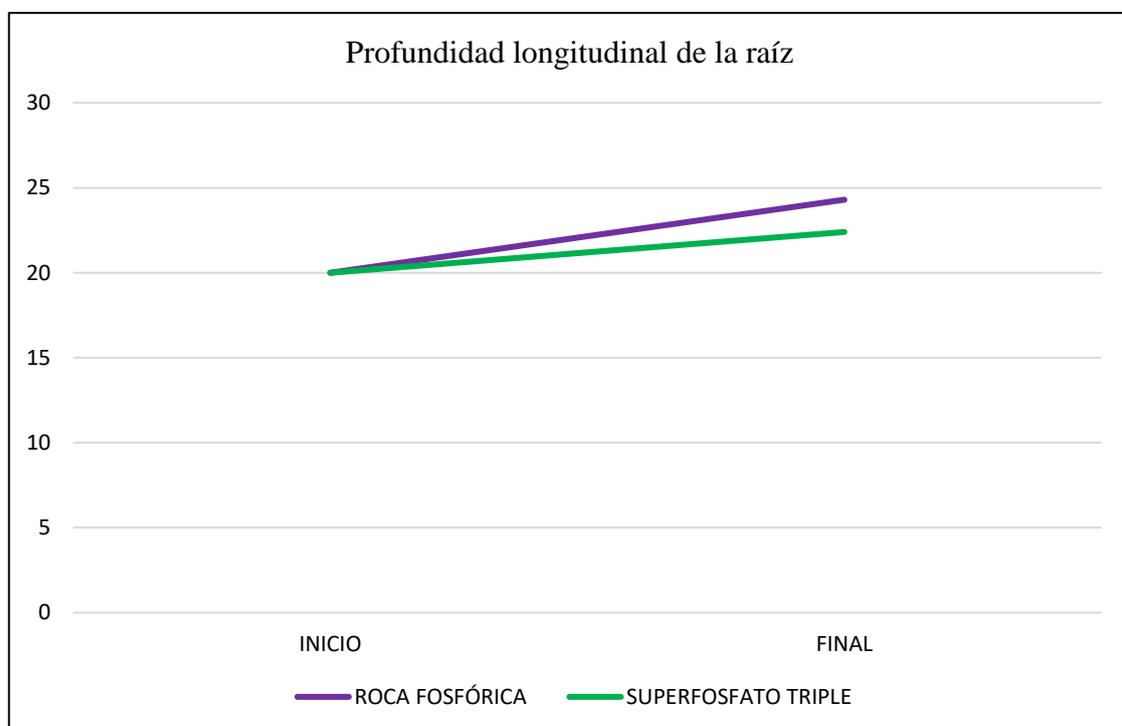


Figura N° 25. Comparación de altura según fertilizante utilizado

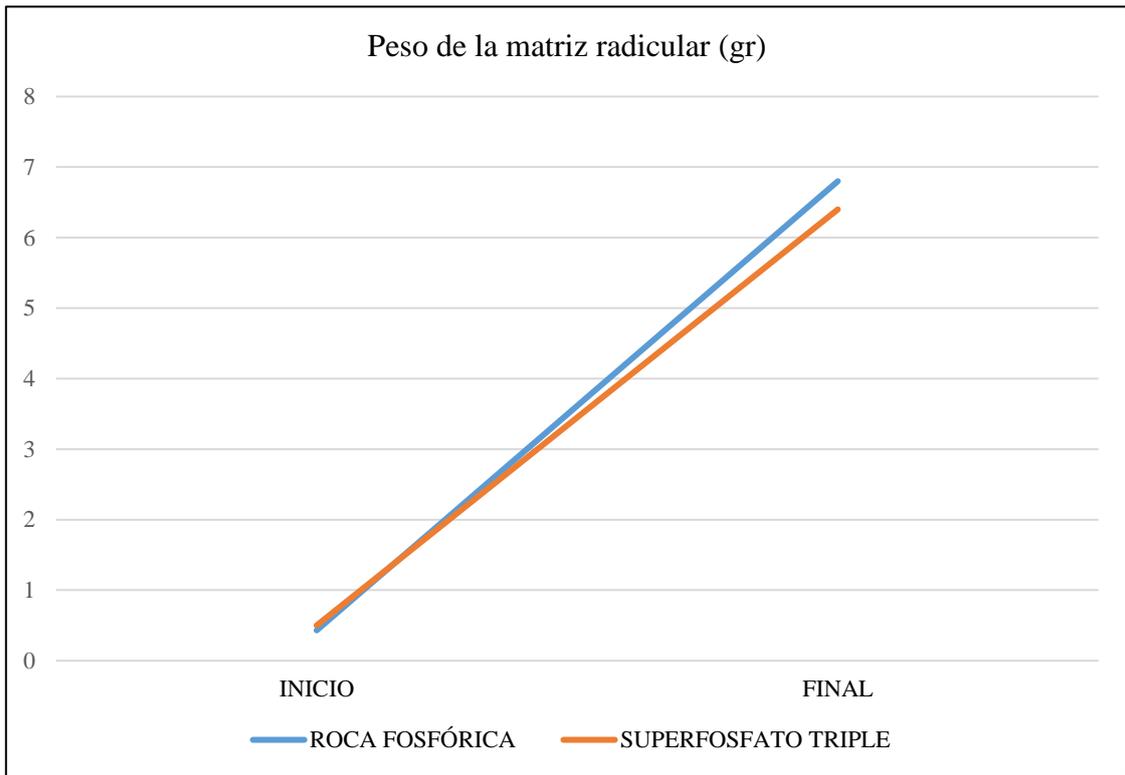


Figura N° 26. Comparación del peso de la raíz (gramos)

4.3 Tratamiento estadístico

Tabla N° 12. Desviación típica

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SA	5	,6	26,5	12,792	12,2241
RF	5	1,0	40,1	17,160	15,4788
SFT	5	1,0	38,7	15,840	15,0114
N válido (según lista)	5				

Fuente: Adaptación personal del tesista.

Tabla N° 13. Resumen del procesamiento de los casos

	Incluidos		Casos Excluidos		Total	
	N°	Porcentaje	N°	Porcentaje	N°	Porcentaje
SA * RF	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%
SA * SFT	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%

Fuente: Adaptación personal del tesista.

Medias

SA * RF

SA

Tabla N° 14. Determinación de la media de la roca fosfórica

RF	Media	N	Desv. típ.
1,0	,560	1	.
6,8	1,500	1	.
13,6	11,200	1	.
24,3	24,200	1	.
40,1	26,500	1	.
Total	12,792	5	12,2241

Fuente: Adaptación personal del tesista.

SA * SFT

SA

Tabla N° 15. Determinación de la media del SFT

SFT	Media	N	Desv. típ.
1,0	,560	1	.
6,4	1,500	1	.
10,7	11,200	1	.
22,4	24,200	1	.
38,7	26,500	1	.
Total	12,792	5	12,2241

Fuente: Adaptación personal del tesista.

Prueba T

Estadísticos para una muestra

Tabla N° 16. Prueba T, para la RF y SFT

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
RF	5	17,160	15,4788	6,9223
SFT	5	15,840	15,0114	6,7133

Fuente: Adaptación personal del tesista.

Tabla N° 17. Prueba para una muestra

Valor de prueba = 0

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
RF	2,479	4	,068	17,1600	-2,059	36,379
SFT	2,359	4	,078	15,8400	-2,799	34,479

Fuente: Adaptación personal del tesista.

Tabla N° 18. ANOVA de la RF y SFT

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática
RF	Inter-grupos	958,372	4	239,593
	Intra-grupos	,000	0	.
	Total	958,372	4	
SFT	Inter-grupos	901,372	4	225,343
	Intra-grupos	,000	0	.
	Total	901,372	4	

Fuente: Adaptación personal del tesista.

3.4 Sustentabilidad ambiental del proyecto

a.- Criterio ecológico

Área temática: Diversidad biológica.

Sub área temática: Conservación y protección de la biodiversidad.

La ejecución del proyecto de investigación promovió el criterio ecológico en el medio ambiente de cuidar el suelo como principal recurso de una actividad agrícola muy corriente en la zona norte de Amazonas. Esto se corroboró cuando se recomendó el uso de la roca fosfórica en el aporte de fosfatos, antes que el superfosfato triple.

La roca fosfórica adicionada aportó Fósforo (P_2O_5): 18 - 20 %, Calcio (Ca): 26 – 30 %, Magnesio (Mg): 0.6 % y Azufre (S): 5.5 % (ver Anexo N° 3); con un beneficio para el suelo de no provocar un incremento de la acidez, debido a la presencia de calcio, que reguló cualquier desnivel de los fosfatos ($H_2PO_4^-$ y HPO_4^{2-}). Además, su presencia promovió el desarrollo de plantas sanas por la presencia de minerales: Mg, Ca y S.

Cumplimiento del criterio:

La mezcla de roca fosfórica y guano de isla, son fertilizantes orgánicos que cumplieron la condición de no impactar el suelo al ser productos que son el resultado de la descomposición de la materia orgánica; fósiles cetáceos en el primer caso y estiércol de aves guaneras en el segundo caso.

b.- Criterio inter generacional

Área temática: Sociedad y ciudadanía.

Sub área temática: Comunidades campesinas e indígenas.

La ejecución del proyecto de investigación demostró que fue sustentable ambientalmente, al haber promovido el uso de la fertilización orgánica respecto a la fertilización inorgánica (química). De forma que, por ningún motivo se afectó la acidez ni textura del suelo; sino, todo lo contrario, utilizar roca fosfórica en lugar el superfosfato triple, fue actuar con mesura y prudencia al no abastecer de fósforo de forma excesiva en plantas que no se encuentran en las condiciones de adsorber por intermedio de sus raíces, dada la pequeña edad biológica de los plantones de café.

Haber utilizado fertilizantes orgánicos, el suelo conservó sus propiedades físicas químicas; respondiendo positivamente en el presente y futuro, ante cualquier siembra de un cultivo. Esta actitud responsable, dejó de lado la sobreproducción del grano de café (esta actitud ignoró el presente) por el futuro distributivo de la nueva generación.

Cumplimiento del criterio:

La preservación del recurso edáfico solo fue posible cuando se utilizó sustancias orgánicas (roca fosfórica y guano de isla) que son sensibles a la descomposición, al aporte extensivo y gradual de los nutrientes como los iones fosfatados, de calcio y azufre. El uso de estas sustancias orgánicas garantizó que las generaciones futuras hereden los mismos recursos con los que hoy se cuenta. Es decir, la sustentabilidad ambiental exigió ser justo con el tiempo futuro.

c.- Criterio económico

Área temática: Actividad económica del sector extractivo.

Sub área temática: Actividad forestal y silvicultura.

La ejecución del proyecto de investigación utilizó un fertilizante orgánico que en el mercado local costó S/. 35.00/quintal, respecto al superfosfato triple que costó S/. 95.00/quintal. Lo que indicó que, desde el inicio del crecimiento de la planta, existió un menor costo económico para un mejor desarrollo biológico (altura de la planta: 40.1 cm) que cuando se usó el superfosfato triple (altura de la planta: 38.7 cm) (Tabla 14). Definitivamente, hubo mejor performance en plantas tratadas con sustancias orgánicas, respecto a sustancias inorgánicas. Significó que, la investigación apostó por un crecimiento biológico inteligente, respecto a la economía y solidario con el medio ambiente.

Cumplimiento del criterio:

El uso de roca fosfórica y guano de isla tiene un costo más módico que el superfosfato triple. El quintal de roca fosfórica cuesta S/. 30.00; el quintal de guano de isla se comercia desde los S/ 45.00 a los S/. 60.00; a contraparte del superfosfato triple que cuesta S/. 90.00. Esto es que, la productividad del grano de café puede ser elevada, con una rentabilidad asegurada partiendo de la reducción de los costos de producción.

VIII. DISCUSIÓN

- La nutrición de plantas con fósforo fue utilizada en plantas de café. Ramos y Flores, (2008) determinó las propiedades físicas y químicas de los suelos derivados de cenizas volcánicas de una plantación tipo de café; se compararon dos fuentes de fertilizantes fosfatados (superfosfato triple, ST; roca fosfórica, RF); encontraron un nivel alto de fijación de fósforo (P) en el suelo. Inclusive, realizó una comparación entre fuentes fosfatadas y nutrientes orgánicos; obteniendo en sus resultados claras ventajas cuando utilizó roca fosfórica (RF), respecto al uso del superfosfato triple, en cambio cuando solo uso un abono orgánico no tuvo una respuesta satisfactoria; su experiencia fue relacionada al análisis de suelo y concentración de fósforo en suelo y hojas; a diferencia de la presente investigación realizó una medida indirecta sobre el beneficio de la fosfatación de los cafetos. Las mejoras fueron las mismas pero observables de forma cualitativa como medir la respuesta al crecimiento longitudinal del plantón de café, respecto al superfosfato triple; hubo diferencias respecto al formación de hojas verdes, es decir, fue de 14 hojas (promedio) respecto a 11 hojas (promedio); y lo mismo ocurrió con la profundidad longitudinal y el peso de la raíz; se obtuvo 24.3 cm y 6.8 gramos para la roca fosfórica, en cambio para el SFT fueron 22.4 cm y 6.4 gramos. Es decir, en ambas investigaciones se logró un buen desempeño foliar.
- Akande et al. (2011) encontró que la aplicación de P incrementó altura y la producción de semilla de Kenaf. La utilización de NPK incrementó la talla de las plantas en comparación con las plantas no fertilizadas. La altura de las plantas con roca fosfórica más residuos orgánicos y fertilizadas con NPK fue similar. La aplicación de roca fosfórica tuvo un efecto significativo en las alturas de las plantas de las dos variedades de kenaf en 2006 y 2007. La altura de la planta varió de 224,1 a 279,7 cm y 229,9 a 278,8 cm para Cuba 108 y Tainung 1 respectivamente en 2006, mientras que en 2007 varió de 213 - 239 cm y 215 - 238 cm para Cuba 108 y Tainung respectivamente. Comparado con los plantones de café, se evidenció similar desarrollo respecto a la altura de las plantas y sobre todo que la mezcla de roca fosfórica potenció su efecto sobre los plantones cuando se eleva la materia orgánica en el suelo, por ejemplo, los plantones alcanzaron una altura final de 40.1 cm respecto a 38.7 cm. Evidenciando su efecto favorable para la tasa de crecimiento en ambas investigaciones

- Inclusive, Hernández et al. (2015) evaluó el efecto de fosfatos P_2O_5 aplicado a la siembra en varias dosis sobre el contenido de fósforo (P) y nitrógeno (N). Evaluaron cuatro niveles de P (0, 21,8, 43,6 y 65,4 kg de P/ha). Coinciden con nuestra investigación al sostener que aumentar el contenido de P mejora el tejido radicular del *Lotus tenuis*. Igualmente, se observó en el café con el buen nivel de fósforo en el suelo se obtuvo un crecimiento del tejido radicular del café. En ambas investigaciones se concluye que la mayor capacidad de absorción de P, es también el resultado de su extensión y crecimiento del sistema radicular. Por otra parte, Hernández et al. (2015) utilizó como variables de trabajo el peso seco final de las plantas *Lotus tenuis*, asimismo, la altura longitudinal de las partes aéreas y el peso de la raíz; además de su contenido de fósforo (P) y nitrógeno total (N). Los resultados muestran efectos similares en la biología del *Lotus tenuis* y los plantones, salvaguardando las diferencias naturales sobre la biología particular de cada especie.
- El contenido de fósforo fue muy importante para el desarrollo biológico de los plantones de café y otros cultivos. Zamuner et al. (2016), aseguraron una buena disponibilidad de fósforo (P) para sus cultivos y concluyeron que la fertilización con nutrientes fosfatados incrementó el rendimiento en todos los ensayos. La roca fosfórica es una buena fuente de sustancias fosfatadas (19 %), que ayudados del guano de isla (cuya principal contribución fue la presencia de flora bacteriana y hongos y bacterias benéficas, los cuales facilitaron la adsorción de los iones de fósforo). La presente investigación coincide con Zamuner et al. (2016) al afirmar que la fertilización fosfatada aumenta todas las fracciones inorgánicas de P (especialmente la más soluble e inmediatamente intercambiable, y la unidas al Ca y minerales del suelo), probablemente debido a que los suelos poseen una alta saturación de bases y porcentaje de calcio intercambiable. La presente investigación utilizó 120 m² de área para la experimentación a diferencia de Zamuner et al. (2016) que utilizó parcelas de 102 m².

IX. CONCLUSIONES

- Fertilizar con roca fosfórica, complementada con guano de isla como fuente de materia orgánica, es una propuesta sustentable ambientalmente, habiéndose cumplido exigencias sobre los criterios ecológico (no contaminó el suelo), generacional (preservó el suelo) y económico (reducción de costos de fertilización).
- El crecimiento longitudinal (altura) de plántulas de café, evidenció una diferencia entre los viveros. Los plántulas que no recibieron fertilización con fosfatos en el suelo alcanzaron una altura promedio de 26.5 cm. En cambio, el vivero con roca fosfórica y guano de isla produjo plántulas con una altura promedio de 40.1 cm y los plántulas fertilizadas con superfosfato triple alcanzaron una altura promedio de 38.7 cm. En cuanto al peso de la matriz radicular, los plántulas sin fertilización en suelo alcanzaron un peso promedio de 1.5 gr; los plántulas con roca fosfórica alcanzaron un peso promedio de 6.8 gr; y finalmente, los plántulas con superfosfato triple alcanzaron 6.4 gr de peso.
- Respecto al número de hojas en los tres viveros, esta variable no evidenció diferencia entre ellos. De forma similar se observó al medir la profundidad de la raíz de los plántulas en los tres viveros. En cuanto al diámetro de los tallos, se evidenció que en los tres casos el diámetro aumentó considerablemente.
- Cuando se utilizó una fertilización orgánica como fue la mezcla de roca fosfórica y guano de isla, se alcanzaron mejores resultados de altura longitudinal y peso de la matriz radicular, a diferencia de los plántulas fertilizadas químicamente con superfosfato triple, sus resultados estuvieron cercanamente por debajo de los anteriores.

X. RECOMENDACIONES

- A los agricultores de café y otros cultivos, se les recomienda el uso de fertilizantes orgánicos complementados con guano de isla para favorecer la rápida descomposición de las sales nutrientes, a diferencia de los fertilizantes químicos que alcanzan resultados similares, pero a un precio más alto. En consecuencia, es posible desarrollar una agricultura sustentable ambiental y económicamente, a diferencia de la fertilización química, el uso de fertilizantes orgánicos sostiene y mantiene los terrenos de cultivos.
- A las diferentes asociaciones de agricultores se les recomienda buscar capacitaciones a los profesionales de las universidades, para poder lograr actividades productivas que puedan brindar rentabilidad a sus productores, pero sin dañar la textura de los suelos de cultivo. Inclusive, se puede fomentar el apoyo de las organizaciones gubernamentales como son las municipalidades y Gobierno Regional, para el conocimiento de nuevas técnicas de siembra.
- A las autoridades de la universidad, se recomienda ayudar a realizar investigaciones relacionadas con los sistemas de producción de la región amazonense. De esta manera se podría proponer nuevas alternativas de fertilización orgánica, coherente con la defensa del medio ambiente y con la promoción de la recuperación de la materia orgánica en los suelos.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akande, M. O., Makinde, E. A., Aluko, O. A., Ouwatoyinbo, F. I., y Adediran, J. A. (2011). Efecto de la fertilización con fosfato sobre el crecimiento y producción de Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Revista Tropical and subtropical agro-ecosystems* Vol. 14. N° 2. Mérida. Mayo – Agosto.
- Barrios, J. M., Suárez, B., Cruz, W., Barrios B., Vázquez, G., Ibáñez, A., y Moreno, D. (2015). Fertilización fosfatada en rendimiento y calidad de tomate en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Vol. 6. N° 4. Mayo – junio. Texcoco.
- Castro, W.F. (2010). *Geología: Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas*. Gobierno regional de Amazonas e Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. 76 pp.
- Cisneros, C. A., Sánchez, M.; Menjivar, J. C. (2017). Efecto de bacterias solubilizadoras de fosfatos sobre el desarrollo de plántulas de café. *Revista Agronomía Mesoamericana*. Vol. 28. N° 1 San Pedro. Enero – Abril.
- Dirección Regional de Agricultura - Amazonas (DRAU-A). 2017.
- Echeverri, D., Buitrago, L., Montes, F., Ingrid, I., y González, M. P. (2005). Café para cardiólogos. *Revista colombiana de cardiología*. Marzo/abril 2005 Vol. 11 N° 8.
- Hernández, S. D.; Cadenazzi, M. A.; Zanoniani, B. P. (2015). Efecto de la fertilización fosfatada sobre la composición química de *Lotus tenuis* y *Trifolium repens*. *Revista Agrociencia Uruguay*. Vol 19. N° 2. Diciembre. Montevideo.
- INGEMMET. (Instituto geológico minero y metalúrgico). 1995. Vol. 62,
- INIA. (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2015
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura). 2014.
- Noriega, G., Cárcamo, B., Gómez, M. Á., Schwentesius, R., Cruz, S., Leyva, J., García, E., López, U. I., y Martínez, A. (2014). Intensificación de la producción en la agricultura orgánica: caso café. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* Vol. 5 N° 1. Enero – febrero. Texcoco.
- Ordoñez, Y. C., Rodríguez, C., Rodríguez, L. (2017). Determinación de condiciones óptimas para la obtención de fertilizante de fosfato a partir de roca fosfórica cubana. *Revista G. Compet.* Vol.19 N° 2 Cali. Julio – diciembre. 2017.
- Palomino, C. A., López, C. B., Espejo, R. J., Mansilla, R. S., y Quispe J. V. (2014). Evaluación de la diversidad genética del café (*coffea arabica* L.) En villa Rica (Perú). Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. *Revista científica Ecología Aplicada*, 13(2), 2014.
- Palencia, E. A., y Oliveira, J. A. (2013). Aplicación de fuentes de fósforo al suelo en diferentes cortes de césped cultivado. *Revista Agro ciencia*. Vol. 47. N° 6. Agosto - setiembre. México. 2013.
- Queirolo, C. (2010). Promoción del consumo interno del café en el Perú: Lineamientos

de estrategia. Tesis para optar el grado de Magister en Comunicaciones, Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Post-Grado.

Ramos, S. G., y Flores, D. (2008). Comparación de dos fuentes fosfatadas en suelos volcánicos cultivados con café del soconusco, Chiapas, México. *Revista Agrociencia* Vol.42. N° 4. Mayo-junio. México.

Suñer, G., y Galantini, J. A. (2012). Fertilización fosforada en suelos cultivados con trigo de la región Sudoeste Pampeana. *Revista Ciencia del suelo*. Vol. 30. N° 1. Julio. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Vargas, J. (2010). Clima: Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas. Gobierno regional de Amazonas e Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. 38 pp.

Zamuner, E. C., Lloveras, J.; Echeverría, H. (2016). Dosis óptima económica de fósforo en el cultivo de papa en el sudeste bonaerense. *Revista Ciencia suelo*. Vol. 34. N° 1. Junio. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.

ANEXOS

Anexo N° 01

Ficha técnica: Superfosfato triple 0-46-0

El fósforo (P) es químicamente muy reactivo y por ello no se encuentra en estado puro en la naturaleza. La apatita es la fuente natural de fósforo en el suelo. Por meteorización pequeñas cantidades de P son liberadas a la solución del suelo para ser absorbidas por las plantas como iones ortofosfatos. Pero la mayor parte de esta forma compuestos con otros elementos como calcio, hierro, aluminio, o ciertos minerales arcillosos y reducen la disponibilidad del fósforo para las plantas, por lo que la demanda de este elemento es crucial cubrirla vía fertilización.

Contenido:

Fósforo disponible: 46 % (P_2O_5)

Descripción:

Este producto se obtiene tratando la roca fosfórica con ácido sulfúrico, ácido fosfórico o una mezcla de ambos. Con su nombre se incluyen todos los superfosfatos con 46% mínimo de P_2O_5 , 80% de este soluble en agua. El fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y el crecimiento celular y otros procesos de las plantas. La fertilización con fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua. El fósforo también mejora la calidad de frutas y granos, siendo vital para la formación de las semillas. La deficiencia de fósforo retarda la madurez del cultivo. Aporta además calcio (Ca) como nutriente secundario.

Aplicaciones:

En condiciones normales sólo del 20 al 30% del fósforo aplicado al suelo como fertilizante es absorbido por la planta durante un ciclo de crecimiento. Es un producto con alta solubilidad en agua, lo que asegura una rápida respuesta a la fertilización. Es adecuado para alfalfa y tréboles. El superfosfato triple es el producto ideal para fertilizaciones de mantenimiento y mezclas con altos contenido de P. Por su carácter ácido, se recomiendan aplicaciones al voleo o bien incorporado abajo o al costado de la línea de siembra.

Dosificación:

Cereales y Oleaginosas: 80 a 300 kg/ha. Hortalizas: de 150 a 200 kg/ha. (a la siembra o poco después del trasplante). Praderas y Campos naturales: de 80 a 300 kg/ha. (a la siembra o al voleo) Los valores son de referencia. Siempre es aconsejable un análisis de suelo para realizar una dosificación correcta.

Manipuleo y almacenaje:

Humedad crítica 93,6 % a 30°C, disminuyendo a 60 % en combinaciones físicas con urea, y 65 % con cloruro de potasio. Se recomienda no mezclar físicamente con urea y/o fosfato di-amónico; y de hacerlo, aplicar en el corto plazo, ya que dicha mezcla podría generar reacciones deteriorando el producto final. Se recomienda su almacenaje en recintos cerrados, bien ventilados y con ambiente seco, donde la temperatura no debe ser elevada. El producto debe mantenerse embolsado sobre tarimas sin entrar en contacto con el suelo, y lejos de fuentes de calor. No dejar envases abiertos porque se humedece en contacto con el aire (es higroscópico). Se debe separar la estiba del techo por lo menos un metro. Dejar espacio entre ellas para permitir la circulación de aire.

Anexo N° 02

Ficha técnica: Guano de isla – Agro rural – MINAGRI

Características del guano de las islas

El Guano de las Islas se presenta en forma de polvo de granulación uniforme.

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

Características químicas

El Guano de las Islas es un abono orgánico natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción de cosechas rentables.

Viene siendo utilizado en la producción orgánica, con muy buenos resultados en plátano (banano), café, cacao, quinua, kiwicha, entre otros.

Nutrientes	Contenido
Macro elementos	
Nitrógeno (N)	10 – 14 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	10 – 12 %
Potasio (K ₂ O ₅)	2 – 3 %
Elementos secundarios	
Calcio (Ca)	8 %
Magnesio (Mg)	5 %
Azufre (S)	16 %
Micro elementos	
Hierro (Fe)	320 ppm.
Zinc (Zn)	20 ppm.
Cobre (Cu)	240 ppm.
Manganeso (Mn)	200 ppm.
Boro (B)	160 ppm.
Microbiología	
Flora bacteriana	trazas
Hongos y bacterias benéficas	trazas

Del nitrógeno total, en promedio el 35 % se encuentra en forma disponible (33% en forma amoniacal – NH₄⁺ y 2 % en forma nítrica – NO₃⁻); el 65 % se encuentra en forma orgánica, por mineralizarse. Del fósforo total, en promedio el 34 % se encuentra en forma disponible (ácido fosfórico H₃PO₄) y el 66 % se encuentra en forma orgánica.

El resto de elementos nutritivos presentes en el Guano de las Islas se van liberando en forma iónica* conforme se realiza la mineralización de la materia orgánica.

Al abonar con Guano de las Islas, en promedio el 35 % de nitrógeno, fósforo y demás nutrientes presentes en el Guano, están disponibles para ser absorbidos por las raíces de las plantas en forma inmediata. La forma orgánica continúa en el suelo su mineralización, aportando nutrientes gradualmente durante el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

Anexo N° 03
Ficha técnica: Roca fosfórica.

NOMBRE COMERCIAL: ROCA FOSFORICA
PROCEDENCIA: Bayóvar - Sechura – Piura – Perú
PRODUCTOR: FOSYEIKI SAC
DIRECCION: Av. Tingo María 1148 – Cercado de Lima, Lima 1 - PERU.
TELEFONO: (+51)-1-4258002
E-MAIL: info@fosyeiki.pe

Contenido:

Fosforo (P ₂ O ₅):	18 - 20 %
Calcio (Ca):	26 – 30 %
Magnesio (Mg):	0.6 %
Azufre (S):	5.5 %

Características físicas:

Estado físico: Arena de grano fino
Humedad: 8 – 10 %
pH: 6 – 8
color: Marrón – plomo
densidad: 1.49 a 1.51 TM/m³
olor: Inodoro

Solubilidad:

La Solubilidad en ácido cítrico del P₂O₅ contenido en la roca fosfórica, es de 13.51 % de P₂O₅ que equivale al 60% del P₂O₅ total contenido en la muestra, lo que la clasifica como la más reactiva de las rocas fosfóricas conocidas a nivel mundial.

Presentación:

Granulada tipo arena, 100% por malla #20.

Empaque:

Saco de polipropileno laminado de 50 Kilos.

Anexo N° 04
Ficha técnica: Algafol Fósforo (abono foliar)

Algafol fósforo

Abono fosforado aditivado con FERTIMAR.

Algafol fósforo

Es un fertilizante foliar líquido con alto nivel de fósforo y complementado con nitrógeno y potasio, además está enriquecido con algas marinas. Adicionalmente posee una amplia gama de nutrientes y aminoácidos requeridos por la planta.

Algafol fósforo

ha sido diseñado para su aplicación vía foliar, siendo un abono líquido con una alta concentración de Fósforo, el cual se encuentra unido a los polisacáridos de las algas marinas permitiendo una rápida absorción y asimilación por la planta.

Su aplicación está vinculada a corregir y/o prevenir las carencias de fósforo en cultivos que requieren un aporte elevado de este nutriente; así como apoyar el enraizamiento y la formación temprana de flores y frutos. Su uso contribuye al buen desarrollo de la raíz principal y raíces secundarias, incrementando la capacidad de absorción de los nutrientes del suelo.

Algafol fósforo

contribuye adicionalmente a aumentar la capacidad de asimilación de nutrientes, vigor de la planta y promover la síntesis de clorofila, la cual ayuda a una buena fotosíntesis, transformación y transporte de energía. De igual forma, **Algafol fósforo** apoya a mejorar los procesos fisiológicos de la planta, logrando un uso eficiente de los nutrientes en los distintos procesos generando un buen desarrollo, floración y fructificación.

Beneficios de Algafol fósforo

- Aumenta el vigor de la planta.
- Optimiza la capacidad de asimilación de nutrientes del suelo.
- Apoya al desarrollo radicular de la planta.
- Favorece la formación temprana de flores.
- Promueve la síntesis de clorofila.