



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE TITULACIÓN

Geophila macropoda COMO ALTERNATIVA DE COBERTURA VEGETAL
EN PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero/a Agrónomo/a

Autor:

Cañizares Guilindro Bryan Fabián

Villafuerte Vargas Marc Anthony

Tutor:

Ing. Luna Murillo Ricardo MS.c

LA MANÁ – COTOPAXI
FEBRERO 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Bryan Fabián Cañizares Guilindro y Marc Anthony Villafuerte Vargas, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: *Geophila macropoda* COMO ALTERNATIVA DE COBERTURA VEGETAL EN PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao l.*), siendo el Ing. MS.C Ricardo Augusto Luna Murillo, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Bryan Fabián Cañizares Guilindro
C.I: 050405763-9



Marc Anthony Villafuerte Vargas
C.I: 120743111-3

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Cañizares Guilindro Bryan Fabian con C.C. 0504057639 y Villafuerte Vargas Marc Anthony con C.C. 1207431113, de estado civil solteros y con domicilio en La Mana, a quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Evaluación de tres dosis de micorrizas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en el cantón La Maná” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Febrero 2016 – Marzo 2021.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Pincay Ronquillo Wellington MSc.

Tema: “**Evaluación de tres dosis de micorrizas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en el cantón La Maná**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LAS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LAS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LAS CEDENTES** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de septiembre del 2020.



Cañizares Guilindro Bryan Fabian
LA CEDENTE



Villafuerte Vargas Marc Anthony
LA CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umaginga
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

Geophila macropoda COMO ALTERNATIVA DE COBERTURA VEGETAL EN PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao l.*), de Bryan Fabián Cañizares Guilindro y Marc Anthony Villafuerte Vargas de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación

La Maná, febrero del 2021



Ing MS.C Ricardo Augusto Luna Murillo
C.I: 0912969227
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por cuanto los postulantes Bryan Fabián Cañizares Guilindro y Marc Anthony Villafuerte Vargas con el título de Proyecto de Investigación: *Geophila macropoda* COMO ALTERNATIVA DE COBERTURA VEGETAL EN PLANTACIONES DE CACAO (*theobroma cacao l.*), han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

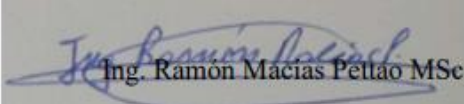
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Marzo del 2021

Para constancia firman:


Ing. Cristian Tapia Ramirez MSc.
C.I: 050278441-6
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. MS.c Wellington Jean Pincay Ronquillo
C.I: 120638458-6
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Ramon Macias Pellao MSc.
C.I:0910743285
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por poseer y gozar de una familia, gracias por el apoyo incondicional, agradecemos a nuestras familias por permitirnos concluir de manera gratificante esta tesis. Agradecemos por haber creído en nosotros.

Agradecemos también a nuestro tutor de tesis el ING. MS.C Ricardo Luna por habernos brindado su capacidad y conocimiento científico, igualmente agradecerle por tanta paciencia al momento de guiarnos en el proceso de nuestra tesis.

Finalmente no queda más que agradecer a todas esas personas de nuestro círculo de amistad que de una manera u otra manera han aportado en las ganas de seguir adelante.

Bryan y Marc

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo principalmente a nuestros padres, quienes nos brindaron su apoyo absoluto en todo momento de nuestra formación académica. Su bendición a diario a lo largo de nuestra vida nos protege y nos lleva por el camino del bien.

A Dios por darnos la oportunidad de habernos permitido llegar a esta importante etapa profesional de nuestras vidas.

Bryan y Marc

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

TEMA: *Geophila macropoda* COMO ALTERNATIVA DE COBERTURA VEGETAL EN PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao l.*)

Autores:

Cañizares Guilindro Bryan Fabian

Villafuerte Vargas Marc Anthony

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Recinto la Libertad del cantón La Maná. El objetivo central propuesto fue: Evaluar los efectos de *Geophila macropoda* en el suelo como cultivo de cobertura en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L.*). *Geophila macropoda* es utilizado como cubierta vegetal viva en diversos cultivos entre ellos en las plantaciones de cacao, la cual es manejada como alternativa para minimizar el uso de herbicidas o demás productos químicos. Para demostrar los beneficios que apporto *g. macropoda* se realizó un análisis químico del suelo al inicio y otro al final de la investigación en conjunto de análisis foliares a las hojas, tallos y a la planta completa de *g. macropoda*, también se evaluó si hubo un crecimiento en la población de bacterias y hongos por lo que se realizaron 2 análisis microbiológicos, así mismo se realizó un seguimiento en el índice de cobertura de cada parcela ya que cada tratamiento constato de diferentes distancias de siembra, estas fueron cada 40, 60, 80, y 100 cm, esto demostró a que distancia y a los cuántos días obtendremos una mejor cobertura. Para ello se distribuyó en campo en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) se aplicaron 4 tratamientos con 4 repeticiones en conjunto de un testigo. La materia orgánica del suelo presento un aumento significativo pasando de 1,90 % a 5,54 % mientras que el pH no presento cambios (5,51 %). Los análisis foliares demostraron que *G. macropoda* es rica en N-P-K y en base a los resultados microbiológicos se evidencia que la población de bacterias crece de 6×10^3 a los 30 días hasta $1,8 \times 10^6$ a los 60 días.

Palabras clave: herbicidas, cobertura vegetal, *Geophila macropoda*, suelo.

ABSTRACT

This research was carried out in the village La Libertad in the canton of La Maná. The main objective proposed was: to evaluate the behavior and effects on the soil of *Geophila macropoda* as a cover crop in cocoa plantations (*Theobroma cacao* L). *G. macropoda* is used as a living plant cover in various crops including cocoa plantations, which is managed as an alternative to minimize the use of herbicides or other chemicals. To demonstrate the benefits provided by *g. macropoda*, a chemical analysis of the soil was carried out at the beginning and another at the end of the research together with foliar analysis of the leaves, stems and the whole plant of *g. macropoda. macropoda*, it was also evaluated if there was a growth in the population of bacteria and fungi so 2 microbiological analyses were performed, likewise a follow-up was made in the coverage index of each plot since each treatment consisted of different planting distances, these were every 40, 60, 80, and 100 cm, this showed at what distance and how many days we will obtain a better coverage. For this purpose, the field was distributed in a randomized complete block design (RCBD), 4 treatments were applied with 4 replications together with a control. Soil organic matter showed a significant increase from 1.90% to 5.54%, while pH did not change (5.51%). Foliar analysis showed that *G. macropoda* is rich in N-P-K and microbiological results showed that the bacterial population grew from 6×10^3 at 30 days to 1.8×10^6 at 60 days.

Key words: herbicides, plant cover, *Geophila macropoda*, soil.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los estudiantes Egresados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Cañizares Guilindro Bryan Fabián y Villafuerte Vargas Marc Anthony, cuyo título versa “*Geophila macropoda* COMO ALTERNATIVA DE COBERTURA VEGETAL EN PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao l.*)”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

La Maná, marzo del 2021

Atentamente,

MSc. Ramón Amores Sebastián Fernando C.I:
050301668-5
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

ÍNDICE

Contenido	Pág.
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
ÍNDICE.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
8.1 Descripción botánica de <i>Geophila macropoda</i>	5
8.1.1 Generalidades.....	5
8.1.2 Diagnóstico.....	6
8.1.3 Hojas.....	6
8.1.4 Flores.....	6
8.1.5 Frutos.....	7
8.1.6 Hábito.....	7
8.1.7 Descripción Taxonómica de <i>Geophila macropoda</i>	7
8.2 Cultivos de Cobertura Vegetal.....	7
8.2.1 Las ventajas de los cultivos de cobertura.....	8

8.2.2	Efectos de los cultivos de cobertura.....	9
8.2.2.1	Efectos sobre las características físicas.....	9
8.2.2.1.1	Porosidad.....	9
8.2.2.1.2	La temperatura.....	9
8.2.2.1.3	Humedad.....	9
8.2.2.2	Efectos sobre las características químicas.....	10
8.2.2.3	Efectos sobre las características biológicas.....	10
8.3	Asociación de cultivos.....	10
8.4	Cultivo de Cacao (<i>Theobroma cacao</i>).....	11
8.4.1	Descripción Botánica.....	11
8.5	Coberturas vegetales asociadas en cultivos de cacao.....	13
9	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	13
10	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
10.2	Condiciones agrometeorológicas.....	14
10.3	Materiales y Equipos.....	14
10.4	Tratamientos.....	15
10.5	Diseño experimental.....	15
10.6	Análisis de varianza.....	15
10.7	Variables a evaluar.....	15
10.8	Manejo del experimento.....	16
11	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
11.1	Análisis químico del suelo.....	17
11.2	Índice de cobertura (%).....	19
11.3	Evaluación de <i>Geophila macropoda</i>	20
11.3.1	Agronómicas.....	20
11.3.2	Foliar.....	22
11.3.3	Análisis microbiológico.....	23
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	24
13.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	24
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	27
16	ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Condiciones agrometeorológicas del Recinto La Libertad del cantón La Maná	14
Tabla 2: Materiales y equipos	14
Tabla 3: Tratamientos de estudio	15
Tabla 4: Esquema del análisis de varianza.....	15
Tabla 5: Análisis de suelo al inicio de la investigación <i>Geophila macropoda</i> como.....	18
Tabla 6: Análisis de suelo al finalizar la investigación <i>Geophila macropoda</i> como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	19
Tabla 7: Índice de cobertura de <i>Geophila macropoda</i> como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	20
Tabla 8: Peso de planta completa (g) de <i>Geophila macropoda</i> como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	20
Tabla 9: Peso de hojas (g) de <i>Geophila macropoda</i> como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	21
Tabla 10: Peso de tallos (g) de <i>Geophila macropoda</i> como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	21
Tabla 11: Largo de tallo (cm) de <i>Geophila macropoda</i> como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	22
Tabla 12: Análisis foliar de <i>Geophila macropoda</i> como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	23
Tabla 13: Análisis microbiológico de <i>Geophila macropoda</i> como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	24
Tabla 14: Presupuesto para la elaboración del proyecto.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Hoja de vida de los estudiantes	30
Anexo 2: <i>Hoja de vida del tutor del proyecto</i>	32
Anexo 3: Resultados del análisis de tallo a los 30 días	33
Anexo 4: Resultados del análisis de hojas a los 30 días	34
Anexo 5: Resultados del análisis de planta completa a los 30 días	35
Anexo 6: Resultados del análisis microbiológico a los 30 días	36
Anexo 7: Resultados del análisis microbiológico a los 60 días	37
Anexo 8: Resultados del análisis de suelo (muestras de la parcela testigo)	38
Anexo 9: Resultados del análisis de suelo al finalizar la investigación	39
Anexo 10: Resultados del análisis de planta completa a los 60 día	40
Anexo 11: Resultados del análisis de tallo a los 60 días	41
Anexo 12: Resultados del análisis de hojas a los 60 días	42
Anexo 13. Certificación antiplagio	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Establecimiento de la investigación.....	43
Figura 2: Campo experimental. Recinto La Libertad.....	43
Figura 3: Siembra de g. macropoda.....	43
Figura 4: Balance del peso de g. macropoda.....	43
Figura 5: Medición del largo del tallo.....	44
Figura 6: Pesaje de las muestras.....	44
Figura 7: Toma de muestras para envío al laboratorio.....	44
Figura 8: Parcela establecida con G. macropoda.....	44

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L.*)

Fecha de inicio: Mayo 2020

Fecha de finalización: Marzo 2021

Lugar de ejecución: Recinto la libertad del cantón La Maná

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado: Sector Agrícola

Equipo de Trabajo:

Ing. Ricardo Augusto Luna Murillo MS.c

Bryan Fabián Cañizares Guilindro.

Marc Anthony Villafuerte Vargas

Área de Conocimiento: Agricultura, silvicultura y pesca.

Línea de investigación: Seguridad Alimentaria

Sub línea de investigación: Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los cultivos de cobertura son especies que se asocian en las rotaciones de cultivos para suministrar beneficios al suelo o al agrosistema de forma general. Algunas de las características ambientales más significativas proporcionadas por los cultivos de cobertura incluyen la protección del suelo contra la erosión, la captura y la prevención de pérdidas de nutrientes, la fijación de nitrógeno por parte de las leguminosas, el incremento del carbono del suelo y mejoras asociados a sus características físicas y químicas, la disminución de la temperatura del suelo, el aumento de la diversidad biológica incluyendo organismos benéficos y la supresión de las malezas y las plagas.

El despojos de los cultivos de cobertura queda en superficie liberando nutrientes que poseen en su biomasa vegetal al descomponerse. En zonas templadas, las especies más utilizadas como cobertura vegetal son principalmente de las familias de las gramíneas y leguminosas.

Varios estudios demuestran que los cultivos de cobertura incluidos en planteos de siembra directa mejoran la infiltración y retención del agua en el perfil del suelo, lo que se atribuye a una menor pérdida de agua por escurrimiento superficial y percolación profunda fuera del alcance de las raíces, lo cual se ve reflejado en un mayor rendimiento en los periodos secos (Hoyt, 2004).

Otro punto de vista potencialmente beneficioso de los cultivos de cobertura es la absorción de nitratos con la constante retención de nitrógeno en sus hojas, lo que disminuye las pérdidas por lixiviación que ocurrirían sin presencia del cultivo, principalmente durante barbechos largos. Esta inmovilidad del N inorgánico podría condicionar la reserva de N para el cultivo descendiente.

(Reicosky, 2005) Menciona que el nitrógeno incorporado al suelo proveniente de las hojas de las coberturas vegetales es más eficientemente utilizado por las plantas que el N procedente de fertilizantes.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El enfoque moderno para la fertilización del suelo está fundamentado principalmente por el uso de pesticidas, estos compuestos químicos han permitido amplificar los rendimientos y reducir los costos de producción de forma significativa, sin embargo, el uso constante de agroquímicos puede tener impactos negativos en el ambiente, lo anterior resulta obsceno afectando la salud del consumidor.

La alteración del ambiente, a través de la degradación del suelo, es un proceso perjudicial que afecta negativamente el desarrollo de la agricultura. (Encina & Ibarra, 2000) Uno de los problemas más graves en la agricultura y en especial en el sector cacaotero es el agotamiento o desgaste del suelo. La alternativa para solucionar este problema es la aplicación de agroquímicos.

La agricultura moderna busca desarrollar una agricultura más sustentable mediante la aplicación de métodos agroecológicos que permitan al suelo salvaguardar a las plantas. El uso de cobertura vegetal permanente en el suelo ha sido un sistema de estudio y que hasta la actualidad presenta resultados más satisfactorios. La implementación de cobertura vegetal en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L*) del recinto La Libertad son nulas, esto debido al desconocimiento o la falta de un asesoramiento técnico.

El uso de cultivos de coberturas en sistemas perennes es mucho más ampliamente distribuido y reconocido que su uso en los cultivos anuales (Liyanage, 1988), en los cuales reducen la erosión, administran materia orgánica o nutrientes al suelo y ayudan a proteger el medio ambiente. Las técnicas de producción orgánica se basan en modelos de productividad específicos cuyo propósito es lograr agroecosistemas óptimos y sustentables desde el punto de vista social, económico y ecológico.

Con la finalidad de llevar una agricultura sustentable minimizando el uso de agroquímicos es que nace la propuesta de implementar un cultivo de cobertura, contribuyendo al sector agrícola, especialmente para el manejo de una agricultura más sostenible, y amigable con la naturaleza utilizando una cobertura vegetal como *Geophila macropoda* donde es posible mejorar las condiciones del suelo pese a tener dos cultivos en una misma unidad de producción.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios Directos:

En este proyecto se beneficiaron el propietario de la finca en donde se va a llevar a cabo la investigación, además servirá como información actualizada para que los estudiantes de la carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi tengan información sobre el uso de cultivos de cobertura

Beneficiarios Indirectos:

Los productores cacaoteros de otras zonas fueron los beneficiarios indirectos, al igual que aquellos vendedores de semilla de *Geophila macropoda*.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Al presente los avances tecnológicos en la agricultura han sido de mucha ayuda, incluso varias de estas aún están en etapas de investigación y desarrollo, numerosas de estas tecnologías son de alto valor económico para los pequeños o medianos productores y hasta en ocasiones desconocen sobre los nuevos temas de investigación que favorecen a la producción de los cultivos por lo que los agricultores continúan con los métodos tradicionales para el cuidado y producción del cultivo de cacao.

Por lo general los agricultores hacen uso de agroquímicos para la fertilización, control de maleza, control de plagas y enfermedades entre otros. Los pesticidas son altamente contaminantes para los suelos, sobre todo si no se utilizan las dosis correctas. Esto debido a que los agricultores no han recibido algún asesoramiento que indique que el uso excesivo de agroquímicos trae problemas perjudiciales a sus plantaciones, debido al desconocimiento y a la falta de ética de algunos profesionales que promueven el uso de estos productos y buscan lucrarse a sí mismos sin mirar el daño que pueden provocar.

La conservación del suelo es una de las prácticas más importantes dentro del campo agrícola, y probablemente la que menos se realiza en el Ecuador, donde los rendimientos agrícolas constituyen la base del capital a nivel nacional. Esta situación requiere el uso de prácticas de conservación del suelo para prevenir su desgaste y mantener la fertilidad, dentro de estas técnicas se encuentra el empleo de coberturas vegetales vivas para solucionar dos problemas prácticos: La necesidad de resguardar el agua del suelo y la búsqueda de sistemas de producción amigables con el ambiente. Por tanto, conviene preguntarnos si: ¿Existe el efecto de la cobertura vegetal viva sobre el suelo en cultivos de cacao?

6. OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar los efectos de *Geophila macropoda* en el suelo como cultivo de cobertura en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L*)

Objetivos Específicos

- Implementar *Geophila macropoda* en el cultivo de cacao del recinto La Libertad.
- Registrar el crecimiento de *Geophila macropoda* como cobertura vegetal.
- Evaluar el efecto de *Geophila macropoda* en el suelo.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Implementar <i>Geophila macropoda</i> en el cultivo de cacao del recinto La Libertad	Adquisición de las plántulas de <i>G. macropoda</i> para su siembra	Cultivo de cacao establecido con <i>G. macropoda</i>	*Herramientas *Fotografías *Inspección de cultivo
Registrar el crecimiento de <i>Geophila macropoda</i> como cobertura vegetal.	Toma de datos de las plantas de <i>G. macropoda</i> .	Datos tabulados	*Libreta de campo *Inspección de cultivo
Evaluar el efecto de <i>Geophila macropoda</i> en el suelo.	Toma de muestras para su análisis	Datos de los resultados del análisis	Análisis de las muestras en laboratorio

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Descripción botánica de *Geophila macropoda*

8.1.1 Generalidades

Geophila macropoda o conocida comúnmente como “oreja de ratón” es una planta dicotiledónea rastrera que se desarrolla de los 0 a 800 msnm y se encuentra distribuida en regiones de bosques húmedos y muy húmedos. Por su porte bajo, se recomienda como cobertura en las plantaciones de banano, no impide las labores propias de la plantación, su sistema radical es poco profundo,

adaptación al pisoteo y a la sombra, además de ser muy susceptible al contacto directo con fertilizantes sólidos (López & Vega, 2004).

G. macropoda como cobertura del cacao podría ser muy eficaz en el control de la erosión, reducir la aplicación de pesticidas, dignificar la microflora y mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Un método para neutralizar las malezas en el cultivo de cacao es el uso de arvenses: coberturas vegetales que no compitan con el cultivo, pero su incorrecta elección podría causar que se vuelvan competencia del cultivo comercial y que se conviertan en hospederas de plagas o enfermedades que afecten la plantación y lo vuelvan difícil de controlar (FAO, 2005). *G. macropoda* es una gran opción para estos problemas. Esta especie se reproduce a través de semilla sexual y por medio de estolones. La propagación por semillas presenta la ventaja de que la recolección manual y posterior dispersión es sencilla.

8.1.2 Diagnóstico

Esta especie se reconoce por los caracteres mencionados en la descripción del género, y por sus frutos de color azul oscuros a negros. En ocasiones es confundida con *Coccocypselum*; esto debido a que presentan características análogas entre sí, como en el color de su fruto o la forma de sus hojas. Para sus distinciones ver la discusión bajo el género *Geophila* (Florura Digital, 2020).

8.1.3 Hojas

Las hojas miden alrededor de 2.5–6 × 2–5.5 cm, considerablemente ovadas, ápice agudo, base cordada con senos de 2–15 mm, los lóbulos separados o traslapándose, membranáceas o papiráceas al secarse; con 3–5 pares de venas secundarias; pecíolos de 2–10 cm, usualmente con líneas de tricomas ciliados (Florura Digital, 2020).

8.1.4 Flores

Inflorescencias con 3 a 7 flores, pedúnculos de 2 a 7.5 cm, cabezas de 2 a 4 cm de diámetro, brácteas angostamente triangulares, de 3–5 mm, agudas. Flores sésiles, simuladamente heterodistilias; limbo del cáliz con 5 lóbulos, de 2–3 mm, agudos; presenta una corola infundibuliforme (Florura Digital, 2020).

8.1.5 Frutos

Son pequeñas drupas de entre 5 a 3 mm, de color azul oscuras a negras (Florura Digital, 2020).

8.1.6 Hábito

Hierva postrada. (Florura Digital, 2020)

8.1.7 Descripción Taxonómica de *Geophila macropoda*

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Gentianales
Familia: Rubiaceae
Subfamilia: Rubioideae
Tribu: Psychotrieae
Género: *Geophila*

8.2 Cultivos de Cobertura Vegetal

Se entiende como la vegetación que ocupa un espacio determinado dentro de un entorno, cumple funciones de gran importancia como la captación y almacenamiento de energía, protección de la fauna, agente antierosivo del suelo, regulador del clima local, atenuador y reductor de la contaminación atmosférica, fuente de materia prima y bienestar para el hombre (López & Vega, 2004).

El manejo de cultivos de cobertura constituye una práctica muy antigua en la agricultura. Su empleo hasta los años 50 antes de la entrada de los agroquímicos estaba muy difundido en los sistemas de producción agrícola (López & Vega, 2004).

El uso de cultivos de coberturas en sistemas perennes está mucho más ampliamente distribuido y reconocido que su uso en los cultivos de ciclo corto, en los cuales facilitan un método de control de malezas que economiza mano de obra, reducen la erosión del suelo y proveen nutrientes al suelo. En sistemas silvopastoriles, la cobertura podría también abastecer forraje para el ganado (Liyanage, 1988).

Las múltiples funciones de los cultivos de cobertura varían durante el ciclo de desarrollo de los cultivos perennes. Durante la fase inicial de establecimiento, los cultivos de cobertura pueden comprimir la lixiviación de nutrientes en el suelo, absorbiendo los nutrientes disponibles, los mismos que no son aun accesibles al sistema radicular parcialmente desarrollado de los perennes. (López & Vega, 2004).

Comúnmente las especies utilizadas como cultivos de cobertura son: leguminosas, cereales o una mezcla conveniente, que se cultivan para cubrir el terreno con un gran porcentaje de follaje que protege al suelo del impacto de la lluvia, sol y del viento. Por tal razón es recomendable usar coberturas vivas asociadas a un cultivo comercial o en surtido con otras especies, el agricultor debe determinar el tipo de beneficios esenciales que requiere. Por este motivo debe considerar las circunstancias específicas del sistema de producción que va a utilizar, como: el recurso agua, tipo de suelo, las prácticas culturales y secuencia de cultivo (Fernando & Mario, 2007).

Los cultivos de cobertura también son una opción para mantener el carbono de los suelos o evitar su pérdida. Esta práctica consiste en sembrar un cultivo con la finalidad de generar materia orgánica entre dos cultivos de cosecha y beneficiar los balances de carbono en los sistemas agrícolas. Además, hay un efecto positivo sobre la eficacia de uso de agua de los métodos de producción, sobre todo en regiones donde ocurren precipitaciones durante el barbecho invernal y el agua en su mayoría no son utilizadas por los cultivos comerciales que se siembran en verano debido a que el agua del suelo se pierde por infiltración o evaporación (Fernández, Quiroga, & Noellemeyer, 2012).

8.2.1 Las ventajas de los cultivos de cobertura

Por coberturas vivas nos referimos a cultivos adicionales que se integran junto con el cultivo principal o comercial, para cubrir la tierra cuando se la deja en barbecho, a fin de resguardar al suelo de los efectos erosivos del viento, la lluvia y las altas temperaturas. De manera similar, los abonos verdes son cultivos de cobertura cuyo fin es conservar o incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y elevar su nivel general de fertilidad. Estas son especies de crecimiento rápido que se cortan y incorporan en el mismo lugar en el que crecen antes de florecer, lo que desviaría la concentración de nutrientes a las semillas o el fruto (Ochoa & Oyarzum, 2008). Los cultivos de cobertura y los abonos verdes tienen ventajas similares y complementarias, incluyendo:

- Proteger el suelo de la erosión y de que se reseque, optimando los niveles de humedad y la circulación del agua.
- Detener el desarrollo de malas hierbas, ya sea directamente o indirectamente.
- Enriquecer el suelo con nitrógeno (abonos verdes de plantas leguminosas) y otros nutrientes.
- Introducir nuevos entornos para los enemigos naturales de plagas y otros organismos que causan enfermedades.
- Contribuir a mejorar la estructura del suelo como resultado de su mayor actividad biológica y de la acción mecánica de las raíces.
- Favorecer a desarrollar el contenido orgánico y el humus del suelo, impulsando su fauna y microorganismos.
- Proporcionar un entorno más húmedo que contribuya a degradar los rastrojos resistentes tales como la paja en los cultivares de cereales, balanceando la proporción entre carbón y nitrógeno (Ochoa & Oyarzum, 2008).

8.2.2 Efectos de los cultivos de cobertura en el suelo

8.2.2.1 Efectos sobre las características físicas

8.2.2.1.1 Porosidad

Los cultivos de cobertura resultan un instrumento clave en este sentido ya que la macro porosidad es necesaria para la infiltración del agua de lluvia. Tanto la suministración de agua como la capacidad de penetración de las raíces demandan poros mayores a los 100 micrones de diámetro (Marzetti & Bertolotto, 2017).

8.2.2.1.2 La temperatura

Este elemento en el suelo es influenciado por sus coberturas naturales y, primordialmente por residuos orgánicos u otros tipos de coberturas protectoras aplicadas en la superficie del suelo. En periodos de calor mantienen el área del suelo más fresca que en los casos en que no existe cobertura. En oposición, en los periodos fríos de invierno, funcionan como reguladores de las rápidas caídas de temperatura (Sánchez, Souza, Matsura, & Freitas, 2010).

8.2.2.1.3 Humedad

Una de las ventajas del uso de coberturas en la producción de cultivos, reside en el sustento de la humedad del suelo. Esta proviene de la menor evaporación frente a la labranza tradicional. El mayor contenido de agua en el suelo con cobertura queda aprovechable para la transpiración de las plantas, aumentando así la eficiencia hídrica de las mismas. Estos efectos varían con el flujo de vapor del agua, el cual se ve reducido con el crecimiento de la cobertura vegetal en los sistemas de labranza mínima (Marzetti & Bertolotto, 2017) .

8.2.2.2 Efectos sobre las características químicas

Los cultivos de cobertura ayudan aportando materia orgánica, que ayuda al agregado de las partículas minerales, este beneficio se puede evidenciar en la disponibilidad de macro y micro nutrientes para el cultivo comercial. La relación de C/N es significativo ya que determina la rapidez de la mineralización si es inferior 25, la desintegración va a ser más acelerada por lo tanto va a haber una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta. A medida que se incorpora abono verde mejora la estructura del suelo, retiene humedad y nutrientes, e intercambia cationes con las plantas, regulariza la acidez manteniendo un pH estable esto se puede alcanzar corrigiendo la fertilidad del suelo (Blaya & Garcia, 2013).

8.2.2.3 Efectos sobre las características biológicas

La implementación de cultivos de cobertura transforma la estructura, composición y diversidad de la biología del suelo, adhieren materia orgánica fresca la cuál es aprovechada por los organismos edáficos como fuente de nutrientes y estimula el desarrollo de organismos que pueden promover la estructuración del suelo y hacer más disponibles los nutrientes (Marzetti & Bertolotto, 2017).

8.3 Asociación de cultivos

Cultivo de dos o más especies en el mismo terreno durante la misma temporada de crecimiento, puede adoptar la forma de cultivo doble intercalado en el que se siembra un segundo cultivo después de haber cosechado el primero, o también conocido como cultivo de relevo, en el que el segundo cultivo se inicia en medio del primero antes de que se haya cosechado (FAO, 2010).

Gran parte de los agricultores a nivel mundial, sobre todo los de países en desarrollo, siguen utilizando sistemas de cultivo de varias especies, resguardados a lo largo de la historia para mantener la diversidad biológica, económica y nutricional. Las familias de granjas pequeñas que tienen problemas

para mecanizar y ampliar las tierras por falta de capital y que necesitan una fuente de alimentos y entradas de bajo riesgo suelen usar sistemas de policultivo. Estos sistemas mantienen una cubierta de cultivos verdes y en crecimiento sobre el suelo gran parte del año, siendo la permanencia total de la temporada función de las precipitaciones y de la temperatura. En los sistemas con más de un cultivo el aprovechamiento de la luz solar, el agua y los nutrientes disponibles suele ser mejor que el que es posible alcanzar con un solo cultivo. La familia cuenta con una fuente más variada de alimentos y más de una fuente de ingresos, y estas fuentes se mercantilizan a lo largo de gran parte del año. Los modelos de cultivos de los sistemas de policultivo se describen mediante el número de cultivos por año y la fuerza del solapamiento de los cultivos. Los cultivos dobles o triples intercalados designan sistemas con dos o tres cultivos plantados secuencialmente sin que se engañen sus ciclos de crecimiento (FAO, 2010).

Los suelos agrícolas de Ecuador están altamente degradados. La deforestación asociada a prácticas tales como el monocultivo y el cultivo en pendientes, ha contribuido al desfallecimiento de los suelos fértiles.

Otro indicador de esta degradación puede verse en los niveles descendientes de los contenidos de materia orgánica en el suelo, y por lo tanto en la permanencia de su estructura y el contenido de nutrientes. El uso de pesticidas ha empeorado la situación. Por lo tanto es más apropiado hablar de la “recuperación” que de la “conservación” de este recurso (Ochoa & Oyarzum, 2008).

8.4 Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao*)

El cacao, conocido como el alimento de los dioses, constituye la materia prima más importante para la industria chocolatera. Actualmente se siembra en 17 países de África. Entre ellos se destacan Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún. Entre tanto, en Asia y Oceanía se cultiva en 12 países, con alta presencia en Indonesia, Malasia, Filipinas y Papúa Nueva Guinea. También se planta en China e India, aunque en menor proporción. En cambio, en América el cacao se produce en 22 países, desde el sur de México (Tabasco) hasta la región amazónica en Suramérica. (Perea Villamil, 2019).

8.4.1 Descripción Botánica

El cacao es un árbol nativo de la cuenca Amazónica. El botánico suizo Carlos Linneo le asignó su nombre científico, *Theobroma cacao* L., en 1753. Se clasificó desde entonces en el género

Theobroma, familia Sterculiaceae, hasta el año 2003, cuando fue reclasificado en la familia Malvaceae. Dentro del género Theobroma hay 22 especies, de las cuales el *Theobroma cacao* y el *Theobroma glandiflorum*, conocido como copuazú, son las de mayor valor comercial. El copuazú se cultiva ampliamente en las zonas amazónicas de Colombia, Perú y Ecuador. (Perea Villamil, 2019).

El árbol de cacao adquiere una altura aproximada de 5 a 7 m y logra su máximo desarrollo a los 10 años; sin embargo, en el caso del cacao nacional de Ecuador o cacao arriba, su altura puede alcanzar hasta 10 m. Las hojas son grandes, lustrosas y de color verde oscuro. Su caída está relacionada con la pluviosidad y reserva de agua en el suelo. Las flores son de color rosa pálido, o blancas, según la variedad. Su primera floración ocurre entre los 1,5 y los 2 años. Se produce un alto número de flores, pero solamente entre el 1 y 5 % de ellas son polinizadas. Luego de la polinización, las pequeñas semillas tienen un crecimiento lento en las primeras 6 semanas, se hace rápido en las 5 semanas siguientes y llega a la madurez entre las 12 y las 14 semanas posteriores. Al final del periodo de crecimiento, alrededor de 5 a 6 meses, se forman las semillas dentro de las mazorcas, y estas cambian su color, de verde a amarillo, y de naranja o violeta a rojo, según la variedad. El crecimiento y florecimiento del árbol de cacao en una región determinada se da en función de la temperatura, la pluviosidad y la variedad. (Perea Villamil, 2019).

Las raíces del árbol de cacao pueden alcanzar, en el caso de la raíz principal, de 1,5 a 2 m de profundidad, y en el de las raíces secundarias, que en su mayoría se hallan en los primeros 30 cm del suelo alrededor del árbol, de 5 a 6 m de longitud horizontal (Perea Villamil, 2019).

En su clasificación botánica, los frutos del árbol de cacao son drupas o bayas, y se conocen como mazorcas. Tienen grosores que oscilan entre 10 y 42 cm, son de forma variable (oblonga, elíptica, ovada, obovada, esférica y oblata), de superficie lisa o rugosa, y de color violeta o verde, en el estado inmaduro, en función del genotipo (Perea Villamil, 2019).

El ápice puede ser agudo, obtuso, atenuado, redondeado, apezonado o dentado; la cáscara, gruesa, delgada o intermedia, y de surcos superficiales, intermedios o profundos. El epicarpio y el endocarpio son carnosos, y están separados por un mesocarpio fino y leñoso. El fruto de cacao puede contener entre 30 y 60 semillas de cacao, con un tamaño de entre 15 y 40 mm de longitud, con diámetro medio de entre 10 y 22 mm, cubiertas con una pulpa blanca, o mucílago de color blanquecino y de sabor agridulce (Perea Villamil, 2019)

La semilla de cacao consta de dos cotiledones y un embrión, todos cubiertos por una testa. El cotiledón está compuesto por dos tipos de células de almacenamiento parenquimal: las células polifenólicas, que constituyen el 10 % del grano, y las células lipoproteínicas. Las primeras contienen vacuolas llenas de polifenoles y alcaloides, mientras que las lipoproteínicas contienen proteínas, lípidos y gránulos de almidón. El color, tamaño y forma de los granos de cacao varían según la variedad. (Perea Villamil, 2019).

8.5 Coberturas vegetales asociadas en cultivos de cacao.

Las coberturas vegetales en cultivos perennes como el cacao en la mayoría de las ocasiones no son incorporadas directamente como materia orgánica, se usan para resguardar el suelo contra la acción de la lluvia y viento y evitar las pérdidas de suelo causadas por la erosión. Un cultivo de cobertura produce entre 600 y 800 quintales/ mz de materia verde. Las leguminosas utilizadas como cobertura reducen los costos de producción del cultivo perenne, el reciclaje de nutrientes recuperados por las raíces profundas y la fijación de nitrógeno disminuyen la necesidad de aplicación de fertilizantes. Además de contribuir con el aporte de nitrógeno las leguminosas de cobertura reducen las pérdidas de dicho elemento y otros móviles en el suelo por lixiviación hasta en un 60% (Penold, 2012).

En los cultivos más intensivos, especialmente de la variedad CCN-51, es de menor tamaño y área foliar que el cacao Nacional, para ello se requiere del uso intensivo de herbicidas para controlar malezas. El uso de herbicidas, especialmente Glifosato, está muy extendido en este cultivo, lo cual, además de elevar los costos de producción, promueve el desarrollo de genotipos de malezas tolerantes al herbicida, y tiene impactos sobre los recursos naturales (suelo, agua, aire).

El impacto causado por agroquímicos ha llevado a la búsqueda de nuevos procedimientos para el manejo de malezas, que sean más amigables con el medio ambiente y preserve los recursos naturales. El uso de cultivos de cobertura es una alternativa para el control de malezas, ya que obstaculizan y limitan la germinación de malezas y previne su propagación (Teasdale, 2003).

9 PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ha: La asociación de *Geophila macropoda* en el cultivo de cacao (*Theobroma. cacao L*) como cobertura vegetal influirá directamente en el aporte de nutrientes al suelo.

Ho: La asociación de *Geophila macropoda* en el cultivo de cacao *Theobroma. cacao L* como cobertura vegetal no influirá directamente en el aporte de nutrientes al suelo.

10 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1 Localización de la investigación

La investigación se realizará en la finca del señor Fabián Cañizares ubicada en el recinto La Libertad perteneciente al cantón La Maná y cuyas condiciones agrometeorológicas se describen a continuación:

10.2 Condiciones agrometeorológicas

Tabla 1: Condiciones agrometeorológicas del Recinto La Libertad del cantón La Maná

Parámetros	Promedios
Altitud	220 m.s.n.m.
Temperatura °C	24,60
Humedad relativa %	85,00
Heliofanía (horas/luz/año)	793,20
Precipitación anual total (mm)	1977,80

Fuente: Estación del Instituto Nacional de Meteorológica e Hidrología (INAMHI) Hacienda San Juan.2018

10.3 Materiales y Equipos

Los materiales y equipos que se emplearon en la investigación se describen en la tabla 2.

Tabla 2: Materiales y equipos

Descripción	Cantidad
Machete	2
Estacas	150
Regaderas	2
Piola	1
Pala	1
Rastrillo	1
Cinta plástica	2
Tijeras de podar	2
Flexómetro	1
Cinta métrica	1
Carretilla	1
Plántulas de <i>Geophila macropoda</i>	900
Fundas de papel	10
Gramera digital	1

Letreros	17
Libreta de campo	1

Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

10.4 Tratamientos

Tabla 3. Tratamientos de estudio

Orden	Tratamiento	código
T1	<i>Geophila macropoda</i> cada 40 cm	GM40
T2	<i>Geophila macropoda</i> cada 60 cm	GM60
T3	<i>Geophila macropoda</i> cada 80 cm	GM80
T4	<i>Geophila macropoda</i> cada 100 cm	GM100
	Testigo	

Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

10.5 Diseño experimental

Tipo de investigación

Para la elaboración de la investigación será de tipo experimental. El diseño experimental que se utilizará es el diseño de bloques completos al azar (DBCA) se utilizarán 4 repeticiones con 4 tratamientos.

10.6 Análisis de varianza

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	
Tratamientos	(t-1)	3
Repeticiones	(r-1)	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	9
Total	t.r -1	15

Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

10.7 Variables a evaluar

- **Análisis químico del suelo**

Se realizó un análisis químico del suelo en los laboratorios de INIAP pichilingue 10 días antes de establecer el cultivo de cobertura, se utilizó un recorrido en zig-zag tomando 15 submuestras para posterior depositarlas en una funda plástica limpia, y finalmente se realizó otro análisis químico del suelo al final de la investigación en laboratorios AGROLAB Santo Domingo.

- **Análisis microbiológico**

Se realizó un análisis microbiológico del suelo en laboratorios AGROLAB Santo Domingo, a los 30 y 60 días para determinar la población de bacterias y hongos utilizando un recorrido en zig-zag tomando 15 sub-muestras.

- **Análisis foliar**

Se realizó un análisis foliar a los 30 y 60 días establecido el cultivo de cobertura en laboratorios AGROLAB Santo Domingo.

- **Estimación del índice de cobertura (%)**

Cada 30 días se evaluó el porcentaje de cobertura utilizando el método del cuadrante descrito por (Zaccagnini, 2012)

- **Peso de la hoja (g)**

Se tomó datos del peso de la hoja a los 30 y 60 días, para ello se utilizó una gramera digital

- **Peso del tallo (g)**

Se tomó datos del peso del tallo a los 30 y 60 días, para ello se utilizó una gramera digital.

- **Largo del tallo (cm)**

Se tomó datos del largo del tallo a los 30 y 60 días, para ello se utilizó una cinta métrica midiendo desde el cuello del tallo hasta su yema terminal.

- **Peso de planta completa (g)**

Se tomó datos del peso de la planta completa, es decir, tallos y hojas a los 30 y 60 días, para ello se utilizó una gramera digital

10.8 Manejo del experimento

Inicialmente se procedió a realizar un análisis de suelo cuyas muestras fueron enviadas a los laboratorios de INIAP, para esto se recogieron varias muestras en toda el área donde estaban situadas las parcelas, finalizando la investigación se realizó el segundo análisis el cual fue enviado a los laboratorios AGROLAB. El motivo de cambio de laboratorios se debe a la emergencia sanitaria que enfrenta todo el mundo.

Posteriormente se realizó el trasplante de las plántulas en cada una de las parcelas con distintas distancias de siembra.

A los 30 días después del trasplante se tomaron datos para las variables a evaluar, igualmente se mandaron las primeras muestras foliares al laboratorio, y también se envió la primera muestra de suelo para realizar un análisis microbiológico.

Al cabo de los 60 días se procedió a tomar muestras de suelo para el segundo análisis microbiológico, de igual manera se recogieron las últimas muestras foliares, las cuales determinarían las cantidades de macro y micro nutrientes que estaría aportando dicha cobertura vegetal. Los resultados demostraron que *G. macropoda* posee una rica fuente de N-P-K, misma que es de gran ayuda para el cultivo de cacao.

Las variables de peso de tallo (g), medición del tallo (cm), peso de las hojas (g) peso de planta completa (g) fueron datos que se tomaron a los 30 y 60 días posteriores de la siembra de *G. macropoda* en el campo experimental

11 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1 Análisis químico del suelo

Al iniciar la investigación se realizó un análisis de suelo en donde el p H fue de 5,90 considerado como medio ácido, los niveles de materia orgánica fue 1,90 bajo, NH₄ 34,00 ppm medio, fósforo 8,00 ppm bajo y potasio 0,24 meq/100 g valores que son inferiores a los reportados por (Ludeña, 2013) que reporta p H de 7,8, materia orgánica de 2,8%, nitrógeno 0,13%, fósforo 5,76 ppm y potasio 86,00 ppm Tabla 5.

Tabla 5: Análisis de suelo al inicio de la investigación *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

DESCRIPCIÓN	VALORES	
p H	5,90	MeAc
C.E. ds/m	0,12	No salino
MO. %	1,90	Baja
NH ₄ ppm	34,00	Medio
P ppm	8,00	Bajo
S ppm	27,00	Alto
K meq/100 g	0,24	Medio
Ca meq/100 g	9,00	Alto
Mg meq/100 g	2,10	Alto
Cu ppm	3,90	Medio
B ppm	0,53	Medio
Fe ppm	255,00	Alto
Zn ppm	2,80	Medio
Mn ppm	12,30	Medio
Ca/Mg	4,20	
Mg/K	7,65	
(Ca+Mg)/K	46,25	

Fuente: Análisis de suelo INIAP-Pichilingue 2020

Al final la investigación se realizaron dos análisis de suelo de todo el terreno experimental para conocer como había ayudado la *Geophila macropoda* al suelo y por simbiosis al cultivo de cacao. El p H se mantuvo en el rango de 5,45 – 5,51 es decir ácido y medio ácido, esto debido a que, a medida que se incorpora abonos verdes se, regulariza la acidez manteniendo un pH estable según (Blaya & Garcia, 2013). La materia orgánica estuvo de 4,16 a 5,54% de medio a alto, como mencionan (Marzetti & Bertolotto, 2017) que al establecer coberturas vivas modifican la estructura, composición, diversidad de la biota del suelo, adhiriendo materia orgánica fresca. El NH₄ no sufrió cambio se mantuvo en 25,79 manteniéndose bajo, el fósforo bajo de 8.71 a 2,57 y de igual forma el potasio de 0,24 a 0,18 meq/100 g Tabla 6

Estos resultados nos permiten aceptar la hipótesis que indica que la asociación de *Geophila macropoda* en el cultivo de cacao (*Theobroma. cacao* L) como cobertura vegetal influirá directamente en el aporte de nutrientes al suelo.

Tabla 6: Análisis de suelo al finalizar la investigación *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Parámetro	Valor	Interpretación	Valor	Interpretación
p H	5,45	Acido	5,51	Me.Ac.
C.E. ds/m	0,13	No salino	0,12	No salino
MO. %	4,16	Medio	5,54	Alto
NH ₄ ppm	25,79	Bajo	25,79	Bajo
P ppm	8,71	Medio	2,57	Bajo
S ppm	12,58	Medio	14,57	Medio
K meq/100 g	0,24	Medio	0,18	Bajo
Ca meq/100 g	9,80	Alto	9,70	Alto
Mg meq/100 g	1,06	Bajo	1,23	Bajo
Cu ppm	2,70	Medio	2,70	Medio
B ppm	0,23	Medio	0,31	M
Fe ppm	91,50	Alto	106,2	Alto
Zn ppm	3,80	Medio	2,30	Boro
Mn ppm	6,60	Medio	5,70	Medio
Ca/Mg	9,25	Alto	7,89	Alto
Mg/K	4,42	Óptimo	6,83	Óptimo
(Ca+Mg)/K	45,25	Alto	60,72	Alto

Fuente: Laboratorios de Análisis Químico Agropecuario AGROLAB 2020

11.2 Índice de cobertura (%)

Al evaluar el índice de cobertura de *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal se pudo observar que a los 30 y 60 días el mayor índice se logró en la siembra de 40 cm con 52,50 y 87,50%; el menor índice se presentó en la siembra de 100 cm con 27,50 y 42,50%. Tabla 3, valores superiores a los reportados por (Ramos, *et al* , 2011) quienes a los 210 días después de la siembra obtiene 97,20% de cobertura de suelo.

Tabla 7: Índice de cobertura de *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Tratamientos	Índice de cobertura (%)			
	30 días		60 días	
40 cm	52,50	a	87,50	a
60 cm	42,50	b	77,50	a
80 cm	37,50	b	77,50	a
100 cm	27,50	c	42,50	b
CV (%)	8,33		7,02	
Media	40,00		71,25	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$)

11.3 Evaluación de *Geophila macropoda*

11.3.1 Agronómicas

1. Peso de Planta completa (g)

Al analizar el peso de la planta (g) *Geophila macropoda* se observó que a los 30 y 60 días se reportaron los mayores valores en la siembra a los 40 cm con 23,75 y 36,00 g y los menores valores con la siembra de 100 cm con 21,25 y 31,25 g presentándose diferencias estadísticas entre los tratamientos. Tabla 8

Tabla 8: Peso de planta completa (g) de *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Tratamientos	Peso planta completa (g)			
	30 días		60 días	
40 cm	23,75	a	36,00	a
60 cm	22,00	ab	32,50	ab
80 cm	22,50	ab	32,50	ab
100 cm	21,25	b	31,25	b
CV (%)	3,57		6,50	
Media	22,38		33,06	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$)

2. Peso de hojas (g)

En el peso de hojas (g) no se registraron diferencias estadísticas, a los 30 días el mayor peso se logró en 40 cm con 13,50 g y el menor valor en la distancia de 60 y 100 cm con 11,75 g. A los 60 días el

mayor peso de hoja se reportó en la distancia de 60 cm con 16,50, el resto de los tratamientos presentaron pesos de 16,25 g Tabla 9.

Tabla 9: Peso de hojas (g) de *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Tratamientos	Peso de hojas (g)			
	30 días		60 días	
40 cm	13,50	a	16,25	a
60 cm	11,75	a	16,50	a
80 cm	12,25	a	16,25	a
100 cm	11,75	a	16,25	a
CV (%)	15,33		8,44	
Media	12,31		16,31	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$)

3. Peso de tallos (g)

En la tabla 10 se puede observar el peso de tallos de *Geophila macropoda* que a los 30 días presenta el mayor valor en la siembra a 40 cm con 13,00 g y el menor valor en la siembra a 80 cm con 9,50 g.

A los 60 días el mayor peso de tallo (g) se reportó en la siembra de 80 cm con 16,00 g y el menor peso en la siembra de 100 cm con 12,25 g presentándose diferencias estadísticas significativas.

Tabla 10: Peso de tallos (g) de *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Tratamientos	Peso de tallos (g)			
	30 días		60 días	
40 cm	13,00	a	15,25	ab
60 cm	11,25	a	15,75	ab
80 cm	9,50	a	16,00	a
100 cm	11,50	a	12,25	b
CV (%)	17,57		11,15	
Media	11,31		14,81	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$)

4. Largo de tallo (cm)

Al observar la tabla 11 podemos apreciar que el mayor largo de tallo a los 30 días se registró en el tratamiento de 80 cm con 8,38 cm de largo y el menor largo en el tratamiento con la siembra a los 100 cm con 4,75 cm.

A los 60 días el mayor largo del tallo se reportó en el tratamiento 100 cm con 13,25 cm, mientras que el menor valor se registró en el tratamiento 40 cm con 11,50 cm de largo de tallo, en ambas edades no se presentaron diferencias estadísticas.

Tabla 11: Largo de tallo (cm) de *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Tratamientos	Largo de tallo (cm)			
	30 días		60 días	
40 cm	6,50	a	11,50	a
60 cm	7,25	a	11,75	a
80 cm	8,38	a	12,75	a
100 cm	4,75	a	13,25	a
CV (%)	25,85		22,98	
Media	6,72		12,31	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$)

11.3.2. Foliar

La mayor concentración de nitrógeno a los 30 y 60 días se reportó en las hojas con 3,01 y 3,71%. Valores similares a los reportados por (García, Treto, & Álvarez, 2000) quien al utilizar *Canavalia ensiformis* reporta porcentaje de nitrógeno en hojas de 3,25%, tallos 1,55% y hojas + tallo 2,40%

En relación al fósforo el mayor valor se reportó a los 30 días en tallo con 0,40% y a los 60 días en tallo y planta completa con 0,205, en cuanto al potasio los mayores valores a los 30 y 60 días se encontraron en tallos con 6,68 y 6,69%.

Tabla 12: Análisis foliar de *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Materia seca (%)	30 días			60 días		
	Tallo	Hojas	Planta Completa	Tallo	Hojas	Planta Completa
Nitrógeno	1,74	3,01	2,34	1,65	3,71	2,91
Fósforo	0,40	0,30	0,30	0,20	0,14	0,20
Potasio	6,68	3,15	5,54	6,69	3,47	4,60
Calcio	0,61	0,54	0,61	0,98	1,07	1,00
Magnesio	0,10	0,08	0,10	0,12	0,11	0,12
Azufre	0,16	0,18	0,15	0,19	0,30	0,25
Cobre ppm	18,00	33,00	29,00	25,00	27,00	26,00
Boro ppm	39,65	62,14	46,13	46,13	84,54	71,66
Hierro ppm	405,00	506,10	456,00	316,00	403,00	363,00
Zinc ppm	44,00	39,00	43,00	20,00	23,00	20,00
Manganeso ppm	32,00	48,00	40,00	13,00	25,00	20,00
N/K	0,26	0,96	0,42	0,25	1,07	0,63
N/P	4,35	10,03	7,80	8,25	26,50	14,55
Mg/K	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
Ca/B	153,65	86,90	132,23	212,44	126,42	139,51
(Ca + Mg)/K	0,11	0,20	0,13	0,16	0,34	0,24

Fuente: Laboratorios de Análisis Químico Agropecuario AGROLAB 2020

11.3.3. Análisis microbiológico

En la tabla 13 se registraron los análisis microbiológicos efectuados al suelo donde permanecía *Geophila macropoda* donde se observa que las Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en bacterias crece de 6×10^3 a los 30 días hasta $1,8 \times 10^6$ a los 60 días. Lo que concuerda por (Cano, 2011) que bacterias y hongos de la rizósfera pueden producir sustancias aleloquímicas o antibióticos que impiden el desarrollo de enfermedades causadas por patógenos edáficos en las plantas.

Al referirnos a los mohos y levaduras podemos observar que a los 30 días existen 24×10^3 UFC existiendo una disminución a los 60 días de $8,00 \times 10^2$ UFC lo que coincide con (Correa, 2013) que manifiesta la asociación de hongos con las raíces de las plantas y su naturaleza simbiótica, además colonizan una variedad amplia de plantas mono-dicotiledóneas, desarrollan un abundante micelio extraradical que es fundamental para la captación y transferencia de macronutrientes como fósforo, nitrógeno, potasio y micronutrientes como cobre, hierro y zinc.

Tabla 13: Análisis microbiológico de Geophila macropoda como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (Theobroma cacao L.)

Parámetros	Unidad	Resultados	
		30 días	60 días
Bacterias aerobias totales	UFC/g	6,00 x 10 ³	1,80 x 10 ⁶
Mohos y Levaduras totales	UFC/g	24,00 x 10 ³	8,00 x 10 ²

Fuente: Laboratorios de Análisis Químico Agropecuario AGROLAB 2020

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Impacto ambiental.- Los cultivos de cobertura figuran una práctica potencial para minimizar el uso de herbicidas, como para también determinar el aporte de macro y micro nutrientes. Además de controlar malezas y amplificar el rendimiento de los cultivos, aumentan la biomasa microbiana reparando la actividad del suelo a través del aporte adicional de residuos.

Impacto económico.- Al utilizar cultivos de cobertura se minimiza en cuestiones económicas el gasto en agroquímicos, a la vez el productor realizara una producción limpia amigable con el medio ambiente y se va a manejar una parte agroecológica.

Impacto social.- Los centros de educación superior al investigar sobre el uso de cultivos de cobertura permiten que el agricultor tengan una mejor asociatividad y a la vez se conozca las bondades sobre este producto.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 14: Presupuesto para la elaboración del proyecto

RECURSOS MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Mano de obra para la obtención de las plántulas	2	Diario	15	30
Siembra de las plántulas	3	Diario	15	45
Transporte de las plántulas al lugar de siembra	1	Flete	7	7
Costos de envío de las	2	Encomienda	5	10

muestras al laboratorio				
Análisis de laboratorio	11	Muestras	27	297
Movilización semanal	5	Pasaje	1	5
TOTAL				394

Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos se concluye que *G. macropoda* como alternativa de cobertura vegetal presenta múltiples ventajas como el aporte de materia orgánica al suelo o el aumento de microorganismos los cuales son de mucha ayuda tanto para el suelo como para las plantas.
- En base a los resultados foliares obtenidos se determinó que *G. macropoda* posee una rica fuente de nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K). Un punto a destacar es que entre los 30 y 60 días de edad del cultivo no se encontró una gran variación de sus elementos (N-P-K), esto indica que en ambas edades del cultivo se puede aprovechar estos macronutrientes, siendo de gran ayuda para el cultivo de cacao.
- Una vez evaluados los porcentajes de índice de cobertura de *G. macropoda* se concluye que el mayor cubrimiento se dio en la parcela con 40 cm de distancia. Esto se debe a la alta densidad de siembra teniendo así una mayor población de estolones, presentando una ventaja más veloz de cubrimiento.
- Sin duda alguna los microorganismos son de mucha ayuda para el suelo, de particular importancia son las bacterias, que transforman los nutrientes del suelo para promover directamente el crecimiento de la planta. Gracias al aporte de *G. macropoda* al suelo, se pudo observar mediante el análisis microbiológico como hubo un crecimiento de microorganismo 30 días después de haber realizado el primer análisis.

14.2 RECOMENDACIONES

- Antes de implementar un cultivo de cobertura es importante primero saber con qué fines se lo va hacer. Existen diversas especies de cultivos de cobertura y aunque todas tienen como objetivo cubrir el suelo muchas de estas especies cumplen ciertas funciones específicas. Si lo que buscamos por ejemplo es; mantener la humedad del suelo, emplear un aporte de materia orgánica o mantener un control de malezas *g. macropoda* es ideal para esto.
- Se recomienda socializar la presente investigación con productores cacaoteros para así ir promoviendo los cultivos de cobertura, con el fin de llegar a lo que más se anhela, una agricultura amigable con el medio ambiente
- En base a los resultados obtenidos, se recomienda dar paso a nuevas investigaciones, para evaluar los efectos de incorporar la biomasa de *g. macropoda* al suelo para estipular cómo actúan las bacterias y hongos en el desdoblamiento de la materia orgánica y como esta es aprovechada por otras plantas.
- Se recomienda realizar próximas investigación para lograr percibir en la rizosfera donde reposa *g. macropoda* que tipo de bacterias y levaduras se encuentran y que beneficios aportan.

15.BIBLIOGRAFÍA

- Blaya, S., & Garcia, G. (2013). Química del suelo y nutrientes esenciales para la planta. (Mundi-Prensa, Ed.) España.
- Cano, M. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorriza, Trichoderma spp y Pseudomonas spp. Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica, Vol 14 (No. 2), 15.31. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>
- Correa, O. (Mayo de 2013). Los microorganismos del suelo y su rol indiscutido en la nutrición vegetal. (M. D. Zorita, Editor) Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/306960003>:
https://www.researchgate.net/publication/306960003_LOS_MICROORGANISMOS_DEL_SUELO_Y_SU_ROL_INDISCUTIDO_EN_LA_NUTRICION_VEGETAL
- FAO. (2005). Procedimientos para la evaluación de riesgo de malezas. División de Producción y Protección Vegetal, Roma, 16 p. . Roma.
- FAO. (2010). Manual de Publicaciones de la American Psycholo (6 ed.). México: Moderno, El Manual.
- Fernández, R., Quiroga, A., & Noellemeyer, E. (2012). Cultivos de cobertura, ¿Una alternativa viable para la región semirárida pampeana? Ciencia del suelo (Vol. 3(2)). Perú.
- Fernando, M., & Mario, M. (2007). Cultivos de Cobertura. Secretaría de Agricultura, Gnadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, p. 4.
- Florura Digital. (febrero de 2020). Florula Digital - Páginas de Especies de Plantas. (2021). Retrieved February 23, 2021, from Ots.ac.cr. https://sura.ots.ac.cr/local/florula4/find_sp3.php?key_species_code=LS001618&key_kingdom=&key_phylum=&key_class=&key_order=&key_family=&key_genu. Obtenido de https://sura.ots.ac.cr/local/florula4/find_sp3.php?key_species_code=LS001618&key_kingdom=&key_phylum=&key_class=&key_order=&key_family=&key_genu

- García, M., Treto, E., & Álvarez, M. (2000). Los abonos verdes: Una alternativa para la economía del nitrógeno en el cultivo de la papa. *Cultivos Tropicales*, Vol 21(No. 1), pp 13-19. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232232002.pdf>
- Hoyt, g. (2004). *Soil facts: Winter annual cover crop*. Carolina del Norte.
- López, A., & Vega, I. (2004). *cultivos de cobertura para sistemas de cultivos perennes*. Nicaragua.
- Ludeña, V. (2013). Efecto de la fertilización orgánica y microelementos en el rendimiento de cacao CCN51 (*Theobroma cacao* L.) en Jean. Tesis de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua, Tingo María - Perú. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1061/TS_LDV_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marzetti, M., & Bertolotto, M. (2017). *Bases para su manejo en sistemas de producción. Manejo de malezas problema*. Mexico.
- Ochoa, M., & Oyarzum, Ñ. P. (2008). *Los cultivos de cobertura lo hacen todo* (Vol. 24(2)). Leisa.
- Penold, C. (2012). *Cover crops and weed suppression*. The University of Adelaide. Fac Tsheet. Disponible en: <http://www.gwrdc.com.au/wp->. Mexico.
- Perea Villamil, J. A. (2019). *El cacao desde la ciencia: de la semilla al chocolate*. Universidad Industrial Santander. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/utcotopaxi/129274?page=14>.
- Ramos, O., Vaquero, R., León, R., & Ayuso, F. (2011). Efecto de tres especies de cobertura viva en el control de malezas en una plantación de banano orgánico (*Musa* AAA cv. Williams). *Tierra Tropical*, Vol 7(No. 1), 1-10. Obtenido de <https://xdoc.mx/preview/articulo-en-espaol-5dd841f9301d6>
- Reicosky, D. (2005). Cuantificación agronómica del aumento de materia orgánica al suelo en siembra directa. en: XIII Congreso AAPRESID Rosario Santa.

- Sánchez, C., Souza, M., Matsura, E., & Freitas, N. (2010). Efecto de cobertura en las propiedades del suelo y en la producción de frijol irrigado. *Actualidad y Divulgación Científica*. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262010000200006&script=sci_abstract&tlng=en. U.D.C.A. , 13(2), 41 - 50.
- Teasdale, J. (2003). Principles and practices of using cover crops in weed management systems. Chapter 3 in Labrada R (ed), *Weed Management for*. Roma.
- Zaccagnini, M. (2012). A4-548 Evaluación rápida de coberturas vegetales para el monitoreo ambiental. pp 2 .

16 ANEXOS

Anexo 1: Hoja de vida de los estudiantes

INFORMACION PERSONAL

Nombres y Apellidos: Marc Anthony Villafuerte Vargas

Cédula de Identidad: 1207431113

Lugar y fecha de nacimiento: Quevedo, 06 de julio de 1999

Estado Civil: Soltero

Tipo de Sangre: O+

Domicilio: Valencia

Teléfonos: 0997610150

Correo electrónico: marcwillafuerte1999@gmail.com



ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel:

Escuela Particular “Héroes del Tiwuinza”

Segundo Nivel:

Unidad Educativa Ciudad de Valencia “Valencia”

Tercer Nivel:

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

TITULOS

Bachiller en Técnico Agropecuario

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

INFORMACION PERSONAL

Nombres y Apellidos: Bryan Fabián Cañizares Guilindro

Cédula de Identidad: 050405763-9

Lugar y fecha de nacimiento: La Maná- Cotopaxi, 1 de agosto de 1998

Estado Civil: Soltero

Tipo de Sangre: O+

Domicilio: Vía al recinto Estero Hondo y Saquisilí

Teléfonos: 0959242332

Correo electrónico: bryancañizares@outlook.com



ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel:

Escuela Fiscal “Narciso Cerda Maldonado”

Segundo Nivel:

Unidad Educativa “Ciudad de Valencia”

Tercer Nivel:

Universidad Técnica de Cotopaxi

TITULOS

Bachiller en Producción Agropecuaria

IDIOMAS

- Español (nativo)

Anexo 2: Hoja de vida del tutor del proyecto



DATOS PERSONALES

Apellidos: Luna Murillo

Nombres: Ricardo Augusto

Estado civil: Casado

Cedula de ciudadanía: 0912969227

Lugar y fecha de nacimiento: Guayaquil 23 de junio de 1969

Dirección domiciliaria: Parroquia El Guayacán Cdla. La Carmela

Teléfono: 052786 601 - 0993845301

E-mail institucional: ricardo.luna@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	Ingeniero Zootecnista	29-08-2002	1014-02-180938
CUARTO	Diplomado Superior en Microbiología	30 -10-2009	1006-09-700643
	Maestría en Microbiología Avanzada Mención Industrial	03-07-2015	1006-15-86063779

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Microbiología – Pastos y Forrajes Bioestadística

Anexo 3: Resultados del análisis de tallo a los 30 días



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. MARC ANTHONY VILLAFUERTE	Numero de muestra:	5920
Identificación:	TALLO	Fecha de Ingreso:	29/12/2020
Cultivo:	GEOPHILA MACROPODA (OREJA DE RATÓN)	Fecha de impresión:	15/01/2021
Edad :	30 DÍAS	Fecha de Entrega:	17/01/2021
		No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,74	0,40	6,68	0,61	0,10	0,16

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	18,00	39,65	405,00	44,00	32,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,26	4,35	0,01	153,85	0,11	7,39

Interpretación

D: Deficiente

N: Normal

E: Exceso

Dra. Luz María Martínez
 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



Anexo 4: Resultados del análisis de hojas a los 30 días



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. MARC ANTHONY VILLAFUERTE	Numero de muestra:	5921
Identificación:	HOJAS	Fecha de Ingreso:	29/12/2020
Cultivo:	GEOPHILA MACROPODA (OREJA DE RATÓN)	Fecha de impresión:	15/01/2021
Edad :	30 DÍAS	Fecha de Entrega:	17/01/2021
		No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	3,01	0,30	3,15	0,54	0,08	0,18

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	33,00	62,14	506,10	39,00	48,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,96	10,03	0,03	86,9	0,2	3,77

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso

Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Anexo 5: Resultados del análisis de planta completa a los 30 días



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia
Cliente :	Sr. MARC ANTHONY VILLAFUERTE	Numero de muestra: 5922
Identificación:	TALLO Y HOJAS	Fecha de Ingreso: 29/12/2020
Cultivo:	GEOPHILA MACROPODA (OREJA DE RATÓN)	Fecha de impresión: 15/01/2021
Edad :	30 DÍAS	Fecha de Entrega: 17/01/2021
		No. Laboratorio Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	2,34	0,30	5,54	0,61	0,10	0,15

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	29,00	46,13	456,00	43,00	40,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,42	7,80	0,02	132,23	0,13	6,25

Interpretación

D: Deficiente
 N: Normal
 E: Exceso

Dra. Luz María Martínez
 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



Anexo 6: Resultados del análisis microbiológico a los 30 días



LABORATORIOS AGROLAB

INFORME DE ENSAYO N°-AGROLAB-744-12-2020

NOMBRE DEL CLIENTE: MARC ANTHONY VILLAFUERTE
DIRECCIÓN: COTOPAXI
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: **Muestra sólida**
SUELO-COMPOST
Muestreo particular
Funda de polietileno
Conservación ambiente fresco
CÓDIGO DE LABORATORIO: 744
FECHA DE RECEPCIÓN: 29-12-2020
FECHA DE ANÁLISIS: 30-12-2020
FECHA DE EMISIÓN: 13-01- 2021

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO REFERENCIAL APLICADO
Recuento de bacterias aerobias totales	u.f.c /g	6x10 ⁵	AOAC 986.33
Recuento de mohos y levaduras totales	u.p.c /g	24x10 ³	AOAC 997.02

ATENTAMENTE

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA





LABORATORIOS AGROLAB

INFORME DE ENSAYO N°-AGROLAB-746-10-2020

NOMBRE DEL CLIENTE: SR. MARC ANTHONY VILLAFUERTE
DIRECCIÓN: LA MANÁ - COTOPAXI
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: **Muestra sólida**
SUELO-COMPOST
Muestreo particular
Funda de polietileno
Conservación ambiente fresco

CÓDIGO DE LABORATORIO: 746
FECHA DE RECEPCIÓN: 14-01-2021
FECHA DE ANÁLISIS: 15-01-2021
FECHA DE EMISIÓN: 25-01- 2021

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO REFERENCIAL APLICADO
Recuento de bacterias aerobias totales	u.f.c/g	1,8x10 ⁶	AOAC 986.33
Recuento de mohos y levaduras totales	u.p.c /g	8,0 x10 ²	AOAC 997.02



Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Anexo 8: Resultados del análisis de suelo (muestras de la parcela testigo)



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sr. MARC ANTHONY VILLAFUERTE	Número Muestra:	7571
Propiedad:	NÁPOLES	Fecha de ingreso:	14/01/2021
Cultivo:	OREJA DE RATÓN	Impreso:	23/01/2021
Identificación	TESTIGO	Fecha de Entrega:	25/01/2021

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
5,45	0,13	4,16	25,79	8,71	12,58	0,24	9,80	1,06
Ac.	N.S.	M	B	M	M	M	A	B

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
	0,25	0,14	11,10				2,70	0,23
	B	B	M				M	M

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
91,5	3,80	6,60	9,25	4,42	45,25
A	M	M	A	O	A

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	LAc. = Ligeramente Acido	M.S.= Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH4 ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucus	No Aplica
Al	Volumetría	KCl 1N
Al+H		

Dra. Luz María Martínez

Anexo 9: Resultados del análisis de suelo al finalizar la investigación



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sr. MARC ANTHONY VILLAFUERTE	Número Muestra:	7572
Propiedad:	NÁPOLES	Fecha de ingreso:	14/01/2021
Cultivo:	OREJA DE RATÓN	Impreso:	23/01/2020
Identificación		Fecha de Entrega:	25/01/2020

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm		meq/100 g		
5,51	0,12	5,54	25,79	2,57	14,57	0,18	9,70	1,23
Me.Ac.	N.S.	A	B	B	M	B	A	B

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
	0,23	0,11	11,11				2,70	0,31
	B	B	M				M	M

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
106,2	2,30	5,70	7,89	6,83	60,72
A	B	M	A	O	A

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Acido	M.S.= Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucus	No Aplica
Al	Volumetría	KCl 1N
Al+ H		

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Anexo 10: Resultados del análisis de planta completa a los 60 día



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. MARC ANTHONY VILLAFUERTE	Numero de muestra:	5929
Identificación:	TALLO Y HOJAS	Fecha de Ingreso:	14/12/2020
Cultivo:	GEOPHILA MACROPODA (OREJA DE RATÓN)	Fecha de impresión:	24/12/2020
Edad :	60 días	Fecha de Entrega:	26/12/2020
		No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	2,91	0,20	4,60	1,00	0,12	0,25

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	26,00	71,68	363,00	20,00	20,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,63	14,55	0,03	139,51	0,24	5,72

Interpretación

D: Deficiente
 N: Normal
 E: Exceso



Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Anexo 11: Resultados del análisis de tallo a los 60 días



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. MARC ANTHONY VILLAFUERTE	Numero de muestra:	5927
Identificación:	TALLO	Fecha de Ingreso:	14/12/2020
Cultivo:	GEOPHILA MACROPODA (OREJA DE RATÓN)	Fecha de impresión:	24/12/2020
Edad :	60 días	Fecha de Entrega:	26/12/2020
		No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,65	0,20	6,69	0,98	0,12	0,19

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	25,00	46,13	316,00	20,00	13,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,25	8,25	0,02	212,44	0,16	7,79

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso



Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Anexo 12: Resultados del análisis de hojas a los 60 días



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. MARC ANTHONY VILLAFUERTE	Numero de muestra:	5928
Identificación:	HOJAS	Fecha de Ingreso:	14/12/2020
Cultivo:	GEOPHILA MACROPODA (OREJA DE RATÓN)	Fecha de impresión:	24/12/2020
Edad :	60 días	Fecha de Entrega:	26/12/2020
		No. Laboratorio	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	3,71	0,14	3,47	1,07	0,11	0,30

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	27,00	84,64	403,00	23,00	25,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	1,07	26,50	0,03	126,42	0,34	4,65

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso



Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Figura 1: Establecimiento de la investigación



Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

Figura 2: Campo experimental. Recinto La Libertad



Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

Figura 3: Siembra de *g. macropoda*



Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

Figura 4: Balance del peso de *g. macropoda*



Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

Figura 5: Medición del largo del tallo.



Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

Figura 6: Pesaje de las muestras.



Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

Figura 7: Toma de muestras para envío al laboratorio.



Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

Figura 8: Parcela establecida con *G. macropoda*.



Elaborado por: Cañizares; Villafuerte 2021

Anexo 13: Certificación antiplagio



Document Information

Analyzed document	PROYECTO DE INESTIGACIÓN_vilafuente.docx (D97653762)
Submitted	3/8/2021 9:19:00 PM
Submitted by	
Submitter email	kleber.espinosa@utc.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	kleber.espinosa.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4117/1/UTC-PIM-000085.pdf Fetched: 1/19/2021 2:17:44 AM		1
SA	TESIS VICENTE ANZULES CORRECCIÓN 29 ABRIL 2015.docx Document TESIS VICENTE ANZULES CORRECCIÓN 29 ABRIL 2015.docx (D14159390)		2
W	URL: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4629/1/T-UTEQ-0183.pdf Fetched: 3/8/2021 9:20:00 PM		2
W	URL: http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v8n2/1659-4266-cinn-8-02-00217.pdf Fetched: 3/8/2021 9:20:00 PM		2
W	URL: https://sura.ots.ac.cr/local/fiorula4/find_sp3.php?key_species_code=L5001618&key_k... Fetched: 3/8/2021 9:20:00 PM		4
SA	Analisis urkund de tesis Calderon.docx Document Analisis urkund de tesis Calderon.docx (D92414896)		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Freddy Cunuhay URKUND.docx Document Freddy Cunuhay URKUND.docx (D78428936) Submitted by: ricardo.luna@utc.edu.ec Receiver: ricardo.luna.2.utc@analysis.arkund.com		2
SA	Jhon urkund.docx Document Jhon urkund.docx (D14145894)		2
SA	tesis JUANAZO PARA URKUND.docx Document tesis JUANAZO PARA URKUND.docx (D77902616)		1
SA	SHAKIRA BURGOS- URKUND.docx Document SHAKIRA BURGOS- URKUND.docx (D79582623)		1
SA	EFFECTO DE BIOPRODUCTOS EN EL CRECIMIENTO Y ESTADO FITOSANITARIO EN PLANTAS DE NABO ... Document EFECTO DE BIOPRODUCTOS EN EL CRECIMIENTO Y ESTADO FITOSANITARIO EN PLANTAS DE NABO ... (D77233945)		2
	TESIS VITE corregido tutora Urkund.docx		