

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**PROYECTO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**EVALUACIÓN DE ABONOS VERDES SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS DEL SUELO EN EL
CULTIVO DE MAÍZ EN EL RECINTO GUANÁBANO DEL
CANTÓN PAJÁN**

ING. ROSA LILIA PLÚA MERCHÁN

GUAYAQUIL, ECUADOR

2021

**SISTEMA DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Director **CERTIFICO QUE:** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada: **EVALUACIÓN DE ABONOS VERDES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN EL RECINTO GUANÁBANO DEL CANTÓN PAJÁN**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por la estudiante, **Ing. ROSA LILIA PLÚA MERCHÁN**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

Ing. Tany Burgos Herrería, M.Sc.

Guayaquil, 29 de noviembre de 2021

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
SISTEMA DE POSTGRADO

TEMA

**EVALUACIÓN DE ABONOS VERDES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN EL RECINTO
GUANÁBANO DEL CANTÓN PAJÁN**

AUTOR

ING. ROSA LILIA PLÚA MERCHÁN

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

ING. DAVID MACÍAS HERNÁNDEZ, M.Sc
PRESIDENTE

ING. CESAR PEÑA HARO, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. ALEXANDRA NAVARRETE CORNEJO, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. TANY BURGOS HERRERIA, M.Sc
EXAMINADOR SUPLENTE

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme permitido alcanzar un nuevo logro profesional en mí vida y por haberme fortalecido en espíritu y fe para vencer en unión de mi familia todos los obstáculos que se presentaron durante el tiempo que duró mis estudios.

A mis amados padres, por todo su amor y apoyo incondicional brindado durante toda mi vida.

A mi Tutor, por su ayuda incondicional durante el desarrollo y culminación del presente proyecto de estudio y por su incondicional colaboración y estricto acompañamiento durante la ejecución de los trabajos que desarrollaron en campo.

A mi amado esposo y a mis hijos, porque siempre estuvieron a mi lado apoyándome y sacrificándose para que yo pudiera alcanzar el objetivo de estudio propuesto.

DEDICATORIA

A Dios y a mí familia, por ser las personas que siempre creyó en mí y ha estado presente en los momentos más difíciles e importantes de mi vida.

A mi esposo y a mis amados hijos, porque son la inspiración y fortaleza que me motiva a vencer las dificultades que me pone en frente la vida y seguir siempre hacia adelante.

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

ING. ROSA LILIA PLÚA MERCHÁN

C. I. 0919094052

RESUMEN

Los abonos verdes son cada vez más utilizados en los sistemas agrícolas para proponer alternativas más sustentables para mejorar la calidad del suelo. La presente investigación se realizó en el Recinto Guanábano del cantón Paján, se delimitó una superficie de 728 m². Con el objetivo de evaluar los efectos de los abonos verdes (Mucuna, Frijol tumbe y Maní forrajero) en el suelo como alternativa sustentable para mejorar sus características. Se usó el diseño estadístico Bloques completos al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Se evaluó el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz a través de la incorporación de los abonos verdes en el suelo, se observa que T3= Maní forrajero, T1= Mucuna y T2= Frijol tumbe dieron los mejores resultados en todas las variables; en cambio T4= Testigo convencional y T5= Testigo absoluto dieron valores bajos. La incorporación del Maní forrajero, Mucuna y Frijol tumbe aportaron nutrientes y materia orgánica, como un indicador de una buena calidad de suelo, se observa que se obtuvo un valor mayor de materia orgánica 3.20 % el maní forrajero. Hubo una leve variación en el pH con respecto al T3= maní forrajero (6.5), se observó que el maní forrajero fue el que más incremento el nitrógeno en 19 mg/L. Con respecto al análisis económico se evidenció el T3= Maní forrajero obtuvo una relación beneficio/costo de \$1,19 es decir por cada dólar invertido y recuperado retorna \$0,19 centavos. Por lo consiguiente se recomienda el uso de Maní forrajero porque fue el mejor tratamiento como método de mejoramiento de los suelos con aportes físicos y químicos para el cultivo de maíz.

PALABRAS CLAVES: Fertilidad, frijol tumbe, maní forrajero, mucuna, suelo.

SUMMARY

Green manures are increasingly used in agricultural systems to propose more sustainable alternatives to improve soil quality. The present investigation was carried out in the Guanábano Enclosure of the Paján canton, an area of 728 m² was delimited. With the objective of evaluating the effects of green manures (Mucuna, Bean tumbe and Forage Peanut) in the soil as a sustainable alternative to improve its characteristics. The randomized complete blocks (DBCA) statistical design was used, with 5 treatments and 4 repetitions. The agronomic behavior and yield of the corn crop were evaluated through the incorporation of green manures in the soil, it is observed that T3 = Forage Peanut, T1 = Mucuna and T2 = Tumbe bean gave the best results in all variables; on the other hand, T4 = conventional control and T5 = absolute control gave low values. The incorporation of forage peanuts, mucuna and bean beans contributed nutrients and organic matter, as an indicator of good soil quality, it is observed that a higher value of 3.20% organic matter was obtained than forage peanuts. There was a slight variation in pH with respect to T3 = forage peanuts (6.5), it was observed that forage peanuts were the one that increased nitrogen the most by 19 mg / L. Regarding the economic analysis, it was evidenced that T3 = Forage peanuts obtained a benefit / cost ratio of \$ 1.19, that is, for each dollar invested and recovered, it returns \$ 0.19 cents. Therefore, the use of forage peanuts is recommended because it was the best treatment as a method of improving the soils with physical and chemical contributions for the cultivation of corn.

KEYWORDS: Fertility, fodder peanut, tumbe bean, mucuna, soil.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Caracterización del Tema	3
Planteamiento del problema	4
Justificación e Importancia del estudio	5
Delimitación del problema	6
Formulación del Problema	6
Objetivos	6
Objetivo General	6
Objetivo Específicos	7
Hipótesis	7
Aporte Teórico	7
Aplicación Práctica	7
CAPÍTULO 1	8
MARCO TEÓRICO	8
1.1 Estado del Arte	8
1.2 Bases científicas y Teóricas de la temática	11
1.2 Fundamentación Legal	16
CAPÍTULO 2	18
ASPECTOS METODOLÓGICOS	18
2.1 Métodos	18
2.1.1. Modalidad y Tipo de Investigación	18
2.2 Variables	18
2.2.1. Variables Independiente	18
2.2.2. Variables dependientes.	19
2.2.3. Operacionalización de las Variables	21
2.3. Manejo experimental	22
2.4. Técnicas de Recolección de Datos	23
2.5. Diseño Experimental	24
2.6. Estadística Descriptiva e Inferencial	24
2.7 Cronograma de Actividades	25
RESULTADOS	26
DISCUSIÓN	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA CITADA	40
ANEXOS	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta a los 30 días (cm).....	44
Anexo 2. Longitud de la mazorca (cm).....	45
Anexo 3. Diámetro de la mazorca (cm).....	46
Anexo 4. Peso de la mazorca (g)	47
Anexo 5. Peso de 100 granos (g).....	48
Anexo 6. Rendimiento kg/ha	49
Anexo 7. Análisis características químicas (antes de incorporación de abonos verdes).....	50
Anexo 8. Análisis características físicas y químicas (antes de incorporación de abonos verdes)	51
Anexo 9. Análisis características físicas (antes de incorporación de abonos verdes)	52
Anexo 10. Análisis características químicas (después de incorporación de abonos verdes).....	53
Anexo 12. Ficha técnica del maíz emblema	55
Anexo 13. Certificado de muestreo	56
Anexo 14. Delimitación del terreno	57
Anexo 15. Limpieza del terreno	57
Anexo 16. Delimitación y formación de parcelas	57
Anexo 17. Muestreo y peso del suelo.....	58
Anexo 18. Incorporación de abono verde (Mucuna, Frijol tumbe y Maní forrajero)..	58
Anexo 19. Comprobación de la madurez fisiológica de las mazorcas.....	58
Anexo 20. Recorrido en las parcelas experimentales con el Ing. Garcés.....	59
Anexo 21. Cosecha de las mazorcas.....	59
Anexo 22. Comparación del tamaño de las mazorcas de cada tratamiento	59
Anexo 23. Comparación de las mazorcas de los tratamientos de los abonos verdes	60
Anexo 24. Desgrane y peso de los granos de las mazorcas por cada tratamiento ..	60
Anexo 25. Visita de campo con la Ing. Tany Burgos, quien verificó la culminación del ensayo experimental	61

INDICE DE APENDICE

Cuadro N°1. Operacionalización de variables dependientes e independientes... 21	21
Cuadro N°2. Cronograma de actividades del ensayo	25
Cuadro N°3. Estudio Económico	34

INTRODUCCIÓN

El enfoque convencional de la agricultura ha producido aumentos importantes en la productividad agropecuaria y ha logrado una cobertura significativa en la oferta de alimentos. Sin embargo, a pesar de estos logros, este modelo viene afectando el ambiente, especialmente los recursos naturales como el bosque, el suelo, el agua y la biodiversidad de plantas y animales. En las últimas dos décadas han surgido diferentes teorías y propuestas encaminadas a buscar una mejor armonía entre la agricultura y el ambiente, sobresaliendo como enfoque principal la Agroecología, la cual muestra como unidad principal la optimización del agroecosistema (Restrepo & Prager, 2000).

Se conoce que el suelo es la capa superficial de la tierra que integran los recursos naturales más importantes con el que contamos y el que sustenta la vida en el planeta, ya que permanentemente esta interactuando con los factores físicos y químicos del ambiente. Además, se encarga de proporcionar los elementos indispensables para los seres vivos como son: nutrientes, agua y soporte físico que se necesita para el crecimiento vegetal.

Este recurso natural se está viendo afectada por la presencia de contaminantes químicos, así como también de la liberación de los químicos de uso agrícola conocidos como agroquímicos que también añaden metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes y nutrientes en exceso, estos químicos también son transportados corriente abajo por las aguas de escorrentía, inundaciones que pueden producir desequilibrios en los ciclos de nutrientes y la acidificación del suelo, dos aspectos importantes en muchas partes del mundo. (Rodríguez y McLaughlin, 2019, p. 2)

Por ello, interesados en mejorar la calidad de los suelos en la zona rural del recinto Guanábano del cantón Paján, la cual se ha visto afectada por el monocultivo, abundantes químicos, pesticidas, el abandono y la erosión, para minimizar este impacto negativo al medio ambiente, se busca implementar una alternativa amigable con la naturaleza, fácil, no invasiva y poco costosa para devolverle al suelo sus nutrientes y su vitalidad para así obtener cultivos mejores

para el consumo y expendio. Este método es el de los abonos verdes o cultivos de cobertura que consiste en utilizar ciertos tipos de vegetales y leguminosas (Reynoso, 2016).

Por lo tanto, la cobertura vegetal viva o muerta es el factor aislado que mayor influencia ejerce sobre la superficie del suelo, previniendo la desagregación del suelo y la formación de costras que reducen la infiltración del agua. También disminuye la velocidad de la escorrentía, la concentración y el tamaño de los sedimentos transportados y, por lo tanto, las tasas de pérdida de suelo y agua (Benites, 2015).

Por esta razón, los abonos verdes son cada vez más utilizados en los sistemas agrícolas para proponer alternativas más sustentables, son básicamente conocidos por su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo, controlar ciertas enfermedades, proporcionar materia orgánica al suelo y microorganismos benéficos que mejoran la estructura física, química y biológica del suelo (García & Castellanos, 2010).

Fuera de ello, la eficiencia de utilización de nitrógeno y fósforo por los cultivos es de baja a media, fluctúa entre 40 a 60%, dependiendo de diferentes factores, el resto se fija en el suelo o se pierde por diferentes vías, con consecuencias no deseables desde diferentes perspectivas (Urquiaga et al., 2005).

Además de su contribución en la nutrición de las plantas, los abonos verdes participan en la agregación del suelo, por diferentes vías. En la formación de la estructura del suelo intervienen agentes orgánicos, inorgánicos, físicos y químicos, que generan fuerzas de cohesiones transitorias, temporales y persistentes dando estabilidad y durabilidad a los agregados (Astier et al., 2006).

Lucero (2019) refiere que los abonos verdes de leguminosas presentan efectos alelopáticos que suprime el crecimiento de malezas, crecen rápido, por su mayor contenido de nutrientes en comparación con otras especies, por la simbiosis que existe entre ellas y las bacterias que fijan nitrógeno atmosférico.

Estos también mejoran las propiedades nutricionales del suelo, ligado al aumento del contenido de nutrientes en el suelo y de la materia orgánica en el suelo. Esto hace que disminuyan los costos de fertilización con productos de síntesis química industrial (Gómez, 2000).

Para el desarrollo del ensayo se ha escogido como abono verde a la *Mucuna pruriens* (Mucuna), *Vigna unguiculata* (frijol tumbe) y el *Arachis pintoii*. (Maní forrajero), ya que estas proveen de un sin número de beneficios al suelo como son la provisión de materia orgánica, incremento de los procesos bioquímicos, aumento en la población y actividad microbiana, mayor estabilidad de agregados y aumento en la disponibilidad de fósforo, capacidad de fijar nitrógeno, características que permiten mejorar y mantener la fertilidad del suelo (Angel & Prager, 1989).

Gracias a estas características se puede disminuir la aplicación de fertilizantes químicos y son de mucha ayuda para el agricultor porque su utilización frecuente permite resolver los problemas de fertilidad del suelo, mejorar la capacidad de retención de agua y circulación del aire, favorecer el desarrollo y vigorización de las plantas, aumentan la capacidad de resistencia a factores ambientales adversos, activar su biología y con ello la capacidad de controlar naturalmente insectos, ácaros, nemátodos como patógenos, sea cual fuere el abono que se va a utilizar, su aplicación debe responder a un análisis previo del suelo (Solano, 2015).

Caracterización del Tema

La presente investigación tiene la finalidad de evaluar tres abonos verdes de especies de leguminosas forrajeras (Mucuna, frijol tumbe y Maní forrajero) que fueron incorporados en el suelo para aportar nutrientes, para el aumento de la materia orgánica.

Planteamiento del problema

La Agricultura convencional ha provocado el desgaste de los suelos agrícolas causado por el incremento de los rendimientos por unidad de superficie de los cultivos, uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos para controlar plagas, enfermedades y malezas, insuficientes conocimientos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas, teniendo como efecto un bajo porcentaje de nutrientes en el suelo, resistencia de plagas y enfermedades y sobre todo daño ambiental (Portocarrero y Vidal , 2015).

Los suelos del mundo están deteriorándose de forma acelerada. FAO (2015) menciona:

Que la mayor parte de los recursos mundiales de suelos se encuentran en condición mala o muy mala y que las condiciones están empeorando en muchos más casos de los que están mejorando. En particular, el 33 por ciento de la tierra se encuentra de moderada a altamente degradada debido a la erosión, salinización, compactación, acidificación y la contaminación química de los suelos (p.1).

Por ello la necesidad de recuperar los suelos degradados promoviendo e impulsando alternativas sustentables, protegiendo al suelo de la erosión, pérdida de nutrientes y biodiversidad.

Se identifica mediante la observación que en los suelos de la zona rural del recinto Guanábano ubicada en el Cantón Paján, tiene un suelo erosionado, degradado y presenta deficiencia de nutrientes en el suelo, debido por la continua siembra, monocultivo del maíz, al uso indiscriminado de agroquímicos, incrementando la susceptibilidad de los cultivos a enfermedades, plagas y malezas (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón de Paján, 2014).

Este problema se da debido a que la agricultura convencional trae consigo el uso excesivo de agroquímicos, que ha causado y está causando daños en la salud humana y en el medio ambiente, estos daños están siendo reconocidos por las personas. Es por ello, que se propone aplicar alternativas más sustentables para mantener el equilibrio biológico de forma natural, utilizando leguminosas como abono verde. Considerando la capacidad de estos materiales vegetales para

proporcionar materia orgánica, minerales, nitrógeno y microorganismos benéficos que mejoran la estructura física y química del suelo y de esta manera realizar prácticas amigables con el medio ambiente, que busca la conservación y rehabilitación de los recursos naturales (Sarandón y Flores, 2015).

Es por esa razón la importancia de plantear la siguiente pregunta ¿Qué efectos producen los abonos verdes en la conservación y mejoramiento del suelo?

Justificación e Importancia del estudio

Es necesario detener la degradación del suelo, que implica el desmejoramiento del suelo en su capacidad para producir alimentos, por consecuencia de una agricultura convencional que ocasiona la pérdida de nutrientes, compactación, erosión, reducción de fauna, pérdida de la materia orgánica. Por lo cual se precisa el desarrollo de este tema y proponer alternativas más sustentables para fertilizar los cultivos, controlar plagas, enfermedades y malezas. Labrador (2008) menciona que:

El suelo es un sistema autoorganizador y heterogéneo que posee una gran complejidad estructural y funcional, debido a la gran diversidad de sus componentes (abióticos y bióticos), y a los procesos que tienen lugar en su seno. Como todo sistema, evoluciona en el tiempo condicionado por factores ambientales que están presentes en un escenario concreto y en general, en los suelos de cultivo, mantienen una dinámica determinada por un sistema de uso impuesto por condicionantes socioeconómico y cultural. (p.5)

Una de estas alternativas son los abonos verdes AV, que consisten en la siembra en intercalado o rotación de especies leguminosas, que por fijación del N₂ atmosférico suministran cantidades considerables de éste y otros nutrientes al suelo, vía aporte de materia orgánica de rápida descomposición (Faure et al., 2014).

Es un aspecto importante para la adopción de esta práctica, puesto que cuanto mayor sea su utilidad en la propiedad, mayores serán sus beneficios potenciales. En este nuevo enfoque, además de las leguminosas que son las

plantas más utilizadas para este fin, también se usan gramíneas, crucíferas y cariofiláceas, entre otras (Martín, 2015).

La evaluación de los efectos de los tres abonos verdes a analizar: mucuna, frijol tumbe y maní forrajero en el suelo nos permitirán conocer el mayor contenido de materia orgánica, nitrógeno y minerales que aportan al suelo y compararlas entre sí, por tanto, este estudio permitirá proponer alternativas más sustentables para fertilizar los cultivos, controlar plagas, enfermedades y malezas.

Así, el presente trabajo que se ha realizado permitió mostrar los cambios físicos y químicos del suelo para mejorar su calidad y fauna, además de ofrecer una mirada integral sobre alternativas agroecológicas para minimizar el daño ambiental producido por la agricultura convencional, ayudando a la concientización de la población local.

Delimitación del problema

El trabajo experimental se realizó en el predio de la Finca “Rosa Emperatriz”, ubicada en el Recinto Guanábano del cantón Paján, provincia de Manabí, con las siguientes coordenadas: 1°43'60.0" S80°26'00.0"; durante los meses de enero a julio del 2021, en un área de 728 m².

Formulación del Problema

¿La incorporación de abonos verdes en el cultivo de maíz (*Zea mays*) será una tecnología lo suficientemente efectiva para mejorar las características físico-químicas del suelo?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar los efectos de los abonos verdes en el suelo como alternativa sustentable para mejorar sus características.

Objetivo Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz a la incorporación de los abonos verdes en el suelo.
- Identificar el tratamiento más efectivo en los aportes físico y químicos al suelo en el cultivo indicador.
- Evaluar en base al rendimiento los costos del ensayo y la utilidad económica en la relación al beneficio/costo.

Hipótesis

Con la incorporación de abonos verdes, se logrará mejorar las características físico – químicas del suelo y por ende la productividad del maíz, en el cantón Paján.

Aporte Teórico

Este trabajo de investigación generó información sobre la incorporación de abonos verdes en el cultivo de maíz, del estudio y evaluación de las variables, así como del comportamiento agronómico y económico del cual se obtuvo importantes resultados y conclusiones que están reseñadas y dispuestas como material de consulta.

Aplicación Práctica

Los resultados de la investigación permiten disponer de una alternativa dirigida al desarrollo del sector productivo dedicado al cultivo del maíz, mediante la incorporación de abonos verdes, entre otras prácticas del manejo del suelo, con lo cual admite la conservación de los recursos, mayor rentabilidad y un beneficio social.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Estado del Arte

Los abonos verdes son capaces de agregar al suelo hasta 50 T/Ha de materia orgánica (peso fresco) en cada aplicación. Esta materia orgánica, a su vez, tiene toda una serie de efectos positivos sobre el suelo, tales como mejorar su capacidad de retención de agua, su contenido de nutrientes, su equilibrio de nutrientes y pH (Bunch, 2014).

Protegen la capa superficial del suelo contra el sol y el viento, mantiene elevada la tasa de infiltración del agua por el efecto combinado del sistema radicular y de la cobertura vegetal. Las raíces después de su descomposición dejan canales en el suelo y la cobertura evita una desagregación y sellado de la superficie y reduce la velocidad de escurrimiento. Promueve un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva, a lo largo de los años el contenido de materia orgánica (INIAP, 2010).

La Mucuna es una leguminosa anual, trepadora, de hojas redondeadas y vainas cubiertas de pelos. Fue introducida a América Central por las compañías bananeras hace más de 70 años. Se la conoce como el frijol terciopelado o frijol abono. Tiene un periodo vegetativo de seis meses, es una planta que puede atrapar el nitrógeno del aire, gracias a las bacterias que viven en los nódulos que se encuentran en sus raíces. Al morir esas raíces, aportan nitrógeno al suelo, en cantidades cercanas a los 150 Kg/año (entre 5 y 6 quintales de urea). Además, la riqueza de su follaje permite adicionar entre 10 y 30 toneladas de materia verde al suelo por año. La gran cantidad de follaje que produce forma una cobertura que evita el salpique de la lluvia, disminuyendo la erosión. Asimismo, en periodos secos permite conservar la humedad del suelo por más tiempo. La rapidez con que se desarrollan las plantas inhibe el crecimiento de malezas. En dos ciclos de siembra de mucuna es posible disminuir considerablemente la presencia del helecho y otras malezas de hoja ancha y gramínea. (Hernández, 2004, pág. 2)

En algunos países de África, Asia y Centroamérica es muy común el uso de la especie *Mucuna pruriens* como abono verde y/o cobertura vegetal en la producción de cultivos de cereales. En estos países se ha encontrado que tal práctica permite conservar la humedad del suelo en zonas donde el recurso hídrico es escaso, así como reducir las pérdidas de suelo por erosión con la interceptación de las gotas de lluvia y mejorar la estabilidad de agregados (Reyes & Patiño, 2015).

La siembra de plantas leguminosas contiene un elevado valor nutritivo y mejora en la relación C: N del suelo, constituyen una alternativa factible y viable para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, debido a la cantidad de forraje que producen y por la interacción que tiene con la bacteria *Rhizobium* para fijación y aprovechamiento del nitrógeno atmosférico (Aspromor, 2012).

Las leguminosas no solo fijan nitrógeno, sino también aumenta el fósforo, potasio, magnesio y calcio en el suelo, por tanto, la recuperación de la fertilidad del suelo.

El frijol tumble, es bastante usado como abono verde en asocio con gramíneas de interés económico, gracias a su alta producción de biomasa, capacidad adaptativa al medio, rápido crecimiento y alta fijación de N₂ por simbiosis con rizobios del suelo (Araméndiz, Cardona y Combatt, 2016).

El Maní forrajero es una especie de leguminosa de crecimiento rastrero, su raíz es pivotante y su tallo circular, se puede establecer en suelos de fertilidad media - alta y se puede adaptar en terrenos infértiles pH 4.5 - 7.2, tolera saturación de aluminio y resiste encharcamiento. Alturas 0 – 1800 msnm (metros sobre el nivel del mar). Temperatura 17 a 27°C y crece bajo sombra. Precipitaciones anuales 1200 – 3000 mm (milímetros). Se destaca por su buen contenido de nutrientes, los cuales tienen rápida incorporación al suelo por la pronta descomposición de la hoja. (Martinez, 2015, p. 2)

Gómez y Gonzáles (2018) sostienen que las plantas leguminosas en su diversidad de especies han sido empleadas por muchos años como cultivos de

cobertura porque cumplen muchas funciones ecológicas como por ejemplo controla la erosión del suelo en laderas, aporte de materia orgánica a los suelos degradados, manejo de malezas y aporte de nutrientes tales como nitrógeno y potasio. La proliferación de sus raíces permite una mejor infiltración del agua y mayor aireación del suelo lo que favorece el aumento de las poblaciones microbianas benéficas.

Machado y Botello (2014) refiere que las especies de leguminosas por sus características de resistentes, de fácil adaptación a las variaciones climáticas, de rápido crecimiento y tener elevada capacidad de cubrir el suelo en un mínimo de tiempo, las hacen deseables como cultivos de cobertura y abono verde. menciona que los cultivos de cobertura y abono verde entre ellas la Mucuna y el Frijol tumbes son las más utilizadas en Mesoamérica, cumplen muchas funciones ecológicas dentro de los agroecosistemas tales como control de la erosión, aporte de materia orgánica en suelos degradados, manejo de malezas, aporte de nutrientes tales como nitrógeno y potasio , además la proliferación de raíces por parte de estas especies, permite una mejor infiltración del agua y mayor aireación del suelo, lo que favorece el aumento de las poblaciones microbianas benéficas.

Según (Calegari, 2015) el ciclo del nitrógeno representa las vías posibles por el cual es conducido este elemento después que ocurre la degradación del cianuro. El ciclo del nitrógeno permite la incorporación del cianuro como HCN. Es sometido a procesos de degradación hasta su forma reducida de nitrógeno amonio, el cual forma parte de cambios redox. Los procesos de oxidación y reducción de los compuestos de nitrógeno sirven de sustento para una gran variedad de microorganismos. Entre las formas más comunes de la presencia de nitrógeno son las soluciones acuosas que se encuentran presentes en el suelo nitrato nitrito cianuro amonio, ya que no sólo el nitrato tiene la capacidad de penetrar a la planta.

Según (Murillo , 2015) en su estudio experimental menciona que las poblaciones de bacterias le proporcionan a las leguminosas una ventaja adaptativa, en condiciones donde el nitrógeno disponible es limitante o completamente deficiente; esta propiedad les permite su establecimiento en suelos con condiciones adversas, liberando al ambiente compuestos que pueden servir

como nutrientes a la microflora del suelo, y permitiendo un mayor desarrollo de las poblaciones microbianas cerca de los sitios de desarrollo de estas plantas.

El autor (García, 2017) manifiesta que existen tres procesos que desempeñan una función importante para la fijación del nitrógeno. Uno de ellos es el efecto relámpago donde la energía que se encuentra contenido en un relámpago rompe las moléculas de nitrógeno ocasionando que éste se combine con el oxígeno presente en el aire. El otro efecto ocurre mediante la aplicación de acciones industriales donde el nitrógeno, se mezcla con el hidrógeno ocasionando compuestos de amoníaco, esto generalmente es utilizado para la elaboración de fertilizantes y el último efecto es el generado por bacterias nitrificantes, las cuales ayudan a fijar el nitrógeno que utilizan las plantas para llevar a cabo sus respectivas funciones.

El cultivo de maíz en nuestro país es ancestral, siendo su demanda cada vez mayor. En zonas donde la agricultura es de carácter artesanal, la irrigación y uso abundante de fertilizantes permite la salinización del suelo, pérdida de la estructura granular deseable y los desórdenes nutricionales que, en muchos casos, obligan a prácticas más costosas y menos eficientes, junto con programas de fertirrigación. Actividad que, a largo plazo, debilita el desarrollo y actividad de las raíces, teniendo consecuencias negativas en la asimilación de nutrientes y en la capacidad productiva de la planta (Borbor, 2013, pág. 3).

Es bien conocido que el *Rhizobium* posee la capacidad de infectar y nodular raíces de las leguminosas, formando una simbiosis de fijación de nitrógeno de importancia agrícola. Pero también, se ha demostrado que los rizobios pueden colonizar las raíces y los tejidos aéreos de las plantas no leguminosas como el maíz (*Poacea*). Siendo actualmente el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando al trigo y arroz (Mejía, 2016).

1.2 Bases científicas y Teóricas de la temática

Como abono verde a la utilización de plantas en rotación, sucesión y asociación con cultivos comerciales, incorporándose al suelo o dejándose en la

superficie, ofreciendo protección, ya sea como un mantenimiento y/o recuperación de las propiedades físicas y químicas del suelo (Márquez, 2013).

La Mucuna conocida como frijol terciopelo, por ser una planta cuyo cultivo como abono verde ayuda a aumentar el porcentaje de materia orgánica y nitrógeno. (Montes de Oca y Cervantes, 1996) realizaron un estudio sobre la fenología de la Mucuna y el efecto de la cobertura en los contenidos de materia orgánica y nitrógeno en un andisol del valle Central de Heredia, obteniendo como resultado que después de 5 meses de establecida la mucuna en el campo, los porcentajes de materia orgánica de los suelos en las parcelas tratadas con mucuna, con el suelo sin cobertura se encontró un aumento del 0.55% de materia orgánica a la profundidad de 10 - 15 cm y la producción de materia verde a los 70 días después de sembrada fue de 7650 kg/Ha con un % de Nitrógeno total de 3.9% (p.2).

Las propiedades biológicas del suelo son muy dinámicas por lo que tienen la ventaja de servir de señales tempranas de degradación o de mejoría de los suelos seleccionaron como indicadores biológicos, la biomasa microbiana y la actividad biológica estas propiedades son más sensibles y más valiosas en la interpretación de la dinámica de la materia orgánica; además, dan rápida respuesta a los cambios en el manejo del suelo (Cardona, Jarma y Araméndiz, 2013).

La materia orgánica del suelo influye en casi todas las propiedades que determinan la calidad del suelo, por eso es importante en el uso y manejo del suelo mantener e incrementar los contenidos de materia orgánica, manejando adecuadamente los residuos y aplicando abonos verdes (Alvarez, 2016).

Rozando la mucuna después de cuatro meses, el nitrógeno se libera durante la pudrición de la hojarasca y pasa a estar disponible para ser aprovechado. La mucuna, pica dulce, fríjol terciopelo o fríjol abono, es una vigorosa leguminosa trepadora anual, comúnmente usado como abono verde, las especies Mucuna presentan una razonable tolerancia a varios factores abióticos desfavorables, como la sequía, la escasa fertilidad y la elevada acidez del suelo, si bien son sensibles a

las heladas y se desarrollan deficientemente en los suelos húmedos y fríos (Araméndiz, Espitia y Sierra, 2011).

El frijol tumble es un excelente abono que puede reemplazar la aplicación de 40 a 80 kg/ha de nitrógeno; se puede utilizar para recuperar la fertilidad del suelo. Su descomposición es muy rápida es necesario plantar el cultivo después de la incorporación (en áreas planas) o aplicación como mulch (en suelos pendientes). (Franco y Peters, 2006, p. 2)

El frijol tumble es una planta herbácea trepadora tiene hojas de forma ovalada o romboide, algunas veces cubiertas de vellosidades. Las plantas de hábito trepador tienen tallos fibrosos y zarcillos formados por la modificación de foliolos terminales. Tienen flores asimétricas de color blanco amarillento y su fruto es una leguminosa de color variable, con 3-12 semillas en su interior. Las semillas son muy parecidas a las de la judía americana, pero tienen una mancha negra en la parte central que le da el aspecto particular de (carilla) que le da el nombre (Frota, Soares, y Arêas, 2008).

Resistente a la sombra, se cultiva además como forraje, se planta en parcelas compartidas con gramíneas, como el maíz (*Zea mays*) o el sorgo (*Sorghum bicolor*), u otros cultivos como el algodón (*Gossypium spp.*) y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Como cultivo de rotación tiene la ventaja de ayudar a fijar el nitrógeno al suelo, mejorando su rendimiento (Gupta et al., 2010).

Prefiere suelos sueltos y no calizos o pesados como los arcillosos y exposiciones soleadas. Dependiendo del clima, se plantan a mediados de la primavera o cuando ya no exista riesgo de heladas. Necesitan un aporte de abono mineral, sobre todo potasio y fósforo. En sus raíces existen nódulos formados por bacterias simbióticas del género *Rhizobium*, que les permiten fijar el nitrógeno atmosférico. Son muy sensibles al frío, la excesiva humedad y los vientos. Pueden sufrir ataques fúngicos, como el Mildiu o el Oídio e insectiles, como la mosca blanca (Miquilena y Higuera, 2012).

La mayor parte del frijol tumba incorporado al suelo como abono verde se descompone durante los primeros 30 días. La tasa de liberación de N, P y K es máxima también durante los primeros 30 días y está en función de la humedad y temperatura del suelo. Este aporte es importante también desde el punto de vista de las propiedades físicas de los suelos agrícolas para mejorar la estructura del suelo, evitar la formación de costras y protegerlo de la erosión (Masakichi y Prause, 2015)

El maní forrajero ha sido una de las más usadas como cobertura vegetal; según los más recientes reportes de estudios de investigación, a mostrando sus mayores beneficios en mejorar la fertilidad del suelo, la retención hídrica y aumento de humedad (García y Murillo, 2015).

Las coberturas del suelo es un método efectivo para reducir la pérdida de la capa arable, degradación de la fertilidad, estructura del suelo, etc. El maní forrajero es idóneo como cultivo de cobertura y ayuda a conservar el suelo; su capacidad de crecer en condiciones de sombra y formación de estolones enraizados que protege el suelo de la precipitación de gran intensidad (Montesdeoca, 2015).

Sin embargo, su uso inicial cambió y se empezó a usar como planta ornamental debido a su vistosidad, ahora es una maleza invasora y muy difícil de controlar. Además, se recupera fácilmente de las sequías prolongadas, es fácil de propagar, es barata y necesita poco mantenimiento (Valverde, 2015).

Esta especie posee algunos beneficios al suelo como los siguientes: cubre al suelo en forma temporal o permanente, gracias a su acción de mantener y mejorar las condiciones de fertilidad de los suelos agrícolas; promueve importantes efectos sobre la fertilidad química del suelo; como la elevación del pH del suelo, por la mineralización de aniones orgánicos a CO₂ y H₂O (Navas, 2015).

El maní forrajero se destaca por su buen contenido de nutrientes, los cuales tienen rápida incorporación al suelo por la pronta descomposición de la hojarasca, medida en términos de vida media. Esta es una de las especies

forrajeras de más rápido reciclaje de nutrientes, tanto en época lluviosa como en época seca (Gleesman, 2018).

Las plantas leguminosas forrajeras proveen protección al suelo, transformándolo a un suelo que producen cultivos sanos. Martín y Rivera (2001) afirman: “Las funciones más importantes de los abonos verdes están referidas a: cobertura y protección del suelo, mejora de las propiedades físicas y químicas, incremento de su contenido en materia orgánica” (p.3). Estas características permiten que sean plantas utilizadas para cubrir y mejorar los suelos.

El uso indiscriminado de químicos para el control de plagas, malezas, enfermedades provoca la contaminación del suelo. La adopción de leguminosas como abonos verdes trae consigo beneficios en el mejoramiento de la fertilidad del suelo y productividad del cultivo asociado, con su uso varias limitantes pueden ser solucionadas a la vez, como son: Baja fertilidad del suelo, alta infestación de malezas y severa erosión del suelo, así como también son una opción de control no químico en el combate de malezas, pues compiten con plantas invasoras por luz, humedad y nutrientes (Castro Rincon, 2018, págs. 3-4).

Los abonos verdes se presentan como alternativa agroecológica para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos. Varios estudios han demostrado que el empleo de fertilizantes químicos no reemplaza en su totalidad el aporte de nutrientes que se encuentra localizado en el suelo. Por lo cual se requiere de un suelo que esté correctamente nutrido previo a la siembra de un cultivo. No es correcto la utilización excesiva de fertilizantes sintéticos para compensar este déficit nutricional, debido a que esto puede ocasionar problemas de contaminación en el ambiente, “tal es el caso de la contaminación del agua por dosis excesiva, lo cual puede provocar que los desechos por medio de la lluvia se han redireccionado a ríos o lagunas” (Prager, 2015, pág. 6).

1.2 Fundamentación Legal

Constitución de la República del Ecuador:

Artículo 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria:

Artículo 7. Protección de la agrobiodiversidad. - El Estado, así como las personas y las colectividades protegerán, conservarán los ecosistemas y promoverán la recuperación, uso, conservación y desarrollo de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella. Las leyes que regulen el desarrollo agropecuario y la agrobiodiversidad crearán las medidas legales e institucionales necesarias para asegurar la agrobiodiversidad, mediante la asociatividad de cultivos, la investigación y sostenimiento de especies, la creación de bancos de semillas y plantas y otras medidas similares, así como el apoyo mediante incentivos financieros a quienes promuevan y protejan la agrobiodiversidad.

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres.

El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional.

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior, y establecerá la asignación presupuestaria progresiva, anual para su financiamiento.

El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a la demanda de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma

CAPÍTULO 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 Métodos

La metodología implementada fue de tipo experimental.

- **Deductiva:** debido a que el trabajo de investigación evaluó a tres abonos verdes sobre el mejoramiento de las características del suelo en el cultivo de maíz.
- **Inductiva:** al utilizar uno de los tres abonos verdes que fue sembrado y luego incorporado al suelo mejoró las características físico – químicas del suelo y aprovechado por las plantas del maíz
- **Descriptiva:** comparando los tratamientos de abonos verdes se dio mejores resultados en el desarrollo del cultivo del maíz.
- **Analítico:** Mediante un análisis inicial del suelo, se conoció los valores físicos y químicos; y después de 100 días de establecido el cultivo de maíz se procedió a tomar muestras del suelo para su análisis y determinar que tratamiento mejoró las características físico-químicas del suelo.

2.1.1. Modalidad y Tipo de Investigación

- **Experimental:** el trabajo de investigación se basó en utilizar un diseño “Bloques completos al azar” (DBCA), se evaluó cinco tratamientos, con cuatro repeticiones, con un testigo absoluto y uno convencional.
- **Tipo de investigación:** Descriptiva, comparativa, analítica, cualitativa y cuantitativa

2.2 Variables

2.2.1. Variables Independiente

Especies de leguminosas: *Mucuna pruriens*, *Vigna unguiculata* y *Arachis pintoi*.

2.2.2. Variables dependientes.

- **Evaluación de características físico – químicas del suelo**

Se realizó un análisis de potencial de hidrógeno y materia orgánica; así como también, de los macros y micros elementos presentes en el suelo en estudio. Para lo cual se enviaron las muestras de cada tratamiento al Laboratorio para su análisis respectivo. Ver Anexos 7, 8, 9, 10 y 11.

- **Atura de planta (cm)**

Con ayuda de la cinta métrica se registró la altura de las plantas de maíz de cada uno de los tratamientos de los bloques respectivos, este dato se lo tomó a los 30 días del desarrollo del cultivo.

- **Longitud y diámetro de las mazorcas por planta (cm)**

Utilizando la cinta métrica se midió la longitud y el diámetro de la mazorca en 30 plantas tomadas al azar del área útil de cada tratamiento. Esta actividad se la realizó después de 120 días.

- **Peso de las mazorcas (g)**

Se registró el peso de 30 mazorcas por cada uno de los tratamientos al momento de la cosecha y se expresó en gramos, estimando que la humedad promedio esté en el 12 % aproximadamente.

- **Peso de 100 granos (g)**

Se extrajeron 300 granos, pesados tres veces de 100 granos cada uno y de ahí se sacó el promedio de peso de 100 granos. Mediante el uso de una balanza de precisión.

- **Rendimiento (Kg/ha)**

Este dato se sacó por el peso promedio de las 30 mazorcas con 12% de humedad y 1% de impureza.

- **Estudio Económico (b/c)**

El análisis económico se realizó en base a la fórmula específica para calcular los costos y la utilidad marginal es la siguiente: Relación Utilidad/Costo = (Utilidad neta) / (Costo neto).

2.2.3. Operacionalización de las Variables

Cuadro N°1. Operacionalización de variables dependientes e independientes

TIPO DE VARIABLE		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Leguminosas: Mucuna Frijol tumbe Maní forrajero	Evaluación de tres abonos verdes y determinar que leguminosa mejora las características físico – químicas del suelo y rendimiento de una plantación de maíz	Los efectos de tres abonos verdes sobre las propiedades del suelo y sobre la plantación de maíz	Niveles de macro y micronutrientes y de materia orgánica.	Cuantitativo	Análisis de suelo antes y después del desarrollo del cultivo Abonos verdes Cultivo de maíz
	DEPENDIENTE				Análisis físico y químico del suelo. Altura de la planta. Longitud y diámetro de mazorca por planta. Peso de mazorcas. Peso de 100 granos Rendimiento Estudio económico	Cuantitativo

Plúa, 2021

2.3. Manejo experimental

Para la conducción del trabajo experimental se realizaron las siguientes labores:

2.3.1. Área de estudio

Lugar Recinto Guanábano del Cantón Paján, se delimitó una superficie de 728 m², suelo que se encuentra sin cultivar durante un periodo de 6 meses aproximadamente.

2.3.2. Análisis del suelo

Se caminó el lote en zig zag, y cada 20 m se tomó una submuestra, depositándolo en un balde, con una profundidad de 30 cm, luego de tener todas las submuestras las mezclamos homogéneamente y de ellas tomamos medio kilo, se hizo la identificación de la muestra, realizando en los laboratorios de suelo el análisis físico - químico.

2.3.3. Preparación del suelo

Antes de la siembra, el lote seleccionado para la investigación fue mecanizado mediante tres pases de rastra pesada, con el objetivo de darle soltura al suelo y un mejor drenaje, y así obtener condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo.

2.3.4. Siembra de los abonos verdes

Esta labor se la realizó en el mes de octubre, mediante el método manual, se la realizó en hileras distanciadas a 0.50 m x 0.25 m, con dos semillas por sitio.

Las semillas recicladas de leguminosas se las obtuvo de diferentes agricultores.

2.3.5. Desarrollo de las leguminosas

No se desarrolló ninguna labor cultural durante los 60 días de su ciclo vegetativo, antes de su etapa de florescencia fueron incorporada al suelo de forma manual

2.3.6. Siembra del cultivo de maíz

La siembra del maíz variedad EMBLEMA se la realizó después de 35 días de haber incorporado el material vegetativo de las leguminosas.

La fertilización de síntesis química fue dirigida al suelo después de obtener los resultados del análisis físico y químico del suelo, con esto se observó que se debió utilizar 0.5 kg (500 g) por parcela experimental (5mx4m) de abono con base de nitrógeno y azufre con tres aplicaciones para el testigo convencional. El distanciamiento de siembra del maíz fue 0.80 m x 0.20 m.

2.4. Técnicas de Recolección de Datos

Mediante la técnica de observación directa se tomaron los datos en fichas de registro de datos, en donde constan las diferentes variables a medirse descritas anteriormente.

También se registró los datos obtenidos del comportamiento del testigo absoluto que no lleva ninguna variable a evaluar y del testigo convencional en la que se le realizó dos fertilizaciones de abono con base de nitrógeno y azufre con dosis de 0.4 kg para cada parcela del testigo, las aplicaciones fueron a los 20, 40 y 60 días después de la siembra. Se aplico estos productos gracias a los resultados obtenidos con el análisis físico-químico del suelo.

Para la recolección inicial de las muestras se procedió a delimitar el área o superficie establecida para el estudio experimental y después de tomaron muestras de cada una de las parcelas experimentales en total 20 parcelas de 5m x 4m, donde fueron incorporado los abonos verdes, las otras parcelas sirvieron para el tratamiento testigo absoluto, aquí no se aplicó ningún producto u abono y el testigo convencional que tuvo una fertilización química a base de azufre y nitrógeno. El distanciamiento de siembra del maíz fue 0.80 m x 0.20 m, obteniendo unas 140 plantas por el estudio y 62500 plantas por hectáreas.

2.5. Diseño Experimental

El diseño experimental empleado en el trabajo de investigación fue de “Bloque Completos al Azar” (DBCA), con cinco tratamientos: T1 con abono verde “Mucuna”, T2: con abono verde “Frijol tumbe”, T3: con abono verde “Maní forrajero”, T4: testigo convencional con fertilizantes de síntesis químicos, T5: testigo absoluto sin tratamiento, con 4 repeticiones, por tanto, el número total de parcelas experimentales fue de 20.

Tabla 1. Tratamientos

Tratamientos	Leguminosas	Cultivo	Tamaño parcela	Distanciamiento Siembra
T1	Mucuna	Maíz	5 x 4	0.80 m x 0.20 m
T2	Frijol tumbe	Maíz	5 x 4	0.80 m x 0.20 m
T3	Maní forrajero	Maíz	5 x 4	0.80 m x 0.20 m
T4	Testigo Convencional	Maíz	5 x 4	0.80 m x 0.20 m
T5	Testigo Absoluto	Maíz	5 x 4	0.80m x 0.20 m

Plúa, 2021

2.6. Estadística Descriptiva e Inferencial

Para las comparaciones de los tratamientos se usó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 2. Análisis de la varianza ANOVA

Fuente de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamiento	(T - 1)	5 - 1	4
Bloque	(B - 1)	4 - 1	3
Error	(T - 1) (B - 1)	(5 - 1) (4 - 1)	12
Total	TB - 1	5 x 4 - 1	19

Plúa, 2021

2.7 Cronograma de Actividades

Cuadro N°2. Cronograma de actividades del ensayo

ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Entrega de proyecto			■																													
Sustentación del anteproyecto				■	■	■																										
Establecimiento de parcelas										■	■																					
Aplicación de tratamiento										■	■	■																				
Toma de datos de campo										■	■	■	■	■	■	■																
Desarrollo de proyecto final													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Culminación del proyecto final																									■	■	■	■				

Plúa, 2021

RESULTADOS

Se realizó el análisis de los resultados obtenidos en este estudio, donde se buscó evaluar abonos verdes sobre las características físico - químicas del suelo en el cultivo de maíz, utilizando tres leguminosas tales como: Frijol tumbe, Mucuna y Maní forrajero; y dos testigos (convencional y absoluto).

Altura de planta (cm) a los 30 días

En la tabla 3 se muestra los datos obtenidos de la variable altura de la planta a los 30 días, donde los tratamientos más representativos que estadísticamente presentaron mayor promedio en la variable evaluada fueron T3= Maní forrajero con 98.50 cm, seguido del T1= Mucuna con 96.00 cm, T2= Frijol tumbe con 93.75 cm, T4= Testigo convencional con 91.75 cm y con menor cantidad en altura el T5= Testigo absoluto con 85.25 cm. El análisis de varianza presentó significancia estadística por lo que se acepta la hipótesis alterna que evidencia que si existe diferencias significativas para los tratamientos en estudio. En cuanto al coeficiente de variación fue de 7.36 % como se lo muestra en la tabla siguiente.

Tabla 3. Altura de planta (cm) a los 30 días

Tratamiento	Altura de planta
T5= Testigo absoluto	85,25 a
T4= Testigo convencional	91,75 b
T2= Frijol tumbe	93,75 c
T1= Mucuna	96,00 d
T3= Maní forrajero	98,50 e
C.V	7,36
Nivel de significancia	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Plúa, 2021

Longitud de la mazorca (cm)

En la tabla 4 se muestra los datos obtenidos de la variable longitud de la mazorca, donde los tratamientos más representativos que estadísticamente presentaron mayor promedio en la variable evaluada fueron T3= Maní forrajero con 19.25 cm, seguido del T1= Mucuna con 18.50 cm, T2= Frijol tumbe con 17.75 cm, T4= Testigo convencional T5= Testigo absoluto con 16.25 cm y con menor longitud el T5= Testigo absoluto con 14.75 cm. El análisis de varianza presentó significancia

estadística por lo que se acepta la hipótesis Alternativa que evidencia que existe diferencias significativas para los tratamientos en estudio. En cuanto al coeficiente de variación fue de 7.36 % como se lo muestra en la tabla siguiente.

Tabla 4. Longitud de la mazorca (cm)

Tratamiento	Longitud de la mazorca	
T5= Testigo absoluto	14.75	a
T4= Testigo convencional	16.25	a b
T2= Frijol tumbe	17,75	b c
T1= Mucuna	18.50	b c
T3= Maní forrajero	19.25	c
C.V	7,36	
Nivel de significancia	*	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Plúa, 2021

Diámetro de la mazorca (cm)

En la tabla 5 se muestra los datos obtenidos de la variable diámetro de la mazorca, donde los tratamientos más representativos que estadísticamente presentaron mayor promedio en la variable evaluada fueron T3= Maní forrajero con 4.55 cm, seguido del T1= Mucuna con 4.39 cm, T2= Frijol tumbe con 4.26 cm, T4= Testigo convencional con 4.11 cm y con menor cantidad en diámetro el T5= Testigo absoluto con 3.99 cm. El análisis de varianza presentó significancia estadística por lo que se acepta la hipótesis Alternativa que evidencia que existe diferencias significativas para los tratamientos en estudio. En cuanto al coeficiente de variación fue de 1.97 % como se lo muestra en la tabla siguiente.

Tabla 5. Diámetro de la mazorca (cm)

Tratamiento	Diámetro de la mazorca	
T5= Testigo absoluto	3.99	a
T4= Testigo convencional	4.11	a b
T2= Frijol tumbe	4.26	b c
T1= Mucuna	4.39	c d
T3= Maní forrajero	4.55	d
C.V	1.97	
Nivel de significancia	*	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Plúa, 2021

Peso de la mazorca (g)

En la tabla 6 se muestra los datos obtenidos de la variable peso de la mazorca, donde los tratamientos más representativos que estadísticamente presentaron mayor promedio en la variable evaluada fueron T3= Maní forrajero con 163.84 g, seguido del T1= Mucuna con 160.95 g, T2= Frijol tumbe con 152.95 g, T4= Testigo convencional con 151.88 g y con menor peso el T5= Testigo absoluto con 142.73 g. El análisis de varianza presentó significancia estadística por lo que se acepta la hipótesis Alternativa que evidencia que existe diferencias significativas para los tratamientos en estudio. En cuanto al coeficiente de variación fue de 5.64 % como se lo muestra en la tabla siguiente.

Tabla 6. Peso de la mazorca (g)

Tratamiento	Peso de la mazorca	
T5= Testigo absoluto	142.73	a
T4= Testigo convencional	151.88	a b
T2= Frijol tumbe	152.95	a b
T1= Mucuna	160.95	a b
T3= Maní forrajero	163.84	b
C.V	5.64	
Nivel de significancia	*	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Plúa, 2021

Peso de 100 granos (g)

En la tabla 7 se muestra los datos obtenidos de la variable peso de 100 granos, donde los tratamientos más representativos que estadísticamente presentaron mayor promedio en la variable evaluada fueron T3= Maní forrajero con 24.38 g, seguido del T1= Mucuna con 22.65 g, T2= Frijol tumbe con 22.30 g, T4= Testigo convencional con 21.13 g y con menor peso el T5= Testigo absoluto con 20.14 g. El análisis de varianza presentó significancia estadística por lo que se acepta la hipótesis Alternativa que evidencia que existe diferencias significativas para los tratamientos en estudio. En cuanto al coeficiente de variación fue de 3.99 % como se lo muestra en la tabla siguiente.

Tabla 7. Peso de 100 granos (g)

Tratamiento	Peso de 100 granos
T5= Testigo absoluto	20.14 a
T4= Testigo convencional	21.13 b
T2= Frijol tumbe	22.30 c
T1= Mucuna	22.65 c
T3= Maní forrajero	24.38 d
C.V	3.99
Nivel de significancia	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 Plúa, 2021

Rendimiento kg/ha

En la tabla 8 se muestra los datos obtenidos de la variable rendimiento kg/ha, donde los tratamientos más representativos que estadísticamente presentaron mayor promedio en la variable evaluada fueron T3= Maní forrajero con 5902.06 kg, seguido del T1= Mucuna con 5381.52 kg, T2= Frijol tumbe con 5098.13 kg, T4= Testigo convencional con 4619.31 kg y con menor rendimiento el T5= Testigo absoluto con 4251.88 kg. El análisis de varianza si presento significancia estadística por lo que se acepta la hipótesis Alternativa que evidencia que existe diferencias significativas para los tratamientos en estudio. En cuanto al coeficiente de variación fue de 7.12 % como se lo muestra en la tabla siguiente.

Tabla 8. Rendimiento kg/ha

Tratamiento	Rendimiento kg/ha
T5= Testigo absoluto	4251.88 a
T4= Testigo convencional	4619.31 b
T2= Frijol tumbe	5098.13 b c
T1= Mucuna	5381.52 c
T3= Maní forrajero	5902.06 d
C.V	7.12
Nivel de significancia	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).
 Plúa, 2021

Características físicas del suelo

Al observar en la tabla 9 se detalla la comparación que existe entre los análisis realizados antes y después de la incorporación de los tratamientos, por lo tanto, el maní forrajero, testigo absoluto y testigo convencional tuvieron la mayor densidad aparente con 1.2 g/cm³, en comparación a los valores iniciales, sin salir de los parámetros óptimos dependiendo de la textura del suelo para el desarrollo de las raíces.

Con la incorporación de estos abonos verdes se obtuvo mayor porcentaje de arena y limo en el suelo fueron T3, T5 y T4 a diferencia de los valores iniciales, pero en cambio, hubo mayor cantidad de arcilla en T1 y T2 a los otros tratamientos, pero existió una menor cantidad al momento de relacionarlos con los valores iniciales.

Tabla 9. Características físicas del suelo

Tratamientos	Text. Ini.	Text. Fin.	%Arena		%Limo		%Arcilla		D.	D.
			Ini.	Fin.	Ini.	Fin.	Ini.	Fin.	aparente Ini.	aparente Fin.
T3: Maní forrajero		Franco arcilloso		22		40		38		1,2 g/cm ³
T1: Mucuna		Arcilloso		22		36		42		1,1 g/cm ³
T2: Frijol tumbe	Arcilloso	Arcilloso	18	18	34	38	48	44	1,0 g/cm ³	1,1 g/cm ³
T5: Testigo Absoluto		Franco arcilloso		22		40		38		1,2 g/cm ³
T4: Testigo Convencional		Franco arcilloso		22		40		38		1,2 g/cm ³

Plúa, 2021

Características químicas del suelo

Al obtener los resultados en la tabla 10 del presente estudio al aplicar las coberturas vegetales (Mucuna, Frijol tumbe, Maní forrajero) han incrementado notablemente a los micro y macronutrientes que tenían valores bajos en el suelo, también se puede observar una reducción de los valores excesivos que presentaban algunos nutrientes en este estudio.

Gracias a estos abonos verdes en el suelo se obtuvo un valor mayor de materia orgánica 3.20% el maní forrajero a diferencia a los valores aportados antes de la aplicación de las mismas que era de 1.80%.

Se demuestra que hubo una leve variación en el pH con respecto a los tratamientos empleados Maní forrajero con 6.5, Mucuna con 6.1 y testigo convencional con 6.1, mientras que el frijol tumbe y testigo absoluto con 6.4 mantuvieron el mismo pH inicial.

Con respecto al NH_4 se observó un incremento razonable en los tratamientos empleados en este estudio a diferencia del valor inicial antes de aplicar los abonos verdes que eran de 11 mg/L, dando como resultado que el maní forrajero fue el que más incremento el nitrógeno en 19 mg/L, llegando casi a los niveles óptimos para los cultivos, en cambio, el testigo convencional fue el que poco incremento tuvo con 14 mg/L.

Esto significa que, los suelos tratados con maní forrajero y mucuna, ayudan a mejorar las características químicas del suelo para el cultivo de maíz.

Tabla 10. Características químicas del suelo

Tratamientos	pH inicial	pH final	NH4 inicial	NH4 final	P inicial	P final	K inicial	K final	Ca inicial	Ca final	Mg inicial	Mg final
T3: Maní forrajero		6,5		19		67 ug/ml		390 ug/ml		4252 ug/ml		577 ug/ml
T1: Mucuna		6,2		16		85 ug/ml		479 ug/ml		4150 ug/ml		582 ug/ml
T2: Frijol tumbe	6,4	6,4	11	15	84 ug/ml	65 ug/ml	397 ug/ml	471 ug/ml	4032 ug/ml	4302 ug/ml	669 ug/ml	645 ug/ml
T5: Testigo Absoluto		6,4		18		73 ug/ml		464 ug/ml		4278 ug/ml		616 ug/ml
T4: Testigo Convencional		6,1		14		74 ug/ml		398 ug/ml		4045 ug/ml		536 ug/ml

Tratamientos	S inicial	S final	Zn inicial	Zn final	Cu inicial	Cu final	Fe inicial	Fe final	Mn inicial	Mn final	B inicial	B final	M.O. inicial	M.O. final
T3: Maní forrajero		3 ug/ml		3,2 ug/ml		5,2 ug/ml		52 ug/ml		3,0 ug/ml		0,30 ug/ml		3,20%
T1: Mucuna		3 ug/ml		3,2 ug/ml		5,8 ug/ml		60 ug/ml		5,0 ug/ml		0,40 ug/ml		2,70%
T2: Frijol tumbe	4 ug/ml	6 ug/ml	4,8 ug/ml	3,0 ug/ml	7,5 ug/ml	5,9 ug/ml	155 ug/ml	41 ug/ml	5 ug/ml	5,0 ug/ml	0,30 ug/ml	0,30 ug/ml	1,80%	2,50%
T5: Testigo Absoluto		3 ug/ml		2,6 ug/ml		5,1 ug/ml		50 ug/ml		2,0 ug/ml		0,20 ug/ml		3,00%
T4: Testigo Convencional		3 ug/ml		2,7 ug/ml		7,7 ug/ml		52 ug/ml		6,0 ug/ml		0,20 ug/ml		2,40%

Plúa, 2021

Relación costo-beneficio

Al evaluar la relación costo beneficio de los tratamientos se observó que el tratamiento 3 (Maní forrajero) obtuvo una relación beneficio costo de \$1,19 es decir por cada dólar invertido y recuperado retorna \$0,19 centavos, fue el que mayor retorno tuvo. Seguido del tratamiento 1 (Mucuna) con una relación B/C de \$1,09 con una tasa de retorno de 0,09 centavos. Después el tratamiento 2 (Frijol tumbe) con una relación B/C de 1,03 es decir con un retorno de 0.03 centavos. Luego el tratamiento 4 (Testigo convencional, aplicación química) con un valor de \$0,93 no hay ganancia. Mientras que obtuvo la menor B/C fue el tratamiento 5 (Testigo absoluto) con una relación de \$0.91, es decir que no hay ganancias.

Cuadro N°3. Estudio Económico

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5
	Mucuna	Frijol tumbe	Maní forrajero	Testigo convencio nal	Testigo absoluto
Ingresos					
Rendimiento kg/Ha	5381,52	5098,13	5902,06	4619,31	4251,88
Rendimiento ajustado (desgrane 16%)	4520,48	4282,43	4957,73	3880,22	3571,58
Precios (kg)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Total, ingresos	1582,17	1498,85	1735,21	1358,08	1250,05
Egresos					
Alquiler de terreno	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Preparación de terreno	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Análisis de suelo	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Semilla de mucuna	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Semilla de maní forrajero	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00
Semilla de frijol tumbe	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Semilla de maíz Emblema	220,00	220,00	220,00	220,00	220,00
Siembra de leguminosas	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Siembra de maíz	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Fertilización					
Fertilizante a base de N, S	0,00	0,00	0,00	22,50	0,00
Aplicación de fertilizante	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00
Control fitosanitario					
Insecticida Radiant	13,00	13,00	13,00	0,00	0,00
Control de malezas (manual)	60,00	60,00	60,00	0,00	0,00
Herbicidas Nostoc	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00
Herbicidas Atrazina	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00
Herbicida Glifosato	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00
Jornales	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Riego	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Cosecha	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Transportación de cosecha	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gastos varios	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Costo producción/trat.	1458,00	1455,00	1457,00	1455,50	1380,00
Total, egresos	1.458,00	1.455,00	1.457,00	1.455,50	1.380,00
Beneficio neto	124,17	43,85	278,21	-97,42	-129,95
Relación beneficio costo	1,09	1,03	1,19	0,93	0,91

Plúa, 2021

DISCUSIÓN

En el presente estudio se realizó la evaluación de abonos verdes (Mucuna, Frijol tumbe y Maní forrajero) en comparación con un testigo convencional (Fertilización química) y un testigo absoluto (sin aplicación de fertilizantes) sobre las características físico – químicas del suelo en el cultivo de maíz, de acuerdo a los resultados del ensayo se determinó la siguiente discusión:

Determinando el comportamiento agronómico del cultivo de maíz con la incorporación de los abonos verdes en el suelo se observa lo siguiente:

Con la evaluación de la altura de la planta a los 30 días, se observó los mejores resultados tales como T3= Maní forrajero con 98.50 cm, seguido del T1= Mucuna con 96.00 cm, T2= Frijol tumbe con 93.75 cm, caso contrario los menores resultados fueron T4= Testigo convencional con 91.75 cm y T5= Testigo absoluto con 85.25 cm. Se acepta lo estipulado por Reyes (2009) que el uso de abonos verdes y sistemas de cobertura vegetal, son tecnologías alternativas que son aplicadas en el recurso suelo y donde se han obtenido resultados favorables en el incremento de la altura de la planta a los 30 días con promedios de 100 cm, al ser incorporadas el maní forrajero, mucuna y frijol tumbe en el cultivo de maíz.

Los resultados correspondientes a la longitud, diámetro y peso de la mazorca de maíz se observó promedios buenos y acorde a los que se cosecha en el sector que no pasaban de los 20 cm en longitud, 5 cm en diámetro y 200 g en peso de la mazorca. Sin embargo, el Maní forrajero es el que mejor fue asimilado por el cultivo dando resultados de 19.25 cm, 4.55 cm y 163.84 g respectivamente; mientras que el testigo absoluto fue el que tuvo menores promedios de estas variables. Estos datos no se asemejan al de Heredia (2017) quien indica que esta especie frijol tumbe puede ser utilizada como abono verde, aportando nutrientes y materia orgánica, como un indicador de una buena calidad de suelo, protegen al suelo de erosión, mejorando su estructura. Al evaluar en este estudio en el cultivo de maíz se observó la longitud, diámetro y peso de la mazorca presentaron valores de 25 cm, 6 cm y 180 g respectivamente.

Según los datos obtenidos al evaluar el peso de 100 granos, se observó los mayores promedios en esta variable fueron T3= Maní forrajero con 24.38 g,

seguido del T1= Mucuna con 22.65 g, T2= Frijol tumbe con 22.30 g, y los menores promedios son T4= Testigo convencional con 21.13 g y con menor cantidad en altura el T5= Testigo absoluto con 20.14 g. Estos datos no concuerdan con Álvarez, Díaz y López (2005) quien en su estudio al evaluar la incorporación de leguminosas en el cultivo de maíz al evaluar el peso de 100 semillas se observó que con el abono verde mucuna tuvo un peso de 26 g, frijol con 25 g y el mejor fue maní forrajero con 30 g.

Se realizó la comparación que existe entre los análisis realizados antes y después de la incorporación de los abonos verdes. Al obtener los resultados con la aplicación de las coberturas vegetales (Maní forrajero, Mucuna, Frijol tumbe) han incrementado notablemente a los micro y macronutrientes que tenían valores bajos en el suelo, también se puede observar una reducción de los valores excesivos que presentaban algunos nutrientes en este estudio, con la textura se evidenció una mejoría, con respecto a la materia orgánica hubo un incremento leve. Esto significa que, a los suelos tratados con cultivos de cobertura o llamados abonos verdes, servirán para mejorar las características físico – químicas de los suelos agrícolas. Esto concuerda con lo planteado por Martín y Rivera (2015) en su estudio, manifiesta que los abonos verdes y/o cultivos de cobertura (maní forrajero y frijol) en crecimiento causan importantes efectos sobre la fertilidad química del suelo como aumento de pH del suelo, micro y macronutrientes en el suelo. También concuerdan con Beltrán (2006) donde indica que las plantas utilizadas como abono verde (Mucuna, Maní forrajero y Frijol tumbe) benefician al suelo debido a que aportan un material biológico para el suelo, además es determinante en la fertilidad de los suelos, constituyendo una fuente de energía para el desarrollo de los mismo. Cuanto mayor sea la producción de la biomasa de los abonos verdes, mayor será la población macro y microbiana del suelo

De acuerdo al análisis económico por medio de la relación costo beneficio de los tratamientos se observó que el tratamiento 3 (Maní forrajero) obtuvo una relación beneficio costo de \$1,19 es decir por cada dólar invertido y recuperado retorna \$0,19 centavos, fue el que mayor retorno tuvo. Mientras que obtuvo la menor B/C fue el tratamiento 5 (Testigo absoluto) con una relación de \$0,91, es decir por cada dólar invertido y recuperado se pierde \$0,91 centavos. Se está de

acuerdo con lo que afirman Reyes, Hernández, Sánchez, García y Parra (1999) donde mencionan que la cobertura vegetal (maní forrajero y frijol tumbe) cubre al suelo en forma temporal o permanente y aporta nutrientes favorables a los cultivos. Su uso mejoro el rendimiento al ser incorporado en el cultivo de maíz y genero ganancias a través de la relación costo beneficio con \$1,32 y \$1,20 respectivamente, mientras quien tuvo menor ganancia fue la Mucuna con \$1,10.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

Al ver analizado los resultados obtenidos en este estudio de evaluación de abonos verdes sobre las características físico - químicas del suelo en el cultivo de maíz, se puede concluir lo siguiente:

- Los resultados obtenidos con respecto a las características morfológicas (altura de la planta, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, peso de la mazorca, peso de 100 granos y rendimiento) en el cultivo de maíz al momento de incorporar los abonos verdes en el suelo, se demostró lo siguiente: que el testigo convencional y testigo absoluto fueron los que menores valores en características morfológicas en el maíz presentaron, en cambio el Maní forrajero y la Mucuna se observaron que aportaron mejores valores en el desarrollo del cultivo.
- Con la incorporación de los abonos verdes como el Maní forrajero, la Mucuna, Frijol tumble se aporta material vegetativo, el cual se transformó en materia orgánica favoreciendo la disponibilidad de nutrientes, estos beneficios de los abonos verdes mejoraron los aportes físicos (densidad aparente, textura) y químicos (micro y macronutrientes, materia orgánica y pH). Con esto la hipótesis planteada es aceptable por lo que los tratamientos con coberturas vegetales aplicados al suelo mejoraron las características físico - químicas del suelo en el cultivo de maíz.
- Con respecto al análisis económico de los tratamientos con las coberturas implementadas (Mucuna, Frijol tumble y Maní forrajero), revelan que el uso de las coberturas vegetales es de bajo costo, mejora de la fertilidad del suelo y del cultivo, obteniendo un c/b de \$1.19 para el maní forrajero como mayor relación, en cambio el testigo absoluto (sin aplicación de nada) tuvo la menor relación costo beneficio con \$0.91.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo a las conclusiones al realizar la evaluación de abonos verdes sobre las características físico – químicas del suelo en el cultivo de maíz se pueden recomendar lo siguiente:

- En base a este proyecto de investigación se recomienda el uso del maní forrajero como método de conservación y mejoramiento de los suelos con aportes físicos y químicos para el cultivo de maíz.
- Otros estudios experimentales para determinar si es rentable el uso de los abonos verdes mediante un análisis económico y observar la viabilidad de implementar las coberturas vegetales para que en un futuro evitar el uso de productos sintéticos en los cultivos.
- Este tipo de investigación que se ejecuten en otras zonas del país con diferentes condiciones climáticas, edáficas donde se puedan asociar con el cultivo de maíz, empleando los abonos verdes (Maní forrajero y Mucuna) por ser los dos tratamientos que mejor resultados mostraron en el desarrollo del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Álvarez, R. J., Díaz, G. J. y López, N. J., (2005). Agricultura orgánica vs agricultura moderna como factores en la salud pública. División académica de ciencias agropecuarias. Universidad Juárez autónoma de tabasco. México.
- Alvarez, J. (2016). *Abonos Orgánicos y verdes. Papel en los Sistemas Integrados de Nutrición Vegetal*.
- Angel, D., & Prager, M. (1989). Evaluación de abonos verdes en el sistema de producción Maíz - Leguminosas. *Fundación para la Aplicación y Enseñanza de las Ciencias*, 2. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/19408/1/15392-46793-1-PB.pdf>
- Benites, J. (2015). Agroecología y Desarrollo sostenible. *La agroecología*. Obtenido de <http://leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol19n4.pdf#page=10>
- Borbor, G. (2013). PRODUCCIÓN DE MAÍZ A PARTIR DE SEMILLAS INOCULADAS CON *Rhizobium* sp. EN MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA". Santa Elena, Ecuador.
- Calegari. (2015). Adubação verde y sistemas de cobertura de solos en la región del brasil. *Trabajo presentado en el taller internacional sobre cultivos de cubiertas de abono verde para pequeños regiones tropicales y subtropicales*. Chapecó, Brasil.
- Castro Rincon, E. (2018). Abonos verdes de leguminosas. 3-4. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6602218>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Quito, Ecuador.
- FAO. (2009). *Glosario de Agricultura Orgánica*. Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,materia+organica,4951.html>
- FAO. (2015). *Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse*. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>
- Fernández, A. (2007). Obtenido de <https://studylib.es/doc/263388/1-kudzu--pueraria-phaseloides--dr.c.-an%C3%ADbal-fern%C3%A1ndez-mayer>
- Franco, L., & Peters, M. (2006). *Caupí (Vigna unguiculata), una leguminosa multipropósito*. Agricultura Sostenible. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/forrajes_tropicales/pdf/Brochures/008%20Vigna%20Unguiculata%202005.pdf
- GAD cantonal de Paján. (2014). Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360001280001_DOCUMENTO%20PRELIMINAR-PDYOT-PAJAN-2015_16-03-2015_23-55-15.pdf
- García. (2017). Actividad microbiana en suelos de España expuestos a procesos de degradación y desertificación. *investigación y perspectivas de la enzimología del suelo en españa*. España: Cebas-csic.
- García Hernandez, J. L., & Murillo Amador, B. (2015). Aprovechamiento de los abonos verdes en la agricultura. Obtenido de http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/2747/1400%20garcia_j.PDF?sequence=1&isAllowed=y

- García, J. L., & Castellanos, E. (2010). AVANCES EN INVESTIGACIÓN Y PERSPECTIVAS DEL APROVECHAMIENTO DE LOS ABONOS VERDES EN LA AGRICULTURA. *TERRA LATINOAMERICANA*, 5. Obtenido de <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/2747>
- Gleesman, S. (2018). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Costa Rica. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=rnqan8BOVNAC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Gómez Gómez, R., & González-Lutz, M. (2018). Respuesta de cinco leguminosas de cobertura a la fertilización fosfórica1. *UNiversidad de Costa Rica*, 294. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43755165005/html/index.html>
- Gomez, R., & González, M. I. (2018). Respuesta de cinco leguminosas de cobertura a la fertilización fosfórica. *Agronomía Mesoamérica*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43755165005/html/index.html>
- Hernández, J. C. (2004). Una alternativa para mejorar los suelos y combatir malezas. *Sistema Unificado de Información Institucional*, 6. Obtenido de file:///F:/MAESTRIA/12%20MODULO%20TRABAJO%20DE%20TITULACI%C3%93N%20I/brochure_mucuna.pdf
- INIAP. (2010). *agroscoopio*. Boletín . Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2008/1/iniaplsbd380.pdf>
- Labrador, J. (2008). *Manual Técnico Manejo del suelo en los sistemas de producción ecológica*. Obtenido de <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2013/12/manual-manejo-del-suelo-en-agricultura-ecologica.pdf>
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria . (2010). Quito, Ecuador.
- Lucero, G. R. (2019). *Efecto de tres coberturas vegetales en el desarrollo y rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes 366*. Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/handle/123456789/31819>
- Luna murillo, R., Chacón Mancheno, E., Ramírez de la Ribera, J., Espinoza Coronel, A., Guevara Santana, J., Cedeño Troya, D., & López Cedeño, K. (2015). Evaluación del Kudzú (Pueraria phaseloides) y la Clitoria ternatea en diferentes estados de madurez. *SciELO*, 2. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63643093004.pdf>
- Márquez. (2013). Inserción de leguminosas canavalia ensiformis, viga unguiculata y vigna radiata, en el sistema maíz – frijol. *Cultivos tropicales*. Lima.
- Martín. (2015). Efecto de la Canavalia ensiformis y micorrizas arbusculares en el cultivo del maíz. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Nicaragua: Ed. Rivera.
- Martin, & Rivera. (2001). MINERALIZACIÓN DEL NITRÓGENO INCORPORADO CON LOS ABONOS VERDES Y SU PARTICIPACIÓN. 3. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217916013.pdf>
- Martinez, F. (2015). *Maní forrajero (Arachis pintoi)*.
- Masakichi, M., & Prause, J. (2015). *Descomposición de Vigna unguiculata (caupí) en un Argiudol Típico de Colonia Benítez, Chaco*. Buenos Aires: INTA DIGITAL. Obtenido de

- https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/6449/RIA_2012_VOLUMEN38_N%c2%b01_p.86-90.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Montes de Oca, P., & Cervantes, C. (1996). 2. Obtenido de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/12998/18078>
- Montesdeoca, M. (2015). *Agroecología*. Cuenca: Ecuador. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=LHkzAQAAMAAJ&pg=PA2&dq=agroecologia&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjNkvzb5svmAhVC1VkKHeJ_AAAsQ6AEIYjAH#v=onepage&q=agroecologia&f=false
- Murillo, L. (2015). Evaluación del Kudzú (*Pueraria phaseloides*) y la *Clitoria ternatea* en. *Revista electrónica de veterinaria*, 10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63643093004.pdf>
- Navas, G. (2015). *Caracterización de leguminosas como abono verde*. Colombia: Siglo XX. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=JgeiCneXFE0C&printsec=frontcover&dq=leguminosas+como+abono+verde&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjmsSn6svmAhWJr1kKHf04DgkQ6AEIKTAA#v=onepage&q=leguminosas%20como%20abono%20verde&f=false>
- Portocarrero, R., & Vidal, C. (2015). Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. Buenos Aires. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_plaguicidas_agregados_al_suelo_2015.pdf
- Prager. (2015). efecto del cultivo de cobertura: mucuna pruriens, en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo Typic haplustalfs, cultivado con maíz (zea mays l.) en zona de ladera del municipio de Palmira. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Restrepo, J., & Prager, M. (2000). *Agroecología*. Santo Domingo. Obtenido de <https://viaorganica.org/15451-2/>
- Reyes, O., & Patiño, C. (Enero - Junio de 2015). Efecto de Mucuna pruriens como abono verde y cobertura, sobre algunas propiedades físicas del suelo. 6. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n1/v11n1a15.pdf>
- Reynoso, V. (2016). Leguminosas, Regeneración para el suelo.
- Rodríguez, N., & McLaughlin, M. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=EjumDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=deterioro+del+suelo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjmg_eYssD0AhXKIWoFHSHECA8Q6AF6BAgHEAI#v=onepage&q=deterioro%20del%20suelo&f=false
- Rodríguez, N., & McLaughlin, M. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=EjumDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=deterioro+del+suelo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjmg_eYssD0AhXKIWoFHSHECA8Q6AF6BAgHEAI#v=onepage&q=deterioro%20del%20suelo&f=false

- Sarandón, S., & Flores, C. (2015). *La Agroecología: El enfoque necesario para una agricultura sustentable*. Buenos Aires.
- Solano, J. N. (2015). "Efecto de cuatro purines de origen botánico, en la descomposición de abonaduras". Tesis doctoral, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/722/6/T-UTB-FACIAG-AGROP-000033.pdf>
- Valverde Valdéz, T. (2015). *Ecología y medio ambiente*. México: Pearson Educación. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=oHJqJzvVdQoC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Wade, M., & Sanchez, P. (1983). Mulchig and green manure applications for continuous crop production in the Amazon basin. *Agronomy Journal*, 39, 45, 75. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1541/CJYS_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta a los 30 días (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta a los 30 días	20	0.31	0.21	7.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	405.70	4	101.43	0.77	0.0468
Repeticiones	306.55	3	102.18	0.77	0.0312
Error	1586.70	12	132.23		
Total	2298.95	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=25.91688

Error: 132.2250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5= Testigo absoluto	85.25	4	5.75	A
T4= Testigo convencional	91.75	4	5.75	B
T2= Frijol tumbe	93.75	4	5.75	C
T1= Mucuna	96.00	4	5.75	D
T3= Maní forrajero	98.50	4	5.75	E

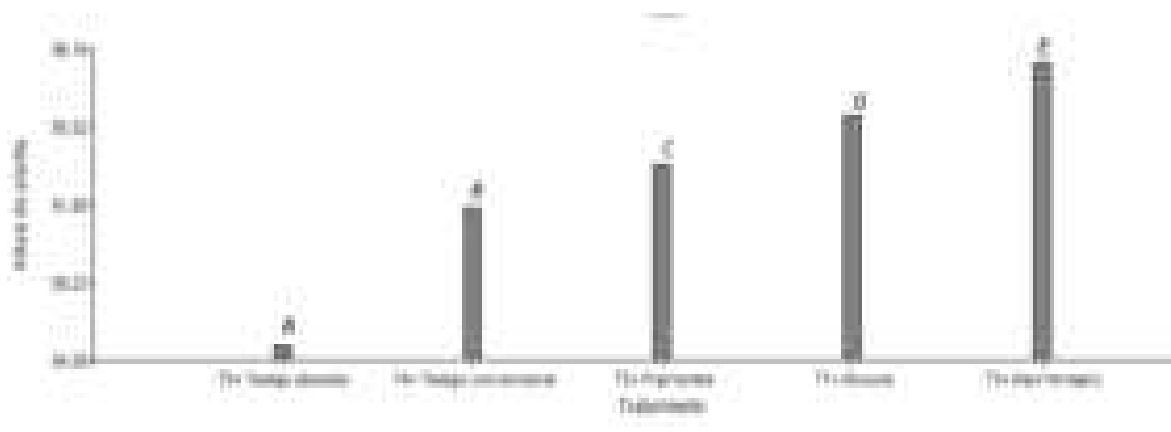
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=21.59149

Error: 132.2250 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	87.40	5	5.14	A
4	91.40	5	5.14	B
1	96.60	5	5.14	C
2	96.80	5	5.14	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



Anexo 2. Longitud de la mazorca (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de la mazorca	20	0.92	0.88	6.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	52.20	4	13.05	11.35	0.0005
Repeticiones	112.20	3	37.40	32.52	<0.0001
Error	13.80	12	1.15		
Total	178.20	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.41699

Error: 1.1500 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T5= Testigo absoluto	14.75	4	0.54	A		
T4= Testigo convencional	16.25	4	0.54	A	B	
T2= Frijol tumbe	17.75	4	0.54		B	C
T1= Mucuna	18.50	4	0.54		B	C
T3= Maní forrajero	19.25	4	0.54			C

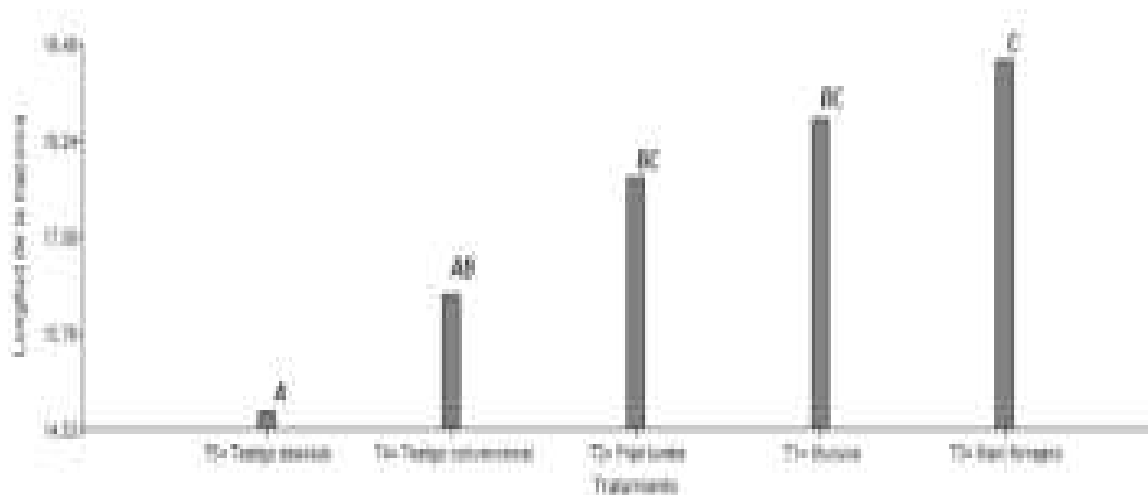
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.01361

Error: 1.1500 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	15.80	5	0.48	A
2	16.00	5	0.48	A
1	16.00	5	0.48	A
4	21.40	5	0.48	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Plúa, 2021

Anexo 3. Diámetro de la mazorca (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de la mazorca	20	0.95	0.92	1.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.79	4	0.20	34.12	<0.0001
Repeticiones	0.57	3	0.19	32.86	<0.0001
Error	0.07	12	0.01		
Total	1.43	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17165

Error: 0.0058 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
T5= Testigo absoluto	3.99	4	0.04	A			
T4= Testigo convencional	4.11	4	0.04	A	B		
T2= Frijol tumbe	4.26	4	0.04		B	C	
T1= Mucuna	4.39	4	0.04			C	D
T3= Maní forrajero	4.55	4	0.04				D

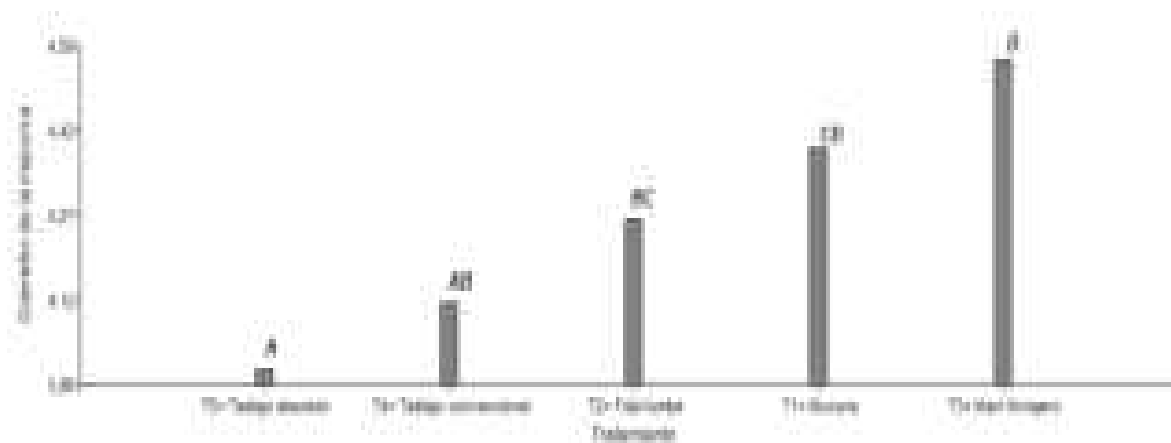
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14300

Error: 0.0058 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	4.05	5	0.03	A
2	4.16	5	0.03	A
3	4.32	5	0.03	B
4	4.50	5	0.03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Plúa, 2021

Anexo 4. Peso de la mazorca (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de la mazorca (g)	20	0.90	0.84	5.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	g	F	p-valor	
Tratamientos	1106.02	4	276.51	3.64	0.0364
Repeticiones	6878.21	3	2292.74	30.22	<0.0001
Error	910.53	12	75.88		
Total	8894.76	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=19.63277

Error: 75.8772 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T5= Testigo absoluto	142.73	4	4.36	A	
T4= Testigo convencional	151.88	4	4.36	A	B
T2= Frijol tumble	152.95	4	4.36	A	B
T1= Mucuna	160.95	4	4.36	A	B
T3= Maní forrajero	163.84	4	4.36		B

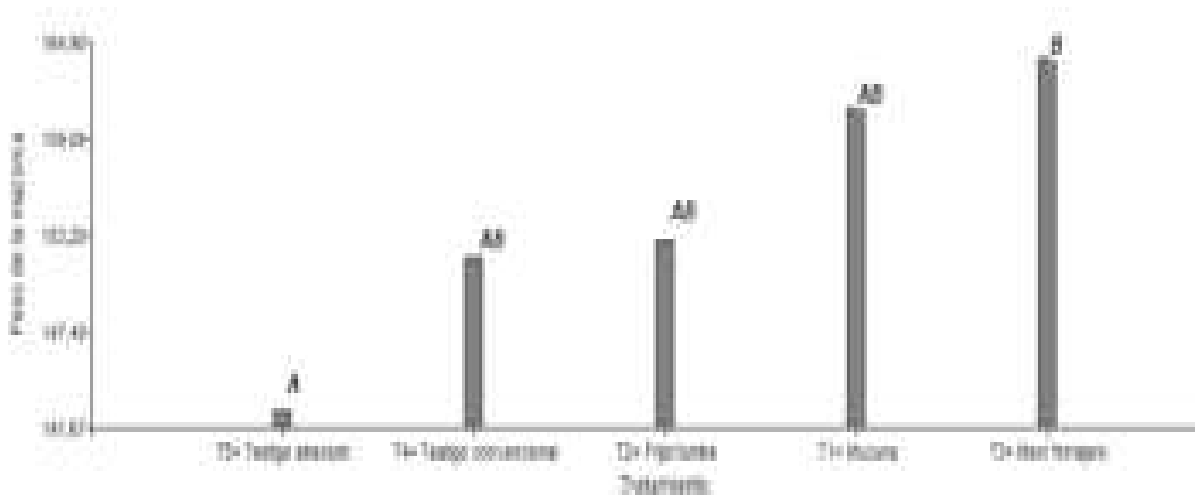
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=16.35616

Error: 75.8772 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	141.96	5	3.90	A
2	144.36	5	3.90	A
4	145.03	5	3.90	A
3	186.53	5	3.90	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



Plúa, 2021

Anexo 5. Peso de 100 granos (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos (g)	20	0.99	0.98	3.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	413.41	4	103.85	10.76	<0.0001
Repeticiones	522.68	3	174.23	17.14	<0.0001
Error	12.61	12	10.05		
Total	948.70	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8.14547

Error: 10.0510 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5= Testigo absoluto	20.14	4	1.59	A
T4= Testigo convencional	21.13	4	1.59	B
T2= Frijol tumbe	22.30	4	1.59	C
T1= Mucuna	22.65	4	1.59	C
T3= Maní forrajero	24.38	4	1.59	D

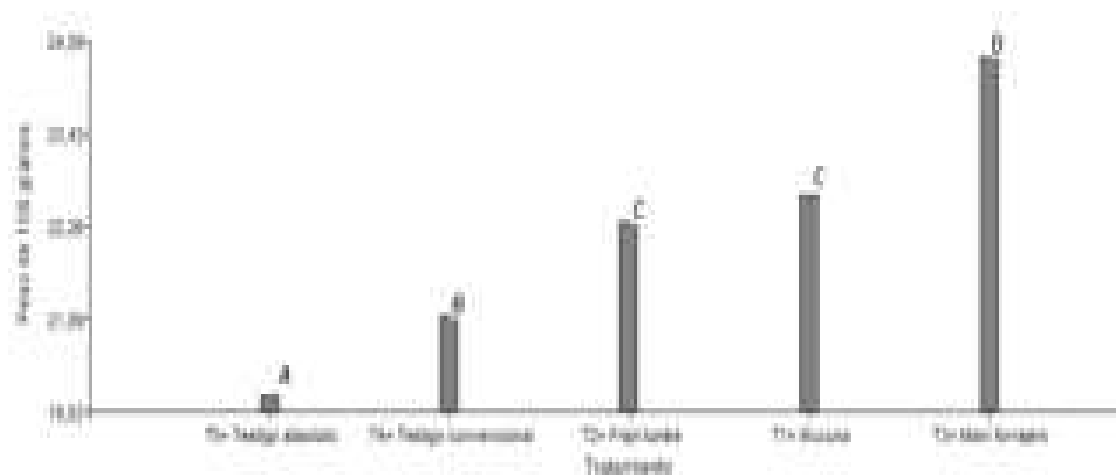
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.95292

Error: 10.0510 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	20.08	5	1.42	A
2	21.10	5	1.42	B
3	23.08	5	1.42	C
4	24.20	5	1.42	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Plúa, 2021

Anexo 6. Rendimiento kg/ha

Variable	N	R ²	R ² aj	CV
Rendimiento (Kg/ha)	20	0,83	0,72	7,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	2840383,87	4	710095,97	11,89	0,0004
Repeticiones	561379,49	3	187126,50	3,13	0,0456
Error	716892,16	12	59741,01		
Total	4118655,52	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=650,88666

Error: 59741,0137 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T5= Testigo absoluto	4251,88	4	122,21 A
T4= Testigo convencional	4619,31	4	122,21 B
T2= Frijol tumbe	5098,13	4	122,21 B C
T1= Mucuna	5381,52	4	122,21 C
T3= Maní forrajero	5902,06	4	122,21 D

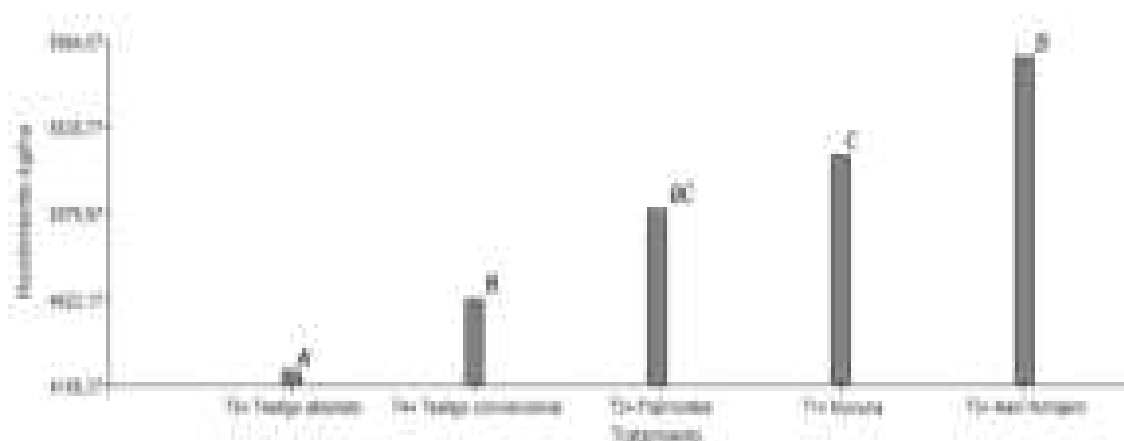
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=558,94646

Error: 59741,0137 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.
4	4695,58	5	109,31 A
3	4812,85	5	109,31 A
2	4902,40	5	109,31 A
1	5051,48	5	109,31 B

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



Plúa, 2021

ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMBUERIO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS MINERALES Y AGUAS
Av. Pinar del Sur, 445, Pinar del Sur, Pinar del Sur, Pinar del Sur, Pinar del Sur



RESUMEN DE ANALISIS DE SUELOS

Fecha: 10/05/2021

PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS	SUELOS	ANÁLISIS	UNIDADES
Nombre: []	Clase: []	Color: []	[]
Textura: []	Grupos: []	Humedad: []	[]
Porosidad: []	Capacidad: []	Capacidad: []	[]
PH: []	Alcalinidad: []	Alcalinidad: []	[]
Agua: []	Organismo: []	Organismo: []	[]

ANÁLISIS QUÍMICO	SUELOS	ANÁLISIS	UNIDADES
Nitrogeno: []	Carbono: []	Carbono: []	[]
Fósforo: []	Calcio: []	Calcio: []	[]
Potasio: []	Magnesio: []	Magnesio: []	[]
Sulfuro: []	Cloro: []	Cloro: []	[]
Fluoruro: []	Bromo: []	Bromo: []	[]
Iodo: []	Yodo: []	Yodo: []	[]

Elaborado por: []

Revisado por: []

Fecha: []



[]

Fecha: 10/05/2021

Anexo 7. Análisis características químicas (antes de incorporación de abonos verdes)

Plúa, 2021


ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DEL EMPUJÓN SURBUENO PARAJA"
LABORATORIO DE SUELOS, SIEMBRA VEGETALES Y AGUA
Dr. Carlos A. Rodríguez Rodríguez, Ing. Agr. María José Rodríguez Rodríguez

SISTEMA DE ANÁLISIS DE SUELOS

PROYECTO: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>	LABORATORIO: <input type="text"/>	ANÁLISIS: <input type="text"/>
CLIENTE: <input type="text"/>	FECHA DE ENTREGA: <input type="text"/>	FECHA DE RECEPCIÓN: <input type="text"/>	FECHA DE EMISIÓN: <input type="text"/>
PROYECTO: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>	LABORATORIO: <input type="text"/>	ANÁLISIS: <input type="text"/>
CLIENTE: <input type="text"/>	FECHA DE ENTREGA: <input type="text"/>	FECHA DE RECEPCIÓN: <input type="text"/>	FECHA DE EMISIÓN: <input type="text"/>

[Firma]
 Agosto 2021

Anexo 8. Análisis características físicas y químicas (antes de incorporación de abonos verdes)
 Plúa, 2021



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
INSTITUTO NACIONAL DE SANITARIA VEGETARIA Y ANIMAL

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO DE UN
CAMPESINATO DE ASESORES TECNOLÓGICOS Y AGROPECUARIOS
DEL VALLE DEL TUMBES, TUMBES

Asesoría: Ing. Agr. Yvonne Pacheco - Ing. Agr. Yvonne Pacheco - Ing. Agr. Yvonne Pacheco
Tumbes, 15 de Julio del 2021

DATOS DEL CAMPESINATO		DATOS DEL CAMPESINATO		DATOS DEL CAMPESINATO	
Nombre	Asesoría Agrícola	Nombre	Asesoría Agrícola	Nombre	Asesoría Agrícola
Dirección	Av. 28 de Julio	Dirección	Av. 28 de Julio	Dirección	Av. 28 de Julio
Provincia	Tumbes	Provincia	Tumbes	Provincia	Tumbes
Distrito	Tumbes	Distrito	Tumbes	Distrito	Tumbes
Localidad	Tumbes	Localidad	Tumbes	Localidad	Tumbes
Fecha	15/07/2021	Fecha	15/07/2021	Fecha	15/07/2021

RESUMEN DE RESULTADOS DE ANÁLISIS											
No. muestra	Descripción muestra	pH	C (g/kg)	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	S (g/kg)	S.L.P. / Capacidad g/agua	
										Ca	Mg
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Ing. Agr. Yvonne Pacheco
Instituto Nacional de Sanitaria Vegetaria y Animal

Anexo 9. Análisis características físicas (antes de incorporación de abonos verdes)
Piúa, 2021



FERTILIZACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DEL EMBOQUE AMPUERO PAREJA"
**LABORATORIO DE SUELOS, MANEJO VEGETALES Y AGRI-
 CULTIVO**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL SAG
N° 000116 C T T 387

INDICISE DE ANÁLISIS DE SUELOS

N° de muestra	Descripción de muestra	Muestra	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		pH	Materia orgánica	Cationes intercambiables	Capacidad de intercambio catiónico	Saturación	Clasificación
			g/kg	%	g/kg	%	g/kg	%						
1	MUESTRA TESTIGO ABUELA	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
2	MUESTRA TESTIGO TAMAR	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
3	MUESTRA TESTIGO	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
4	MUESTRA TESTIGO	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
5	MUESTRA TESTIGO	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
6	MUESTRA TESTIGO	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
7	MUESTRA TESTIGO	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
8	MUESTRA TESTIGO	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
9	MUESTRA TESTIGO	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
10	MUESTRA TESTIGO	100 g	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	5.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0

LABORATORIO DE SUELOS

Nombre: [] **Apellido:** [] **Fecha de nacimiento:** []

Identificación: [] **Fecha de ingreso:** []

Nombre de la muestra: [] **Fecha de análisis:** []

Nombre del analista: [] **Nombre del supervisor:** []

Nombre del laboratorio: [] **Fecha de emisión:** []

Nombre del cliente: [] **Nombre del representante:** []

Nombre del analista: [] **Nombre del supervisor:** []

Nombre del laboratorio: [] **Fecha de emisión:** []

Nombre del cliente: [] **Nombre del representante:** []

LABORATORIO DE SUELOS

Nombre: [] **Apellido:** [] **Fecha de nacimiento:** []

Identificación: [] **Fecha de ingreso:** []

Nombre de la muestra: [] **Fecha de análisis:** []

Nombre del analista: [] **Nombre del supervisor:** []

Nombre del laboratorio: [] **Fecha de emisión:** []

Nombre del cliente: [] **Nombre del representante:** []

Anexo 10. Análisis características químicas (después de incorporación de abonos verdes)
 Plúa, 2021



ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"CITA EMILIO AMBROSIO PAREJA"
LABORATORIO DE SUSTRATOS VEGETALES Y ABONOS

LABORATORIO DE ENSAYO
ACCESADO POR EL SAS
N° 004.11.01.001

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Nombre: INIA - ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR Dirección: Carretera 1000 Ciudad: San Carlos Provincia: El Oro País: PERU	Fecha de Muestreo: 15/01/2021 Hora de Muestreo: 08:00 Lugar de Muestreo: Parcela 1000 Nombre del Muestreo: Parcela 1000	Tipo de Suelo: Luvisol Clase de Suelo: Luvisol Clase de Suelo: Luvisol Clase de Suelo: Luvisol	Nombre del Cliente: INIA Dirección del Cliente: Carretera 1000 Ciudad del Cliente: San Carlos Provincia del Cliente: El Oro País del Cliente: PERU	Fecha de Emisión: 15/01/2021 Hora de Emisión: 08:00 Lugar de Emisión: Parcela 1000 Nombre del Emisor: Parcela 1000
---	--	---	---	---

Elemento	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor
MO (Materia Orgánica)	%	1.50	MO (Materia Orgánica)	%	1.50	MO (Materia Orgánica)
NO (Nitrógeno)	%	0.10	NO (Nitrógeno)	%	0.10	NO (Nitrógeno)
PO (Fósforo)	ppm	10	PO (Fósforo)	ppm	10	PO (Fósforo)
CO (Carbono)	%	1.50	CO (Carbono)	%	1.50	CO (Carbono)
Ca (Calcio)	ppm	1000	Ca (Calcio)	ppm	1000	Ca (Calcio)
Mg (Magnesio)	ppm	500	Mg (Magnesio)	ppm	500	Mg (Magnesio)
K (Potasio)	ppm	100	K (Potasio)	ppm	100	K (Potasio)
S (Azufre)	ppm	50	S (Azufre)	ppm	50	S (Azufre)
pH		6.5	pH		6.5	pH
CEC (Capacidad de Intercambio Catiónico)	cmol(+) / kg	10	CEC (Capacidad de Intercambio Catiónico)	cmol(+) / kg	10	CEC (Capacidad de Intercambio Catiónico)
Cond. Eléctrica	dS/m	0.5	Cond. Eléctrica	dS/m	0.5	Cond. Eléctrica
Temperatura	°C	20	Temperatura	°C	20	Temperatura

Observaciones:

Se realizó el análisis de los suelos de la parcela 1000, después de la incorporación de abonos verdes. Los resultados muestran un aumento en la materia orgánica y nutrientes disponibles.

[Firma]
Mgs. Blanca Arce

Página 1 de 1

Elaborado por: Experto en...

Anexo 11. Análisis características físicas y químicas (después de incorporación de abonos verdes) Plúa, 2021



Anexo 14. Delimitación del terreno
Plúa, 2021



Anexo 15. Limpieza del terreno
Plúa, 2021



Anexo 16. Delimitación y formación de parcelas
Plúa, 2021



Anexo 17. Muestreo y peso del suelo
Plúa, 2021



Anexo 18. Incorporación de abono verde (Mucuna, Frijol tumble y Maní forrajero)
Plúa, 2021



Anexo 19. Comprobación de la madurez fisiológica de las mazorcas
Plúa, 2021



Anexo 20. Recorrido en las parcelas experimentales con el Ing. Garcés Plúa, 2021



Anexo 21. Cosecha de las mazorcas Plúa, 2021



Anexo 22. Comparación del tamaño de las mazorcas de cada tratamiento Plúa, 2021



Anexo 23. Comparación de las mazorcas de los tratamientos de los abonos verdes
Plúa, 2021



Anexo 24. Desgrane y peso de los granos de las mazorcas por cada tratamiento
Plúa, 2021



Anexo 25. Visita de campo con la Ing. Tany Burgos, quien verificó la culminación del ensayo experimental
Plúa, 2021