

**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA
SELVA CENTRAL JUAN SANTOS ATAHUALPA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Efecto de bioabonos en las propiedades físicas, químicas y biológicas
del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia*
macrophylla y *Artocarpus heterophyllus*

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTORA

Andrea Castro Cardenas

ASESOR

Dr. Victor Soto Aquino

Chanchamayo, Perú

2024

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, por haberme cuidado siempre y por todo su amor y misericordia hacia mi persona.

A mi mamá Amalia Cardenas Arroyo y Conrado Guido Castro Ramos, por haberme dado siempre lo necesario y haberme enseñando el valor de la vida.

A mi abuelita Antonieta Arroyo Vázquez, por ser como una segunda mamá para mí, asimismo por haberme enseñado muchos valores y el camino de Dios.

A mis tíos, tías, primos y primas por siempre apoyarme y brindarme todo su cariño.

A mis amigos y amigas de colegio y universidad por haberme apoyado y brindado su amistad.

A mis profesores de la universidad y colegio por enseñarme e inculcarme valores que consolidaron mi formación profesional

A mi asesor de tesis Dr. Victor Soto Aquino por sus conocimientos, sus orientaciones, su compromiso, su amistad y su motivación para hacer la realización de la tesis.

A los estudiantes de los diferentes semestres de la Escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa por haber contribuido al desarrollo de la tesis.

Al Doctor Rommel López Alvarado, vicepresidente de investigación por su apoyo y a mis jurados evaluadores Dr. Daniel Martín Álvarez Tolentino, Dr. Manuel Emilio Reátegui Inga, Mg. Roger Franco Aguilar Rojas y Dr. Senin Rene Marca Cano por sus orientaciones.

A la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa por haberme apoyado en el financiamiento de mi tesis, de igual forma haberme permitido hacer el intercambio en Brasil en la UNICAMP, el cual me sirvió mucho para reforzar mis conocimientos y mis habilidades.

DEDICATORIA

A Dios, porque siempre me ha cuidado y bendecido en todo momento.

A mis queridos padres por haberme apoyado en mis estudios e inculcado valores.

A mi abuelita Antonieta Arroyo, mis tías y tíos, por siempre creer en mí y haberme apoyado.

A mi asesor Victor Soto Aquino, por el compromiso para la realización de la tesis.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de tres bioabonos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, en relación con el desarrollo vegetativo de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*. Se utilizó el diseño completamente aleatorio (DCA), en el cual se recolectaron muestras de suelo iniciales y muestras compuestas cinco meses después de la aplicación de los bioabonos. Además, a los 30, 60 y 120 días se tomaron ocho muestras aleatorias de cada tratamiento, para medir parámetros biométricos como la altura del tallo y el número de hojas de las dos especies. La fauna edáfica y la vegetación también fueron registradas en campo mediante la identificación de especies. Para la cuantificación de la clorofila, se utilizó la técnica espectrofotométrica. Los resultados mostraron, que el tratamiento con bokashi (T04) presentó los mejores resultados en cuanto a las propiedades físicas y químicas del suelo, destacándose por su baja densidad aparente (1,02 t/m³), alto contenido de materia orgánica (2,73 %), mayor disponibilidad de nitrógeno (65,60 kg/ha/año) y fósforo extractable (46,85 mg/kg), así como una mayor porosidad (57,14 %). Además, tanto el T03 como el T04 favorecieron una mayor diversidad de fauna y flora edáfica, como lo evidenció el índice de Shannon-Wiener. En cuanto a las características biométricas, el tratamiento con bokashi también mostró los mayores incrementos en altura y número de hojas, con diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto a los otros tratamientos. En conclusión, el bokashi se presentó como el bioabono más efectivo para mejorar la calidad del suelo y el crecimiento vegetal, destacándose como una opción sostenible y eficiente para la agricultura.

Palabras clave: *Artocarpus heterophyllus*, bioabonos, clorofila, *Swietenia macrophylla*

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência de três biofertilizantes nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, em relação ao desenvolvimento vegetativo de *Swietenia macrophylla* e *Artocarpus heterophyllus*. A metodologia empregada consistiu em um delineamento experimental completamente aleatório (DCA), no qual foram coletadas amostras de solo iniciais e amostras compostas cinco meses após a aplicação dos biofertilizantes. Além disso, a cada 30, 60 e 120 dias foram coletadas oito amostras aleatórias de cada tratamento, para medir parâmetros biométricos como altura da planta e número de folhas das duas espécies. A fauna edáfica e a vegetação também foram registradas em campo através da identificação de espécies. Para a quantificação da clorofila, foi utilizada a técnica espectrofotométrica. Os resultados demonstraram que o tratamento com bokashi (T04) apresentou os melhores resultados em relação às propriedades físicas e químicas do solo, destacando-se por sua baixa densidade aparente (1,02 t/m³), alto teor de matéria orgânica (2,73 NU%), maior disponibilidade de nitrogênio (65,60 kg/ha/ano) e fósforo extraível (46,85 mg/kg), bem como uma maior porosidade (57,14 %). Além disso, tanto o T03 quanto o T04 favoreceram uma maior diversidade de fauna e flora edáfica, como evidenciado pelo índice de Shannon-Wiener. Em relação às variáveis biométricas, o tratamento com bokashi também mostrou os maiores incrementos em altura e número de folhas, com diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação aos outros tratamentos. Em conclusão, o bokashi se apresentou como o biofertilizante mais eficaz para melhorar a qualidade do solo e o crescimento vegetal, destacando-se como uma opção sustentável e eficiente para a agricultura.

Palavras-chave: *Artocarpus heterophyllus*, biofertilizantes, clorofila, *Swietenia macrophylla*

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Fundamentación del problema.....	14
1.2 Formulación del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivo específicos.....	15
1.4 Definición y operacionalización de variables.....	17
1.5 Hipótesis.....	18
1.5.1 Hipótesis general.....	18
1.5.2 Hipótesis específicas.....	18
1.6 Justificación.....	18
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Antecedentes.....	20
2.2 Bases teóricas.....	24
CAPÍTULO III.....	48
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.1 Ámbito de estudio.....	48
3.2 Nivel, tipo y diseño de investigación.....	49
3.2.1 Nivel.....	49
3.2.2 Tipo.....	49
3.2.3 Diseño de investigación.....	50
3.3 Población y muestra.....	50
3.4 Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
3.5 Análisis de datos.....	58

CAPÍTULO IV	59
RESULTADOS Y DISCUSIONES	59
4.1 Presentación de resultados y discusiones.....	59
4.2 Prueba de hipótesis	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	117
ANEXO 1. Matriz de consistencia.....	114
ANEXO 2. Resultado del primer análisis del suelo.....	120
ANEXO 3. Resultado del análisis del suelo después de la incorporación de los bioabonos con el T03	121
ANEXO 4. Resultado del análisis del suelo después de la incorporación de los bioabonos con el T04	122
ANEXO 5. Resultado del análisis del suelo después de la incorporación de los bioabonos con el T02	123
ANEXO 6. Resultado del análisis del suelo después de la incorporación de los bioabonos con el T01	124
ANEXO 7. Análisis del laboratorio del bokashi.....	125
ANEXO 8. Análisis del laboratorio del biol.....	126
ANEXO 9. Datos de los parámetros biométricos de la caoba y jackfruit después de la incorporación de los bioabonos	127
ANEXO 10. Datos de los resultados obtenidos con el espectrofotómetro para la determinación de clorofila en el laboratorio de la UNISCJSA.....	130
ANEXO 11. Resultados obtenidos con el espectrofotómetro de la determinación de clorofila del laboratorio Envirotest.....	132
ANEXO 12. Evidencia de las actividades realizadas	134
ANEXO 13. Lista de la flora y fauna identificada después de la aplicación de los bioabonos	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso del nitrógeno en las plantas	31
Figura 2. Proceso de germinación de la caoba	38
Figura 3. Carencia de nutrientes en las hojas	41
Figura 4. Economía circular de los bioabonos	47
Figura 5. Ubicación del ámbito de estudio	49
Figura 6. Excavación de los hoyos	54
Figura 7. Flujograma de procedimientos	57
Figura 8. Densidad aparente del suelo antes y después de los tratamientos.....	59
Figura 9. Porosidad del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos.....	60
Figura 10. Capacidad de campo del suelo antes y después de la aplicación de los bioabonos	61
Figura 11. pH del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos	63
Figura 12. Materia orgánica del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos	64
Figura 13. Nitrógeno total del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos	66
Figura 14. Fósforo total del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos.....	67
Figura 15. Promedio de altura de planta del <i>Artocarpus heterophyllus</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento.....	72
Figura 16. Promedio de altura de planta del <i>Swietenia macrophylla</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento	74
Figura 17. Promedio de número de hojas del <i>Artocarpus heterophyllus</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento.....	76
Figura 18. Promedio de número de hojas del <i>Swietenia macrophylla</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento	78
Figura 19. Promedio de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila Total en las hojas del jackfruit después de los 5 meses	81

Figura 20. Promedio de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila Total en las hojas de la caoba después de los 5 meses	82
Figura 21. Delimitación y limpieza del área de estudio	15
Figura 22. Construcción de la cama de almácigo	15
Figura 23. Fruto del Jackfruit	16
Figura 24. Preparación del bokashi	16
Figura 25. Preparación del biol	17
Figura 26. Repique de las plantas de caoba y jackfruit	17
Figura 27. Muestras de suelo	18
Figura 28. Trasplante al campo definitivo de la caoba.....	18
Figura 29. Incorporación de los bioabonos a las plantas	19
Figura 30. Tercera medición de la altura del jackfruit	19
Figura 31. Recolección de las submuestras del suelo después del abonamiento	139
Figura 32. Recolección de las hojas para determinación de clorofila	139
Figura 33. Selección de las hojas de jack fruit y caoba.....	140
Figura 34. Determinación de clorofila de las hojas de jack fruit y caoba	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	17
Tabla 2. Importancia de los bioabonos.....	25
Tabla 3. Densidad aparente según su clase textural.....	27
Tabla 4. Porcentaje de porosidad por tipo de suelo.....	28
Tabla 5. Escala de clasificación del suelo de acuerdo al pH.....	29
Tabla 6. Rangos de materia orgánica.....	30
Tabla 7. Morfología del <i>Artocarpus heterophyllus</i>	34
Tabla 8. Morfología del <i>Swietenia macrophylla</i>	37
Tabla 9. Calendario de fenología del <i>Swietenia macrophylla</i>	39
Tabla 10. Diferencias entre la clorofila A y B.....	40
Tabla 11. Función de los macro y micro nutrientes.....	42
Tabla 12. Factores y niveles de la investigación.....	50
Tabla 13. Abundancia encontrada de fauna edáfica antes y después del abonamiento.....	68
Tabla 14. Índice de Shannon Wiener de la fauna edáfica.....	69
Tabla 15. Abundancia encontrada de vegetación a la incorporación de los bioabonos.....	70
Tabla 16. Índice de Shannon Wiener de la vegetación.....	71
Tabla 17. Análisis de Varianza de altura de planta del <i>Artocarpus heterophyllus</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento.....	73
Tabla 18. Prueba de significación de Tukey de la altura de planta del <i>Artocarpus heterophyllus</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento.....	73
Tabla 19. Análisis de Varianza de altura de planta del <i>Swietenia macrophylla</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento.....	74
Tabla 20. Prueba de significación de Tukey de la altura de planta del <i>Swietenia macrophylla</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento.....	75
Tabla 21. Análisis de Varianza del número de hojas del <i>Artocarpus heterophyllus</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento.....	77
Tabla 22. Prueba de significación de Tukey del número de hojas del <i>Artocarpus heterophyllus</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento.....	77

Tabla 23. Análisis de Varianza del número de hojas del <i>Swietenia macrophylla</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento	78
Tabla 24. Prueba de significación de Tukey del número de hojas de planta del <i>Swietenia macrophylla</i> a los 30, 60 y 90 días según tratamiento	79
Tabla 25. Análisis de Varianza del contenido de clorofila del <i>Artocarpus heterophyllus</i> después de los 5 meses	81
Tabla 26. Prueba de significación de Tukey de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila Total de las hojas del <i>Artocarpus heterophyllus</i> después de los 5 meses	82
Tabla 27. Análisis de Varianza del contenido de clorofila del <i>Swietenia macrophylla</i> después de los 5 meses	83
Tabla 28. Prueba de significación de Tukey de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila Total de las hojas del <i>Swietenia macrophylla</i> después de los 5 meses	84

INTRODUCCIÓN

El suelo, un complejo sistema compuesto por materia orgánica y mineral (Bertollo & Renato, 2019), es fundamental para la vida en la Tierra. Además de proporcionar servicios ecosistémicos y regular el clima, alberga un valioso patrimonio geológico (Orjuela, 2016; Pineda et al., 2023). Sin embargo, su uso intensivo en la agricultura, caracterizado por la aplicación de grandes cantidades de pesticidas y fertilizantes (Sierra et al., 2023), compromete su calidad. Anualmente, se consumen a nivel mundial alrededor de 185 millones de toneladas de agroquímicos, principalmente nitrogenados, fosforados y potásicos (Carranza & Moreto, 2020; León, 2022), lo que plantea una seria amenaza para los suelos y los ecosistemas.

Las prácticas agrícolas convencionales, como el uso intensivo de agroquímicos y la quema de vegetación, tienen un impacto devastador en la biodiversidad del suelo. Estos factores alteran las comunidades microbianas y la fauna edáfica, esenciales para los procesos de descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes (Abad & García, 2020). El uso indiscriminado de agroquímicos representa una compleja problemática que trasciende los límites de la agricultura. Estos compuestos químicos, cuya persistencia en el ambiente y capacidad de bioacumulación son bien conocidas (Vivas, 2020), ponen en riesgo la salud humana y la integridad de los ecosistemas (Salamanca, 2020).

En América Latina y el Caribe, la erosión de los suelos ha experimentado un agravamiento significativo desde la década de 1980, pasando de niveles moderados a severos debido a la sobreexplotación y prácticas agrícolas inadecuadas. Según Valenzuela (1993) esta degradación ha ocasionado una reducción promedio del 30% en la capacidad de campo de los suelos en América Central y del 10% en América del Sur. Esta problemática es evidente también en Perú, donde en 2018 se estimó que el 17.5% del territorio nacional (equivalente a 22,248,100 hectáreas) estaba degradado, debido a factores como la contaminación por metales pesados, la agricultura intensiva y la salinización (Rubiños, 2021).

La agricultura es una actividad fundamental para la economía de muchas familias en la selva central, siendo el café, el cacao y otros cultivos sus principales sustentos (Villarreal, 2015; Groos & Hruby, 2021). Villa Ashaninka ubicada en el distrito de Pichanaqui no es ajena a la contaminación y degradación del suelo, debido a las malas técnicas agrícolas y el uso excesivo de pesticidas por parte de los agricultores (Aliga & Garzón, 2014). En este contexto, los bioabonos, sustancias orgánicas que enriquecen el suelo y promueven la actividad microbiana (Afanador, 2017; Marín, 2019), se presentan como una alternativa prometedora para recuperar la fertilidad de los suelos y fomentar una agricultura más sostenible. Además, la producción de

bioabonos puede generar una economía circular, al aprovechar residuos orgánicos y reducir la dependencia de insumos externos.

En este estudio, se evaluó el impacto de diferentes bioabonos (vermicompost, bokashi y biol) en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y su relación con el crecimiento de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*, especies clave en procesos de restauración ecológica (Cabanillas et al., 2019). Estas especies, además de su capacidad para secuestrar carbono, poseen un alto valor económico, lo que las convierte en opciones estratégicas para la recuperación de ecosistemas degradados (Vivas, 2020; Khan et al., 2021; Ganchozo & Solórzano, 2022).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Fundamentación del problema

El suelo es un medio que actúa como filtro y amortiguador para los contaminantes. Por muchos años el suelo ha venido siendo contaminado y degradado por diversas causas como la agricultura, la deforestación, la sobrepoblación, la ganadería, la tala y quema de árboles entre otras actividades antropogénicas, las cuales ocasionan un cambio de la cobertura vegetal, contaminación del agua y contribuyen al cambio climático (Trinidad & Velasco, 2016; Beltran et al., 2019). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022), en la actualidad un 33% del suelo se encuentra moderada o intensamente estragada y otro 44% está levemente o moderadamente atenuada debido a la erosión, la acidificación, la compactación y la contaminación química de los suelos.

En la selva central, las prácticas agrícolas inadecuadas han deteriorado significativamente la calidad de los suelos. La reducción de la materia orgánica, la disminución de la disponibilidad de nutrientes y la alteración de los procesos biológicos del suelo han incrementado su susceptibilidad a la degradación y contaminación, comprometiendo así su capacidad para degradar los contaminantes orgánicos y el buen desempeño de la producción agrícola (Peralta et al., 2015; Rico et al., 2020).

El uso indiscriminado de pesticidas en la agricultura de Pichanaqui representa una grave amenaza para el medio ambiente. Estas sustancias químicas, una vez aplicadas al suelo, son absorbidas por las plantas y se acumulan en los tejidos vegetales, ingresando así a la cadena trófica. Su alta toxicidad y persistencia en el ambiente provocan desequilibrios ecológicos y ponen en riesgo la salud humana y de otros organismos (Torres & Capote, 2004; Paparella et al., 2011; Ramirez, 2018).

El presente estudio se centró en los suelos de Villa Ashaninka, ubicada en Pichanaqui. A través del análisis de imágenes satelitales de Google Earth (2024), se evidenció un cambio drástico en la cobertura vegetal de la zona durante el período 2016-2023. Esta transformación, asociada a la expansión de cultivos como maíz, plátano y kion, así como a la deforestación para asentamientos humanos, ha provocado una degradación progresiva de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, situación común en muchas áreas de la selva central.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son los efectos los bioabonos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las propiedades físicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*?
- ¿Cuáles serán las propiedades químicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*?
- ¿Cuáles serán las propiedades biológicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*?
- ¿Los bioabonos influyen en la altura y número de hojas de las plantas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*?
- ¿Los bioabonos influyen en el contenido de clorofila de las hojas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los bioabonos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

1.3.2 Objetivo específicos

- Determinar las propiedades físicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.
- Determinar las propiedades químicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.
- Determinar las propiedades biológicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.
- Determinar la influencia de los bioabonos en la altura y número de hojas de las plantas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.
- Determinar la influencia de los bioabonos en el contenido de clorofila de las hojas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

1.4 Definición y operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables		Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Independiente	Los bioabonos	Permiten mejorar la fertilidad del suelo, ayudan en el proceso de absorción del agua y contribuyen a la fijación del carbono en el suelo (Maquilón, 2022).	Bokashi	5 kg por planta	kg
			Biol	10 L / 20 L	L
			Vermicompost	5 kg por planta	kg
Dependiente	Propiedades del suelo	<p>Las propiedades del suelo son indicadores de la calidad y fertilidad del suelo (Cremona & Enriquez, 2020).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Físicas: son el tamaño y proporción en que se encuentran las partículas minerales. • Químicas: abarcan la naturaleza de los minerales y la disponibilidad de nutrientes del suelo. • Biológicas: son la existencia de microorganismos dentro del suelo. 	Físicos	Densidad aparente	t/m^3
				Capacidad de campo	%
				Porosidad	%
			Químicos	pH	Iones hidrógeno
				Materia orgánica	g/dm^3
				Nitrógeno disponible	kg/ha/año
	Fosforo extractable	mg/kg			
	Biológico	Fauna edáfica	Unidad		
		Vegetación	Unidad		
	Las plantas de jack fruit y caoba	Las plantas son seres vivos que proporcionan muchos servicios ecosistémicos como regular la humedad, producir oxígeno, contribuir en la estabilidad del clima entre otros (Ganchozo & Solórzano, 2022).	Desarrollo vegetativo del Jack fruit y caoba	Nº de hojas	mg/100g
Altura de tallo				cm	
Clorofila A, clorofila B, y clorofila Total				Unidad	

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Los bioabonos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

1.5.2 Hipótesis específicas

H1: Los tratamientos con los bioabonos incrementan los valores de las propiedades físicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

H2: Los tratamientos con los bioabonos incrementan los valores de las propiedades químicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

H3: Los tratamientos con los bioabonos incrementan los índices de las propiedades biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

H4: Los tratamientos con los bioabonos influyen en el crecimiento de la altura y número de hojas de las plantas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

H5: Los tratamientos con los bioabonos influyen en el contenido de clorofila de las hojas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

1.6 Justificación

La producción y aplicación de bioabonos representa una intervención estratégica en los ciclos biogeoquímicos, particularmente en el ciclo del nitrógeno y del fósforo. Al incorporar materia orgánica al suelo, se estimula la actividad microbiana y se mejora la estructura del suelo, favoreciendo la retención de agua y nutrientes. Esta práctica contribuye a mitigar los efectos de la erosión y la desertificación, restaurando la fertilidad natural de los suelos y promoviendo la biodiversidad edáfica (Puerto et al., 2021). Desde una perspectiva académica, los bioabonos se posicionan como una herramienta fundamental para la gestión sostenible de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas terrestres (Grageda et al., 2012; Afanador, 2017).

La producción de bioabonos no es solo una práctica ambientalmente responsable, sino que también tiene un profundo impacto en las comunidades rurales. Al transformar los residuos orgánicos en un recurso valioso para la agricultura, los bioabonos generan oportunidades de empleo y fortalecen la economía local. Además, al reducir la dependencia de insumos químicos y promover la producción de alimentos saludables, los bioabonos contribuyen a mejorar la calidad de vida de los agricultores y sus familias. Esta práctica no solo nutre la tierra, sino que también nutre las comunidades, fomentando la soberanía alimentaria y el desarrollo rural sostenible.

De esa misma forma, la elaboración de bioabonos no requiere de insumos costosos, ya que se aprovecha una amplia gama de residuos agrícolas y domésticos disponibles en las fincas. Esta práctica promueve una economía circular al transformar desechos en recursos valiosos para la agricultura. Al reducir la dependencia de agroquímicos, cuyos precios han experimentado un alza significativa en los últimos años, los productores pueden disminuir considerablemente sus costos de producción, mejorando así su rentabilidad. En un contexto de volatilidad en los mercados de insumos agrícolas, la utilización de bioabonos se presenta como una estrategia clave para garantizar la sostenibilidad económica de las unidades productivas (Amaro, 2022).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Internacionales

Matos et al. (2022) evaluaron el impacto de tres especies de leguminosas (*Vicia faba*, *Lupinus luteus* y *Trifolium incarnatum*), utilizadas como abonos verdes y combinadas con inoculantes de micorrizas arbusculares y bacterias fijadoras de nitrógeno, sobre las propiedades químicas de un Luvisol férrico en Campeche, México. A través de un diseño experimental con siete tratamientos, los autores analizaron variables como materia orgánica, conductividad eléctrica, pH y contenido de nutrientes. Los resultados indicaron que, si bien el aporte de materia orgánica fue significativo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las propiedades químicas del suelo entre los diferentes tratamientos. Estos hallazgos sugieren que, bajo las condiciones del estudio, la aplicación de estos abonos verdes, incluso en combinación con inoculantes, no generó cambios drásticos en las propiedades químicas del suelo evaluado.

Ramírez et al. (2021) realizaron una caracterización fisicoquímica detallada de tres abonos orgánicos (AO) elaborados a partir de diferentes residuos agrícolas, con el objetivo de evaluar su potencial como enmiendas orgánicas para mejorar las propiedades de suelos destinados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México. Para ello, se colectaron muestras compuestas de cada pila de compost y se analizaron parámetros como materia orgánica (MO), pH, conductividad eléctrica (CE), relación C/N, y concentraciones de nitrógeno total (N), fósforo (P) y potasio (K). Los resultados revelaron una variabilidad en la calidad de los AO evaluados. El compost 1 (desechos de helecho de cuero) presentó los valores más altos de conductividad eléctrica, indicando una mayor mineralización y disponibilidad de nutrientes. Por su parte, el compost 3 (rastroy de rosas) destacó por sus concentraciones más elevadas de nitrógeno, fósforo y potasio, lo que lo posiciona como una excelente fuente de nutrientes para las plantas. El compost 6 (desechos de gerbera) en cambio, mostró los mayores contenidos de materia orgánica, lo cual es fundamental para mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua. En general, los resultados obtenidos indican que la incorporación de estos AO al suelo puede contribuir a mejorar su fertilidad y salud, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de los cultivos florícolas.

Moya & Farinango (2020) evaluaron el impacto de la aplicación de cuatro tipos de abonos orgánicos (compost, humus de lombriz, champiñonaza y un tratamiento control con fertilizante mineral) sobre las propiedades fisicoquímicas de un suelo agrícola destinado al cultivo de papa en Santa Martha de Cuba. Para ello, se implementó un diseño experimental con muestreo aleatorio en zigzag antes y después de la aplicación de los tratamientos. Los resultados del análisis de suelo no evidenciaron cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas evaluadas tras la aplicación de los abonos orgánicos, sugiriendo que se requiere un periodo de tiempo mayor para observar efectos a largo plazo. En cuanto al rendimiento del cultivo de papa, el tratamiento con fertilizante mineral presentó el mayor rendimiento (23 858.02 kg/ha), mientras que los tratamientos con abonos orgánicos no mostraron diferencias significativas entre sí. Estos hallazgos sugieren que, si bien los abonos orgánicos pueden aportar beneficios a largo plazo para la salud del suelo, su efecto sobre el rendimiento a corto plazo puede ser menor en comparación con los fertilizantes minerales.

Alvarado (2020) evaluó el efecto de diferentes fuentes de fertilizantes, tanto orgánicos (purines de lechón, residuos sólidos y fangos de depuradora) como minerales (nitrato de amonio, superfosfato, sulfato de potasio), sobre el crecimiento y contenido de clorofila en plantas de lechuga (*Lactuca sativa L. var. Maravilla*) y rábano (*Raphanus sativus L.*). Se estableció un diseño experimental con parcelas divididas, aplicando aleatoriamente los tratamientos en subparcelas. Para la determinación de la clorofila se utilizó un espectrofotómetro. Los resultados indicaron que los fertilizantes orgánicos provenientes de fangos de depuradora y purines de cerdo promovieron un mayor crecimiento vegetativo en ambas especies, en comparación con el fertilizante mineral. Sin embargo, el contenido de clorofila mostró una respuesta diferencial entre ambas especies: en el rábano, el fertilizante mineral generó los mayores valores, mientras que en la lechuga los tratamientos orgánicos (fangos y purines) fueron los más efectivos. Estos hallazgos sugieren que la elección de la fuente de fertilizante puede influir de manera diferencial en el crecimiento y la fisiología de diferentes especies vegetales.

Demir (2019) llevó a cabo un estudio en invernadero con el objetivo de evaluar el impacto de la aplicación de diferentes dosis de vermicompost y niveles de riego en las propiedades fisicoquímicas del suelo y el crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* Var. Crispa). Para ello, se estableció un diseño experimental en el que se aplicaron tres dosis de vermicompost (0%, 2.5% y 5%) combinadas con tres niveles de riego (25%, 50% y 100% de la capacidad de campo). Los resultados mostraron que la combinación de la dosis más alta de vermicompost (5%) y el nivel de riego más elevado (100%) condujo a un significativo enriquecimiento del suelo en materia orgánica (2.19%), nitrógeno (0.099%), fósforo disponible (34.7mg/kg en suelo) y otros macronutrientes. Esta mejora en la calidad del suelo se tradujo en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas de lechuga. Los hallazgos de este estudio sugieren que la aplicación conjunta de vermicompost y un riego adecuado puede ser una estrategia efectiva para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de los cultivos.

Pentón et al. (2018) evaluaron el efecto de agroproducción de la gusanasa mezclado con humus de lombriz y fermentado sólido de microorganismos nativos sobre las especies de *Braxaria hibrido cv. Yacae* y *Mucuna pruriens* en la Estación Experimental ubicada en la provincia de Matanzas, Cuba. El método consistió en dos fases de experimentación, donde en la primera se aplicó una dosis relativamente baja de bioabono y en la segunda se aumentó las dosis, siendo este mismo proceso para las dos plantaciones que se determinaron en este estudio, asimismo también se incluyó la determinación de la gusanasa sola, la cual fue desarrollada para analizar la eficiencia del bioabono. Cabe resaltar que dentro del estudio de investigación se aplicó un diseño experimental de bloques al azar con 15 réplicas que fueron evaluadas durante diferentes días según los tratamientos aplicados en las semillas, hojas, tallos, ramas y raíces de las plantas. El resultado corrobora las ventajas del vermicompost y su combinación con fermentado sólido de microorganismos nativos y humus de lombriz como bioabono, debido a que forman prácticas eficientes para aumentar los indicadores de la agricultura.

Dimas et al. (2001) evaluaron el efecto de cuatro abonos orgánicos en las propiedades físicas y químicas del suelo en el rendimiento de maíz en los terrenos de Tejido Venecia, municipio de Gómez Palacio. El método se basó en un diseño experimental por bloques al azar, en el cual se aplicó diferentes dosis de abonos orgánicos de bovino, caprino, gallinaza y composta. Los resultados mostraron que las aplicaciones de los bioabonos presentaron cambios significativos en las propiedades químicas (N, P y materia orgánica), a diferencia de las propiedades físicas. Asimismo, se demostró que el compost a $20 t ha^{-1}$ presentó mejor respuesta en rendimiento al grano, seguido de la fertilización química (120 – 40 – 00 de N – P – K).

2.1.2 Nacional

Bonifacio (2021) evaluó los efectos de dos tipos de abonos orgánicos en las propiedades fisicoquímicas de suelos degradados sobre la influencia del crecimiento del *Inga feuilleel* en el centro poblado San Jorge, Huánuco. El método que se aplicó fue de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres tratamientos: compost (T1), biofertilizante (T2) y sin tratamiento (T0). Se obtuvo como resultado que el efecto de los abonos en las propiedades físicas permitió disminuir los porcentajes de concentración de limo, arcilla y arena después de los 90 días de inoculación de los abonos. Por otra parte, el efecto de los abonos en las propiedades químicas mostró que en el T2 se reportó los mayores valores de materia orgánica (1.98%), nitrógeno (0.22%), fósforo (4.79%), potasio (83.98 ppm), pH (5.36), lo que significa que el biofertilizante tuvo mayor efecto sobre los parámetros físicos, químicos del suelo, y asimismo influenció más en el crecimiento de altura y diámetro del tallo del *Inga feuilleel* a diferencia del compost.

Cotrina et al. (2020) evaluaron el efecto de tres abonos orgánicos en las propiedades de un suelo agrícola ubicado en el caserío de Purupamapa, distrito de Panao. El método estuvo conformado por Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos de bokashi, gallinaza, compost y testigo, respectivamente. El resultado del efecto de los abonos orgánicos en las propiedades físicas mostró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que en poco tiempo los abonos no pueden modificar las estructuras físicas de los suelos. A diferencia de esto, en las propiedades químicas, el bokashi y la gallinaza demostraron ser eficientes para mejorar los nutrientes y reducir la acidez de los suelos.

Palomino et al. (2019) evaluaron las fuentes de nitrógeno provenientes de cinco residuos orgánicos de origen avícola (estiércol de ponedoras, estiércol de reproductoras, estiércol de restos de pollo, harina de pluma y de lodo de flotación). La metodología aplicada para la determinación del N se basó en el método de microKjeldahl. Los resultados mostraron que en el residuo orgánico de harina de pluma se registró el mayor contenido de nitrógeno mineral tanto para los 30 días (148.2 mg/ kg), 60 días (171.4 mg/ kg), 90 días (179.2 mg/ kg) y 120 días (245.1 mg/ kg) días. Asimismo, la tasa de mineralización fue mayor en la harina de pluma a diferencia de los otros residuos orgánicos de origen avícola.

2.1.3 Local

Amaya (2021) evaluó el efecto de cuatro abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de *Solanum lycopersicum* en el distrito de Pichanaqui. La metodología que se usó fue de un diseño completamente al azar con cinco tratamientos: Testigo (T0), Guano de carnero (T1), Humus (T2), Compost (T3) y Terrazur (T4). Los resultados obtenidos demostraron que el T2 demostró mayor área foliar (914.22 cm^2), así como mayor altura de planta (62.25 cm), diámetro (1.81 cm), número de frutos (31) y peso de fruto (870.25 gr) a diferencia de los otros abonos orgánicos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Abonos orgánicos

Es el material que resulta de la descomposición natural de la materia orgánica derivada del estiércol de origen animal, vegetal o mixto por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales se añaden al suelo para mejorar sus propiedades físicas, biológicas y químicas (Tabla 2). Asimismo, sirven para regular los rendimientos agrícolas, ya que contienen altos niveles de nitrógeno mineral y otros macronutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas (Román et al., 2013; Ramos & Terry, 2014; Maquilón, 2022).

Tabla 2*Importancia de los bioabonos*

Propiedades	Beneficios
Físicas	<ul style="list-style-type: none">- Aumenta la capacidad de retención de la humedad del suelo.- Reduce el riesgo de erosión.- Ayuda a regular la temperatura del suelo (temperatura edáfica).- Reduce la evaporación del agua y regula la humedad.
Químicas	<ul style="list-style-type: none">- Aportan macronutrientes, como N, P, K y micronutrientes.- Mejora la capacidad de intercambio cationes.
Biológicas	<ul style="list-style-type: none">- Aporta organismos (bacterias y hongos) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en nutrientes para las plantas.- Mejora las condiciones del suelo y aporta carbono para mantener la biodiversidad de la micro y macrofauna.

Fuente: Román et al. (2013)

2.2.1.1 Bokashi. Es un preparado orgánico que consiste en la descomposición aeróbica de la materia orgánica, el cual es rico en nutrientes y microorganismos. Su función es fortalecer el suelo y proporcionar a la planta los nutrientes que necesita para estimular su crecimiento de raíces y hojas (Quiroz & Céspedes, 2019; Barrionuevo et al., 2020). Muchos agricultores japoneses han utilizado este método durante muchos años para mejorar la capacidad y diversidad microbiana, así como para prevenir enfermedades del suelo (Sarmiento et al., 2019).

Para una cantidad de 2 250 kg de bokashi se necesita: 10 kg de cal agrícola, 215 kg de cascarilla de arroz, 600 kg de rastrojo seco, 325 kg de gallinaza, 325 kg de estiércol, 775 kg de rastrojo verde, 12 l de melaza, 182 l de agua y 0.5 kg de levadura de pan. Estos insumos son colocados por capas para luego ser mezclados uniformemente y finalmente ser cubiertos por un plástico hasta el tiempo de su maduración. Durante el proceso de descomposición es necesario mover y regar el bokashi, como también de monitorear la humedad, temperatura y pH. La maduración del bokashi es más rápido que el compostaje y permite tener un abono entre 15 a 30 días. Una de las consideraciones que se deben tener en cuenta es la temperatura, el cual no debe de excederse de los 45° C (FAO, 2011; Monteza, 2019).

2.2.1.2 Biol. Es un abono líquido resultado del proceso de fermentación de estiércol y agua a través de la descomposición y conversión química de desechos orgánicos en un ambiente anaeróbico. Siendo este un tipo de abono óptimo, debido a que incrementa, estimula y desarrolla el crecimiento de los cultivos (Feican, 2011; Guzmán & Guzmán, 2014).

Para un cilindro de 200 litros los insumos necesarios son los siguientes: 50 kg de estiércol fresco de vacuno, 2 l de chicha de jora, 4 kg de ceniza, 4 kg de melaza de caña, 50 l de agua, 2.5 metros de manguera de plástico transparente ($\frac{3}{4}$ de pulgada), dos botellas descartables (dos litros) y silicona. Para la preparación es necesario llenar el estiércol fresco en el cilindro, de ahí se le agrega el agua, la ceniza, la melaza y la chicha de jora. Cuando se tiene todo esto, se mezcla uniformemente todos los insumos y finalmente se tapa muy bien el bidón procurando que no hay fugas. Para evitar que los gases del proceso de fermentación abran el bidón se debe colocar una manguera en la tapa del bidón, que esté conectada a una botella de plástico con agua para la extracción de los gases de la fermentación. Después de 2 a 3 meses se termina la fermentación y el biol se encuentra listo para ser utilizado (INIA [Instituto Nacional de Innovación Agraria], 2008).

2.2.1.3 Vermicompost. Producto que se obtiene a partir de condiciones aeróbicas, que engloba los restos de materia orgánica con la acción de microorganismos y lombrices, los cuales por medio de su sistema digestivo transforman la materia a humus. El producto es un abono estabilizado, con baja densidad aparente pero sí con mucha carga de nutrientes para recuperar y enriquecer a las propiedades del suelo (Adhikary, 2012; Munroe, 2013).

En la elaboración del humus de lombriz, se utiliza a la lombriz roja californiana, que produce 600 gramos de abono por cada kilogramo de alimento que consume. Para la preparación, se coloca tierra junto con las lombrices y se humedece lo necesario. A los dos días se puede empezar colocando los restos de vegetales dependiendo de la cantidad de lombrices que se tengan. Asimismo, se puede aplicar estiércol de bovino disuelto en un poco de agua. El humus está listo de dos a seis meses dependiendo de los factores climáticos y el tipo y tamaño de restos orgánicos aplicados (Ovalle & Ormeño, 2015).

2.2.2 Propiedades del suelo

2.2.2.1 Físicas

2.2.2.1.1 Densidad aparente. Es la relación entre el volumen y el peso seco, incluyendo los vacíos y poros que contiene. El valor de la densidad aparente es una buena medida del grado de compactación o reducción del espacio poroso, es decir a mayor densidad mayor es la compactación del suelo (Blanco, 2009). Para determinar la densidad aparente se puede aplicar diferentes métodos, el más usado es el método del cilindro. En el cual se toma una muestra cilíndrica de suelo a una determinada profundidad, con el propósito de tener una muestra de volumen conocida (no disturbada), la muestra recolectada es secada con el fin de conocer la masa del suelo seco (Hossane, 2008; Atarés, 2014; Donald & Lobo, 2015). Con los datos obtenidos de la muestra se calcula la densidad aparente:

$$D. a. = \frac{\text{Peso la muestra o peso seco}}{\text{Volumen de los sólidos} + \text{volumen poroso}}$$

Tabla 3

Densidad aparente según su clase textural

Clase textural	Densidad aparente (mg/m ³)
Arenoso	1.5 - 1.7
Franco arenoso	1.4 - 1.5
Franco	1.3 - 1.4
Franco arcilloso	1.2 - 1.3
Arcilloso	1.1 - 1.2

Fuente: Antúnez et al. (2015)

2.2.2.1.2 Porosidad. El espacio poroso del suelo da referencia al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos, generalmente el volumen del suelo se constituye por un 50% de materiales sólidos y un 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir los microporos y los macroporos.

El drenaje y aireación del suelo son funciones de los cuales se encargan los macroporos, así como de constituir el espacio donde se forman las raíces. Por otro lado, los microporos son los responsables de retener el agua, parte de la cual es disponible para las plantas (Sánchez et al., 2011; Gonzales & Chávez, 2012).

La importancia de estudiar la porosidad del suelo es debido a su gran contribución a los servicios ambientales hidrológicos, como la captación, transporte y almacenamiento en la cuenca hidrológica, asimismo determina los procesos de infiltración y escurrimiento del agua que influye en la erosión hídrica. Cabe destacar que la porosidad del suelo es muy dependiente principalmente de la estructura, textura y actividad biológica (Ellies et al., 1993; Pérez & Kientz, 2003).

Para calcular la porosidad hay dos formas: directa e indirecta. La forma indirecta se calcula por medio de la densidad aparente y la forma directa se determina en el laboratorio utilizando un porómetro. Entre mayor porosidad tenga un suelo, mayor es su capacidad de absorción del agua, lo que asimismo denota una correcta difusión entre el agua y el aire. En ese sentido cuanto mayor sea el tamaño del poro, otras partículas de gran tamaño podrán atravesar, aumentando la reactividad del suelo (Moret & López, 2012; Asensio et al., 2015).

Tabla 4

Porcentaje de porosidad por tipo de suelo

Porosidad	Suelo
30% - 45 %	Ligero
45% - 55 %	Mediano
55% - 65 %	Pesado
75% - 90 %	Turboso

Fuente: Gonzales & Chávez (2012)

2.2.2.2 Químicas

2.2.2.2.1 pH. Es un indicador de la reacción del suelo cuando está en contacto con el agua, evidenciando si es ácido o alcalino. Este parámetro se basa en una escala particular que va del 0 al 14. Los suelos pueden tener aproximadamente valores de pH entre 3.5 y 10, a causa de diversos factores naturales o antropogénicos.

La acidez del suelo es una condición particular de las regiones tropicales, mientras que la condición alcalina predomina en regiones secas. Determinar el pH del suelo permite conocer la asimilación de los nutrientes, la movilidad de los iones, la disolución de minerales, la actividad microbiana y la influencia de los agroquímicos en el suelo (Sainz et al., 2011; Osorio, 2012; Cremona & Enriquez, 2020).

Tabla 5

Escala de clasificación del suelo de acuerdo al pH

pH	Clasificación
2.1 – 5.5	Fuertemente ácido
5.6 – 6.0	Moderadamente ácido
6.1 – 6.5	Levemente ácido
6.6 – 6.9	Muy levemente ácido
7	Neutro
7.1 – 7.3	Muy levemente alcalino
7.4 – 7.8	Levemente alcalino
7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino
8.5 – 9.0	Fuertemente alcalino
>9.0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: Cremona & Enriquez (2020)

2.2.2.2.2 Materia orgánica (M.O.). Es una colección de diversos residuos vegetales y animales, más o menos descompuestos y transformados por microorganismos. La materia orgánica es el almacén de carbono orgánico más importante de la Tierra y cumple un rol importante en el mantenimiento y mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La mayor parte de materia orgánica se encuentra en la superficie y su disponibilidad es proporcional al contenido de nitrógeno (Arguello, 1991; Docampo, 2018; Otiniano et al., 2006; Silva, 2014).

Tabla 6

Rangos de materia orgánica

Nivel	% M.O
Muy bajo	M.O. < 1
Bajo	$1 \leq \text{M.O.} < 2$
Medio	$2 \leq \text{M.O.} < 3$
Alto	$3 \leq \text{M.O.} < 5$
Muy alto	M.O. ≥ 5

Fuente: Panaifo et al. (2021)

2.2.2.2.3 Nitrógeno. Nutriente mineral que tiene mayor impacto en el crecimiento de las plantas en comparación de otros nutrimentos aportados por el suelo. Asimismo, es uno de los principales constituyentes de las paredes celulares y clorofila de las plantas (González, 2013).

El nitrógeno en el suelo mayormente está contenido en la materia orgánica de organismos muertos, los cuales en corto plazo no puede ser absorbido directamente por las plantas, sino que debe sufrir un proceso de descomposición y mineralización (Rincón et al., 2012). En ese sentido la fijación biológica de nitrógeno con microorganismos y simbiótica con algunas plantas, representa una importante entrada de nitrógeno al suelo (Fertilab, 2001).

Figura 1

Proceso del nitrógeno en las plantas



Fuente: Rincón et al. (2012)

El nitrógeno disponible, representa la cantidad exacta de nitrógeno mineral asimilable para el sistema radicular de la planta, así como el que se producirá a lo largo del periodo de cultivo (Díez, 1999; Cueto et al., 2003). Para determinar el N disponible en el suelo el método más comúnmente utilizado es el método de kjeldahl, el cual se basa en una volumetría ácido – base (Carranza et al., 1979). Por otro lado, los postulados de Stanford y Smith permiten determinar los siguientes valores de N en el suelo (Celaya & Castellanos, 2011):

- a) **Taza de mineralización:** La tasa o grado de mineralización, interpretada como el porcentaje de nitrógeno mineralizado, da una idea de la cantidad de N liberado en forma disponible en un determinado período de tiempo. La mineralización es el proceso mediante el cual el nitrógeno orgánico del suelo es transformado por los microorganismos del suelo a formas inorgánicas. La tasa de mineralización de N es más rápida durante los primeros días, alcanzando el pico a los 3 días de incubación (Celaya & Castellanos, 2011; Figueroa et al., 2012).
- b) **Nitrógeno mineral:** Es un indicador de la disponibilidad de nitrógeno a lo largo del período de crecimiento del cultivo, tanto en cantidad como en distribución en el perfil del suelo. El nitrógeno se mineraliza por acción de los microorganismos, donde pasa de una forma

inorgánica (N total) a una más simple para ser absorbida por las plantas. Cabe destacar que el contenido de nitrógeno mineral y la actividad microbiana están relacionados por las temperaturas y humedad del suelo (Delgado et al., 1999).

2.2.2.2.4 Fósforo. Es el segundo macro elemento reactivo que se encuentra en el suelo en compuestos orgánicos y minerales, los cuales pasan fácilmente a formas más complejas que son difíciles de absorber por la planta, para que el P sea absorbible necesita estar disuelto en el suelo (Mizuno, 1981; Calviño et al., 2000; Vicente, 2016). El fósforo es un elemento inmóvil que puede ser asimilado por la planta de dos formas inorgánicas conocidas como ortofosfato primario y ortofosfato secundario (Ramos et al., 2006; Sainz et al., 2012). La importancia del P es debido a que este es el principal actor del crecimiento de las raíces y del desarrollo de las flores y los frutos de la planta, así como del transporte de nutrientes y la fotosíntesis (Rincón et al., 2012).

Un método para determinar el P es por lo descrito por Wagh y Fitts en 1996, en donde se incubaba una muestra de suelo durante 4 días a los cuales se les adiciona concentraciones de fosfato monocálcico, para luego extraer el fósforo por el método más adecuado dependiendo el tipo de suelo, cabe destacar que este es un método complejo, pero no es el único, también están los métodos propuestos por Mehlich, Jackson, Bray y Kurtz entre otros (Intagri, 2017).

2.2.2.3 Biológicas

2.2.2.3.1 Respiración microbiana. Es una medida directa de los procesos metabólicos de la población microbiana del suelo, la cual se determina al capturar y cuantificar la cantidad de dióxido de carbono. Una mayor cantidad de liberación de CO_2 indica la existencia de una gran población microbiana activa del suelo. La actividad microbiológica depende en gran manera de la tasa de descomposición y de la naturaleza del material orgánico, asimismo se ve influenciado por el potencial hídrico (Acosta et al., 2006; Mora, 2006; Fertilab, 2016).

2.2.2.3.2 Fauna edáfica. Engloba a todos los organismos que habitan el suelo y desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres (Cabrera, 2012). Desde diminutos microorganismos hasta invertebrados como lombrices y artrópodos, esta comunidad biológica interactúa de manera compleja para descomponer materia orgánica, reciclar nutrientes, airear el suelo y estructurarlo (Castro, 2021; Nicosia et al., 2020). Gracias a estos procesos, la fauna edáfica mejora la fertilidad del suelo, sustenta la vida vegetal y contribuye a la regulación del clima y la descomposición de contaminantes (Aarmendano et al., 2018; Sánchez et al., 2022).

La diversidad y abundancia de esta fauna son indicadores de la salud del suelo y de su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos esenciales. Sin embargo, prácticas agrícolas insostenibles y la contaminación pueden alterar drásticamente esta comunidad, comprometiendo la calidad y la funcionalidad del suelo (Cruz et al., 2020).

2.2.2.3.3 Vegetación. La vegetación actúa como un bioindicador inestimable de la salud del suelo, reflejando de manera precisa las condiciones edáficas y los procesos ecológicos subyacentes (Serrano et al., 2022). La diversidad y composición de la cubierta vegetal en un área determinada están estrechamente vinculadas a las propiedades del suelo, tales como su contenido de nutrientes, textura, estructura y actividad biológica (Maza et al., 2023).

Suelos fértiles, ricos en materia orgánica y con una alta biodiversidad microbiana, favorecen el establecimiento y desarrollo de una vegetación exuberante y diversa, contribuyendo a la estabilización de los ecosistemas y a la regulación de procesos como la ciclación de nutrientes y el ciclo hidrológico (Camas & Mamani, 2022). Por el contrario, suelos degradados por factores como la erosión, la salinización o la contaminación presentan una vegetación escasa y empobrecida, evidenciando una alteración en su capacidad de sustentar la vida (Pardo, 2022).

2.2.3 Jackfruit

El jackfruit o también conocida como yaca, árbol de jaca, jack, jack tree, nanjea y panapén. Es originaria de Indonesia y sus frutos son considerados como los más grande del mundo (Tabla 7). Crece en un clima húmedo tropical o subtropical, con temperaturas máximas de 32 a 35° C y temperaturas mínimas de 16 a 20° C. Se desarrolla óptimamente en suelos con pH de 5 a 7.5, este árbol es sensible a las heladas y no tolera sequías. Su importancia ambiental radica en su gran capacidad para controlar la erosión del suelo (Goswami & Chacrabati, 2016; Caicedo, 2022).

Tabla 7

Morfología del Artocarpus heterophyllus

Partes	Descripción
Tamaño y forma	<ul style="list-style-type: none">- La jaca es un árbol de hoja perenne de tamaño mediano que normalmente alcanza una altura de 8 a 25 m (26 a 82 pies).- Tiene un diámetro de tallo de 30 a 80 cm.- La forma del dosel suele ser cónica o piramidal en árboles jóvenes y se vuelve expansivo y abovedado en árboles más viejos.- El árbol proyecta una sombra muy densa.- La ramificación generalmente comienza cerca del suelo.- Todas las partes del árbol exuda látex blanco pegajoso cuando se lesiona.
Flores	<ul style="list-style-type: none">- Es una especie monoica, con inflorescencias (o “espigas”) masculinas y femeninas en el mismo árbol.- Sus espigas nacen por separado en tallos cortos y robustos que brotan de las ramas más viejas y del tronco.- Las flores son diminutas, de color verde pálido cuando son jóvenes, tornándose más oscuro con la edad.- Las flores femeninas son más grandes, elípticas o redondeadas con un cáliz tubular.- Se dice que las flores son polinizadas por insectos y viento, con un alto porcentaje de polinización cruzada.

Hojas	<ul style="list-style-type: none"> - Las hojas son de color verde oscuro, alternas, enteras, simples, brillantes, rígidas, grandes (hasta 16 cm de largo) y elípticas a forma ovalada. - Las hojas son a menudo profundamente lobuladas cuando son juveniles y en brotes jóvenes.
Frutos	<ul style="list-style-type: none"> - La jaca tiene una fruta compuesta (sincarpo) con una corteza exterior de color verde a marrón amarillento que se compone de ápices de carpelo hexagonales, romamente cónicos que cubren una gruesa pared gomosa, blanquecina y amarillenta. - El ácido a dulzón (cuando maduro) de la pulpa tiene sabor a plátano (arilo), el cual rodea cada semilla. - La fruta pesada se mantiene unida por un núcleo fibroso central. - Las frutas son de forma cilíndrica oblonga, típicamente de 30 a 40 cm de longitud.
Semillas	<ul style="list-style-type: none"> - Las semillas son de color marrón claro, redondeadas, de 2 a 3 cm de largo por 1 a 1,5 cm de diámetro, y encerrado en una delgada membrana blanquecina. - Se pueden encontrar hasta 500 semillas en cada fruta. - Las semillas son recalcitrantes y se pueden almacenar hasta un mes en condiciones frescas y húmedas

Fuente: Prakash et al. (2009)

2.2.3.1 Fenología

2.2.3.1.1 Germinación. El *Artocarpus heterophyllus* generalmente se propaga por semilla. Para el proceso de germinación, primero se selecciona las semillas más grandes y de ahí se las deja secar alrededor de 24 horas. La germinación empieza en 1 a 3 semanas, en algunos casos es 6 semanas si es que las semillas no se secaron correctamente después de la recolección. El riego diario a menudo es necesario una vez que las semillas germinen. Cabe destacar que el Jack fruit prospera en suelos ricos, profundos y ligeramente porosos (Elevitch & Manner, 2006; Macías & Esquivel, 2020).

2.2.3.1.2 Crecimiento. Si las plántulas se cultivan en viveros, es necesario trasplantarlas cuando estas presenten cuatro hojas, debido a que sus raíces son largas y frágiles (Khan et al., 2021). El *Artocarpus heterophyllus* crece rápidamente, la altura durante los primeros años es de aproximadamente de 1,5 m/año, el cual a medida del tiempo va disminuyendo a 36 – 60 cm/año. En dos años alcanza una altura de 3 m y un diámetro de dosel de 2 m, se dice que un árbol de 20 años puede alcanzar alrededor de 17.5 m de altura con 20 cm de diámetro de tronco. Si bien es cierto, los árboles de *Artocarpus heterophyllus* pueden vivir hasta los 100 años, su extracción y remplazo en las plantaciones sugerentemente es después de los 20 años de crecimiento (Love & Paull, 2011; Saxena et al., 2011; Suely et al., 2014).

2.2.3.1.3 Fructificación. Las plántulas suelen tardar de 4 a 14 años en dar fruto después del trasplante. Las frutas de la mayoría de los cultivares alcanzan la madurez a mediados o finales del verano. Asimismo, cabe destacar que la maduración también depende de la región climática, las frutas maduran principalmente de marzo a junio, de abril a setiembre o de junio a agosto (Falcao et al., 2001).

2.2.3.1.4 Floración. El jackfruit es una especie monoica, sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran separadas y se producen en toda la planta, el cual puede albergar más de 5 000 flores de los diferentes géneros. Un árbol de yaca puede dar de 8 a 250 inflorescencias femeninas al año, las que al ser polinizadas dan origen a los frutos. La polinización se produce a los 15-28 días luego de la emergencia de la flor, y el fruto queda maduro aproximadamente a los 4 meses, cuando pasa del verde a un amarillo verdoso (Cecidomyiidae et al., 2018; Mijin et al., 2021; Moncur, 1985).

2.2.3.2 Taxonomía

De acuerdo a Moreno (2021) la taxonomía del jackfruit es la siguiente:

Reino	: <i>Plantae</i>
División	: <i>Magnoliophyta</i>
Clase	: <i>Magnoliopsida</i>
Orden	: <i>Rosales</i>

Familia	: <i>Moraceae</i>
Género	: <i>Artocarpus</i>
Especie	: <i>Artocarpus heterophyllus</i>

2.2.4 Caoba

Conforma uno de los árboles más valorados en todo el mundo, por su gran espléndida singularidad y su particularidad en su madera, es una planta arbórea de gran tamaño, que puede alcanzar de 20 a 50 m de elevación. Sus hojas son pinnadas y miden alrededor de 10 y 30 cm de largo y se encuentran constantes todo el año (Tabla 8) (Chuquipoma, 2015).

La caoba se desarrolla de forma natural a temperaturas que oscilan en 22 y 28° C, en suelos pocos profundos y aluviales de origen mixto con un buen drenaje, fértil y con un pH de 6.9 a 7.7. Para la siembra de esta especie se puede establecer una distancia de una planta a otra de 2 - 5 m dependiendo si se desea establecer otros cultivos agrícolas. Se dice que en de octubre es una fecha adecuada para el sembrado, ya que existe un 80% de probabilidad de sobrevivencia de las plántulas de caoba (INAB [Instituto Nacional de Bosques Guatemala], 2017; Chinchilla et al., 2021).

Tabla 8

Morfología del Swietenia macrophylla

Partes	Descripción
Tamaño y forma	- Árbol exótico de 35 m a 50 m de altura. - A una altura de 1 m a 1.8 m el diámetro aproximado es de 3.5 m.
Flores	- Cáliz de 2 a 2.5 mm de largo con lóbulos cortos redondeados y forma de copa. - Flores pequeñas (6 mm a 8 mm), verdes, amarillentas reunidas en panículas axilares y subterminales, de hasta 15 cm de largo. - Las flores masculinas son más abundantes que las femeninas. - Tiene 5 pétalos ovalados de color blanco y 10 estambres.
Hojas	- Hojas alternas, paripinadas de 12 cm a 40 cm de largo.
Frutos	- Capsula ovoide dehiscente.

- Mide de 6 a 25 cm de largo y 2 a 12 cm de diámetro reducido hasta el ápice en la punta.
 - Color pardo grisáceo, liso o diminutamente verrugoso.
 - Cada capsula contiene entre 45 a 70 semillas, esponjosas y frágiles.
- Semillas
- Semillas numerosas de 1 cm de largo, irregulares y comprimidas.
 - Sámara alada livianas de 7.5 a 10 cm de largo por 2.0 a 3.0 cm de ancho.
 - Color café rojizo
 - Sumamente amargas y astringentes.

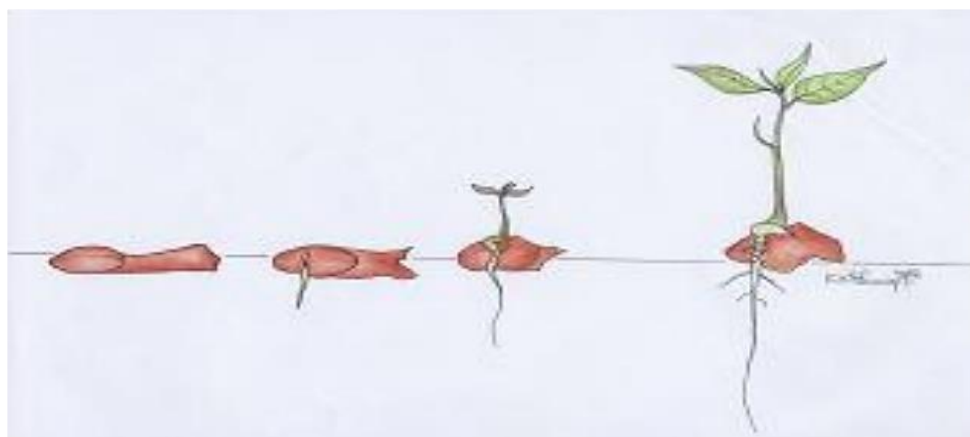
Fuente: Chuquipoma (2015)

2.2.4.1 Fenología

2.2.4.1.1 Germinación. Da comienzo a los 20 días y se completa a los 40 días de siembra, el promedio aproximado de germinación es de 28 días. Las semillas germinan a temperaturas que oscilan entre 26° C a 31° C, su tipo de germinación es epigea (Figura 2). Posee una tasa de germinación de 40 a 70 %., dependiendo de las condiciones climáticas y factores externos. Para germinar semillas de caoba se necesita camas de almácigo, donde tardan de 18 a 20 días en germinar y se repican un mes más tarde cuando tienen 7 cm a 8 cm de altura (Rodríguez & Córdoba, 2008; Lombardi et al., 2014).

Figura 2

Proceso de germinación de la caoba



Fuente: Rodríguez & Córdoba (2008)

2.2.4.1.2 Crecimiento. Cuando las plantas de caoba alcanzan rigidez y una altura entre 10 y 15 cm, deben ser expuestas a las condiciones ambientales, debido a que necesitan de luz directa del sol para un mejor desarrollo. Se calcula que esta especie puede tardar más de 120 años en alcanzar un diámetro comercial de 55 cm, aunque las plantas de más rápido crecimiento pueden obtener este tamaño de diámetro en 82 años (Snook, 2002; Acosta et al., 2011).

2.2.4.1.3 Floración y fructificación. La edad de fructificación es alrededor de 15 años y algunas veces es incluso antes. Cuando la *Swietenia macrophylla* alcanza la edad de fructificación puede producir aproximadamente entre 250 y 1 000 frutos, los cuales pueden llegar a pesar 400 kg. Cabe destacar que la floración y fructificación puede ocurrir en diferentes periodos según la región geográfica (Tabla 9), en zonas como Iquitos la floración se da en junio y agosto (Chuquipoma, 2015; Ruiz, 2017).

Tabla 9

Calendario de fenología del Swietenia macrophylla

Partes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hojas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Flores	x	x	x								x	x
Frutos	x	x	x	x							x	x

Fuente: Cordero & Boshier (2003)

2.2.4.2 Taxonomía

De acuerdo a Synnott (2009) la taxonomía de la caoba es la siguiente:

Reino	:	<i>Plantae</i>
División	:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	:	<i>Sapindales</i>
Familia	:	<i>Meliaceae</i>
Género	:	<i>Swietenia</i>
Especie	:	<i>Swietenia macrophylla</i>

2.2.5 Clorofila

Es un pigmento verde cuya composición química es $C_{54}H_{70}O_5N_4Mg$, la clorofila absorbe la luz solar o luz artificial. Esta se forma en los tallos, hojas y otras partes de las plantas y se encuentra en los cloroplastos donde se lleva a cabo la fotosíntesis, el cual es un proceso fundamental para el crecimiento vegetativo y desarrollo de las plantas. La clorofila es una molécula compleja que se compone de hidrogeno, carbono y de un solo átomo de magnesio en el centro. Y su color verde se debe a la absorción de las longitudes de ondas azules y rojas (Gaviri, 2012; Tomio, 2019; Troxler & Reardon, 2018).

Determinar la clorofila permite estimar indirectamente la biomasa, el estado trófico de las comunidades de fitoplancton y el estado nutricional de las plantas (Rivera et al., 2005; Deseo et al., 2021). Las plantas tienen dos tipos de clorofila, los cuales son los principales pigmentos fotosintéticos en las hojas (Tabla 10). Algunas plantas presentan mayor contenido de clorofila B que A, pero esta situación cambia a lo largo que envejecen (Xrinos et al., 2014; Alvarez, 2021).

Tabla 10

Diferencias entre la clorofila A y B

Clorofila A	Clorofila B
- Se encuentra en los cloroplastos.	- Se encuentra en los cloroplastos
- Convierte la energía lumínica en energía química.	- Transfiere la energía que absorbe de otra onda longitudinal a la clorofila A,
- Presente en las algas y plantas.	- Presente en algas y arboles

La suma tanto de la clorofila A y B da como resultado la clorofila total. Su cálculo se basa de acuerdo a diferentes ecuaciones planteadas por varios autores, los cuales difieren un poco en el valor de las constantes (Varela, 1981; Torrecillas & Martinez, 1984). Una ecuación modelo es lo planteado por Arnon en 1949, quien propone lo siguiente:

$$\text{Clorofila A} = (12.7 \times Abs_{663}) - (2.69 \times Abs_{645})$$

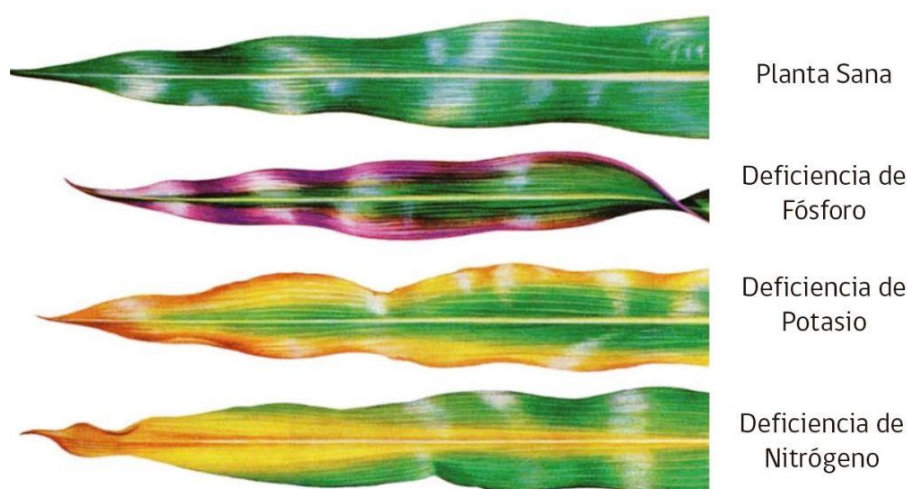
$$\text{Clorofila B} = (22.9 \times Abs_{645}) - (4.68 \times Abs_{663})$$

$$\text{Clorofila Total} = (20.2 \times Abs_{645}) - (8.02 \times Abs_{663})$$

El nitrógeno se encuentra ubicado en los cuatro anillos pirrólicos de la clorofila, debido a que cuando el N es absorbido, este se incorpora en los procesos metabólicos. Cuando existe una deficiencia de N, las hojas quedan pequeñas, deformadas y en algunas ocasiones con clorosis difusa (Rodríguez et al., 1998; Barrantes et al., 2018). Pero el nitrógeno no es el único macronutriente que influyen en la clorofila; el potasio, magnesio, azufre y el fósforo también toman parte en el proceso para una buena nutrición vegetal, fundamental para se dé una eficiente fotosíntesis y producción de biomasa (García, 2013).

Figura 3

Carencia de nutrientes en las hojas



Fuente: Solorzano (2020)

2.2.5.1 Ley del Mínimo de Liebig. Es un principio desarrollado por Carl Sprengel en 1928 y popularizado por Justun Von Liebig, en donde se indica que el rendimiento de los cultivos está regularizado por el factor más limitante y que el rendimiento puede mejorar en caso se corrija ese factor. Asimismo, en este principio se establece que un nutriente limitante no puede ser remplazado por cualquier otro nutriente. Cada macro o micro nutriente en la planta tiene una función en particular, por ello todos son de suma importancia para que se dé el eficiente crecimiento, la calidad, reproducción y los sistemas inmunitarios de las plantas (Sierra et al., 2012; Llomitoa et al., 2020).

Tabla 11*Función de los macro y micro nutrientes*

Elemento	Función
Macro-nutrientes	
Carbono	Formación de compuestos orgánicos y azúcares
Oxígeno	Obtención de energía del azúcar
Hidrógeno	Formación de agua
Nitrógeno	Clorofila, aminoácidos, síntesis de proteínas
Fósforo	Vital para la fotosíntesis y el crecimiento
Potasio	Actividad enzimática, azúcar y formación de almidón
Calcio	Crecimiento y división celular, componente de la pared celular
Magnesio	Componente de clorofila, activación enzimática
Azufre	Formación de aminoácidos y proteínas
Micronutrientes	
Boro	Vital para la reproducción
Cloro	Ayuda al crecimiento de la raíz
Cobre	Activación de enzimas
Hierro	Utilizado en la fotosíntesis
Manganeso	Componente de la clorofila, activación de la enzima
Sodio	Vital para el movimiento del agua
Zinc	Componente de enzimas y auxinas
Molibdeno	Fijación de nitrógeno
Níquel	Liberación de Nitrógeno

Fuente: Sierra et al. (2012)

2.2.6 Actividades agrícolas

La agricultura es el pilar de la economía de muchos países, la cual consiste en la producción agrícola destinada al consumo humano y alimento de los animales. Los métodos agrícolas que se practican son las principales causas de pérdida de la biodiversidad en el mundo, debido a que se suelen usar grandes cantidades de plaguicidas y fertilizantes químicos, cuyos son principal fuente de contaminación del agua, aire y suelo. Asimismo, contribuyen al incremento de los gases de efecto invernadero, metano y óxido nitroso (Oosterheld, 2008; Andrade, 2016).

2.2.6.1 Malas prácticas agrícolas

2.2.6.1.1 Monocultivo. Es una práctica que se basa en la siembra de un solo cultivo en grandes extensiones de tierra, donde se aplica los mismos patrones de cultivo, riego, fertilización y recolección. El crecimiento poblacional y la demanda a gran escala de productos es la razón por la cual muchos agricultores deciden optar por los monocultivos, debido a que resulta ser una técnica económicamente viable que les permite tener mayor producción y eficiencia en los cultivos sin necesidad de hacer grandes gastos, de igual forma también les permite mayor mecanización y menos uso de mano de obra (Cordone & Martinez, 2004; Sanzano et al., 2008; Tamagno et al., 2010).

Las desventajas que tienen los monocultivos es que se necesita mayor uso de pesticidas, para gestionar la reducción de plagas. Asimismo, se utilizan grandes cantidades de agua y de fertilizantes químicos. Como consecuencia de esto se genera muchos impactos negativos, los cuales son los siguientes (Bernal, 2010; Cabrera & Zuaznábar, 2010):

- Degradación del suelo y pérdida de fertilidad
- Erosión y desgaste de los nutrientes del suelo.
- Reducción de la diversidad biológica tanto de la fauna edáfica y los polinizadores.
- Contaminación del manto freático.

2.2.6.1.2 Deforestación. La principal causa de la deforestación de inmensas hectáreas de bosques es la agricultura, en donde grandes cantidades de árboles son talados, con el fin de dar nuevo uso a los suelos, en este caso para la siembra de nuevas producciones agrícolas. La deforestación ocasiona muchos daños en los ecosistemas causando la pérdida de millones de hábitats, así mismo evita la fijación de dióxido de carbono, por lo que contribuye al cambio climático (Guevara et al., 2014; Salgado, 2014).

El Perú no es ajena a esta problemática, en el 2020 se obtuvo una cifra record de 203 272 ha de bosques perdidos, siendo la región Amazonas la más afecta con un pico de 11 540 ha de árboles talados (Vera, 2023). Cabe destacar que tanto los bosques y los espacios naturales brindan servicios ecosistémicos, los cuales al ser modificados generan una inestabilidad ambiental y económica (Martino, 2007).

2.2.6.1.3 La roza o quema. Es un método tradicional y culturalmente uno de los más antiguos, en donde se queman y cortan áreas de bosques, con el fin de utilizar la parcela como área de cultivo. Este método permite tener un mejor manejo de las plantaciones, asimismo permite eliminar los residuos generados (Baeza, 2001; Saldaña, 2006).

Sin embargo, esta práctica se ha relacionado frecuentemente con la degradación del suelo, la pérdida de la cobertura vegetal, la reducción de infiltración y aumento de la erosión hídrica. Siendo de igual manera responsable de importantes incendios forestales, lo que ocasiona que numerosas especies de vegetación sean incapaces de sobrevivir. Cabe destacar que la roza ocurre con mayor intensidad en la selva, especialmente en los meses de agosto y setiembre, representando una gran problemática ambiental tanto para el suelo y el aire (Lara et al., 2012; Ellis et al., 2017).

2.2.6.1.4 Plaguicidas. Son sustancias químicas que se usan en la agricultura para proteger los cultivos, maximizar el rendimiento, garantizar la calidad de las cosechas, disminuir o controlar las plagas (insectos, hongos, malezas) u otros organismos nocivos para las plantas. El uso inadecuado de estos pesticidas, producen la destrucción y desequilibrio de los ecosistemas naturales, debido a su gran toxicidad y persistencia en el medio ambiente (Torres & Capote, 2004; Avalos, 2009; Lajmanovich et al., 2012).

Dentro de los pesticidas se incluyen los compuestos organoclorados, organofosforados, carbamatos y otros. Estos compuestos químicos al llegar al suelo son absorbidos por las raíces de las plantas y son trasladados a otros tejidos vegetales, en el que se incluye a la fruta.

Los suelos que son arenosos o de gran tamaño de grano son mucho más propensos a una contaminación irreversible tanto del suelo y de los mantos freáticos. En ese sentido la dimensión de daño que puede sufrir un suelo va ser dependiente al tipo de suelo, las condiciones ambientales y de las técnicas agrícolas que se practiquen (Sanchez & Sanchez, 1984; Peres et al., 2007; Ramirez, 2018).

Una propiedad del suelo que se ve afectada por las grandes cantidades de pesticidas es la fertilidad, la cual durante muchos años se ha tornado una gran preocupación, debido a que la fertilidad está en función directa con todos los organismos vivos presentes en el suelo como las bacterias, hongos y gusanos. De igual forma con la interacción de los materiales orgánicos e inorgánicos que interaccionan con el suelo. En pocas palabras, los plaguicidas son destructores de la fauna y flora del suelo e impiden los procesos biológicos para mantener la fertilidad (Espluga, 2001; Reyes & Cano, 2022).

Además de reducir la diversidad biológica del suelo, degradación y contaminación ambiental, los pesticidas causan efectos adversos en la fisiología de las plantas, afectando tanto su germinación, desarrollo vegetativo, maduración y su calidad comercial, debido a que estos se bioacumulan y biomagnifican a través de los años. Lo que representa grandes riesgos en la salud de todos los seres vivos, debido a que estos pasan por medio de la cadena trófica (Schaaf, 2015; Monar, 2020).

2.2.6.2 Impacto negativos en el suelo

2.2.6.2.1 Erosión del suelo. Proceso en que se va perdiendo la capa superficial del suelo. La erosión consiste en 3 fases: arranque, transporte y sedimentación del material. La visión negativa es la desertificación, a causa de la alteración de la composición química del suelo. La erosión ocurre a través de los años, donde los suelos van perdiendo su capa fértil y los nutrientes, lo que ocasiona la disminución de la productividad del suelo y las plantas. Las consecuencias para el medio ambiente son negativas y causan el desequilibrio de la calidad de los suelos (Rubio, 1989; Cerda, 2001).

2.2.6.1.2 Degradación del suelo. Es un proceso degenerativo que reduce la capacidad de los suelos para sostener a los ecosistemas, así como de brindar servicios. El cual se produce por los efectos adversos de las actividades antropogénicas de deforestación, malas prácticas agrícolas, y el sobrepastoreo (A. Rojas, 2001). La degradación del suelo tiene como consecuencia; las inundaciones, la desertificación, la contaminación del agua subterránea, los corrimientos de tierra, el agotamiento de la capa fértil, la alteración de la biodiversidad del suelo, el desequilibrio de los nutrientes y la disminución de la productividad de los cultivos (Ingaramo, 2003; Martínez et al., 2008; Noni & Trujillo, 2016).

2.2.6.1.3 Pérdida de carbono orgánico. Aproximadamente 1 417 billones de toneladas de COS se encuentran almacenados en el primer metro del suelo y cerca de 2 500 billones de toneladas a dos metros de profundidad (FAO, 2018). Las pérdidas de COS se originan por diversas causas entre ellas está las acciones que realizan los microorganismos y la erosión del suelo (Lupi et al., 2007). Debido a que un gran porcentaje de carbono orgánico es liberado como dióxido de carbono por la intervención de los microorganismos. Asimismo, también los responsables de alterar la dinámica del carbono orgánico en los suelos son: la deforestación, la agro silvicultura, la forestación y la agricultura de roza (Martínez et al., 2008; Pastor et al., 2015).

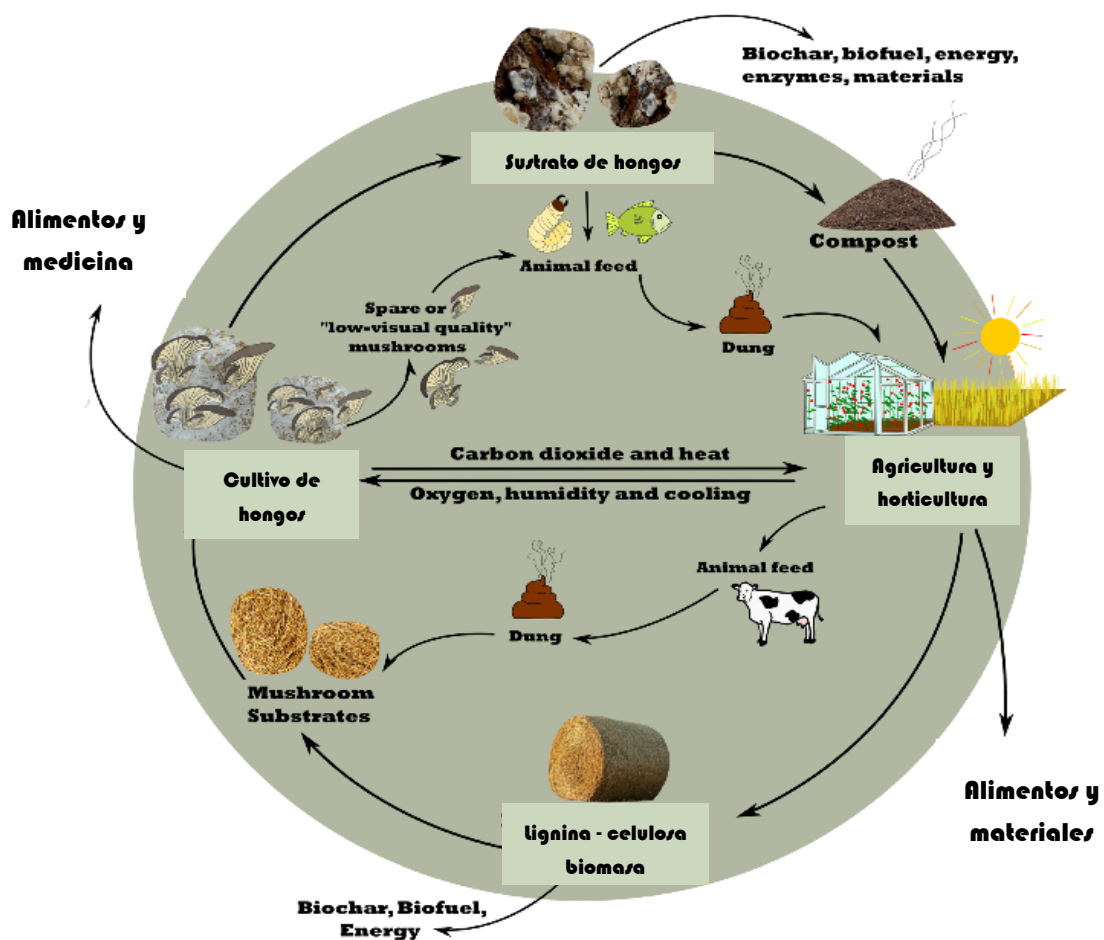
2.2.6.1.4 Salinización. Es la concentración elevada de sal en los suelos, los cuales se van acumulando hasta el punto de que se crea la salinización. La agricultura y la extracción de los recursos son las principales causas de la salinidad de los suelos (Guida et al., 2017). Un suelo tiende a tener menor sal cuando su pH es mayor en acidez, lo que significa una correlación negativa entre la Conductividad eléctrica y el pH. Una consecuencia de la salinización es la pérdida de fertilidad, cuyo es un factor que limita e imposibilita la producción agrícola (Caro, 1966; Mata et al., 2014; Zamudio et al., 2011).

2.2.7 Economía circular con los bioabonos

La economía circular es un nuevo modelo de producción y consumo sostenible que garantiza un buen crecimiento a medida de los años. Con este tipo de economía lo que se busca es optimizar los recursos, reducir el consumo de materia prima y aprovechar los residuos que se generan en la producción. En ese sentido los bioabonos generan una economía circular, donde los residuos orgánicos provenientes de restos de animales y restos de vegetales son aprovechados para la preparación de dichos bioabonos. Los cuales después son aplicados al suelo para mejorar su fertilidad y productividad (Nieto, 2018; Ceballos et al., 2022).

Figura 4

Economía circular de los bioabonos



Fuente: Aversisagro (2021)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Ámbito de estudio

La investigación se realizó en los terrenos de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la UNISCJSA, ubicado en Villa Ashaninka a 9.73 km de la ciudad de Pichanaqui, cuenta con una altitud de 525 m.s.n.m. Tiene un clima ecuatorial caluroso, húmedo y lluvioso durante todo el año. La temperatura normalmente varía de 21° C a 33°C, en pocas ocasiones baja a menos de 19° o sube más de 35° C. Su precipitación media anual es de 458 mm. La humedad media de 65% e índice de UV moderado (Weather Spark, 2023).

3.1.1 Ubicación geográfica

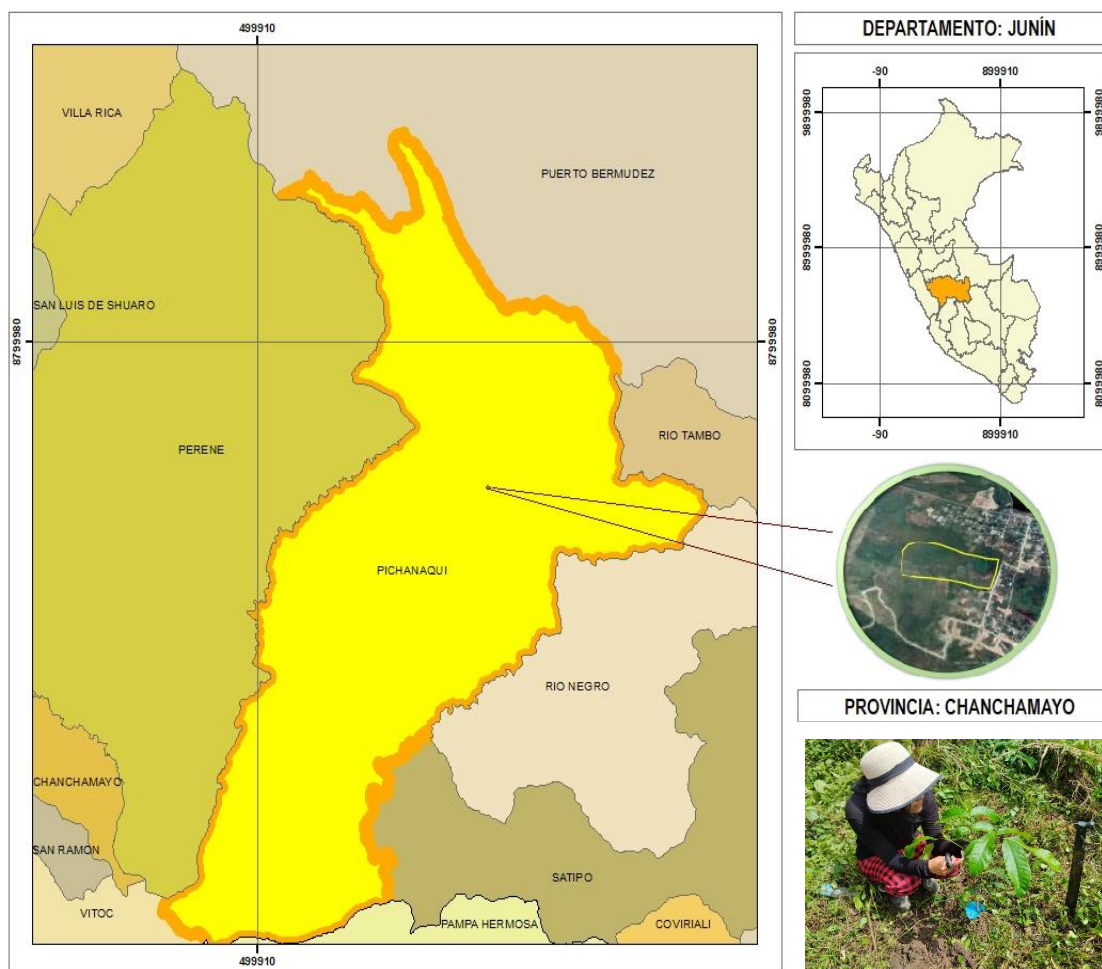
Latitud sur : 10° 57' 33"
Longitud Oeste : 74° 48' 22.3"

3.1.2 Ubicación política

Departamento : Junín
Provincia : Chanchamayo
Distrito : Pichanaqui
Localidad : Villa Ashaninka

Figura 5

Ubicación del ámbito de estudio



3.2 Nivel, tipo y diseño de investigación

3.2.1 Nivel

Esta investigación se enmarcó en un nivel experimental y cuantitativo (Causas, 2012), debido a que se determinó los efectos específicos de los diferentes bioabonos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como su influencia en el crecimiento y desarrollo de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

3.2.2 Tipo

El presente estudio correspondió a una investigación aplicada (Rodríguez & Mendivelso, 2018), ya que se analizó la influencia de los bioabonos en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, y su relación con el crecimiento de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*. Este enfoque permitió generar conocimientos prácticos para mejorar la calidad del suelo y fomentar prácticas agrícolas sostenibles.

3.2.3 Diseño de investigación

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial 4x2. En este diseño, el factor A correspondió a tres tipos de bioabono (vermicompost, bokashi y biol), y un testigo, mientras que el factor B se relacionó con dos especies de plantas: caoba y jackfruit (Tabla 12). Cada combinación de estos factores constituyó una unidad experimental. De cada tratamiento, se recolectó una muestra compuesta de suelo para análisis físico, químico y biológico. Además, se realizaron evaluaciones periódicas de parámetros biométricos (altura de planta y número de hojas) a los 30, 60 y 120 días posteriores a la aplicación de los bioabonos. A partir de los 150 del abonamiento se determinó el contenido de clorofila foliar como un indicador del estado nutricional y fotosintético de las plantas, complementando así la evaluación del efecto de los bioabonos sobre el crecimiento y desarrollo vegetal.

Tabla 12

Factores y niveles de la investigación

Factor A: Tipo de abono	Factor b: Plantas de caoba y de jackfruit	
T01	Caoba	A1b1
	Jackfruit	A1b2
T02	Caoba	A2b1
	Jackfruit	A2b2
T03	Caoba	A3b1
	Jackfruit	A3b2
T04	Caoba	A4b1
	Jackfruit	A4b2

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

La población estuvo constituida por 96 plantas de *Swietenia macrophylla* y 96 plantas de *Artocarpus heterophyllus*, los cuales fueron instalados en los terrenos de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, en un área experimental de 1.40 ha con un perímetro de 513 m, donde se recolectó las muestras de suelo según el tratamiento.

3.3.2 Selección y recolección de muestra

De la población total se eligió al azar en forma probabilística 08 plantas por cada tratamiento. Resultando en sí un total de 32 muestras de las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*. De dichas muestras se recolectaron los datos para la determinación de clorofila, altura de planta y número de hojas. Para el caso de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo se extrajeron submuestras de las mismas obteniéndose una muestra compuesta por cada tratamiento.

3.4 Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Procedimientos

3.4.1.1 Delimitación y limpieza del área de estudio. Se delimitó el área de estudio utilizando una cinta métrica de 50 metros. A continuación, se procedió a limpiar el área con una macheteadora, ubicando los puntos entre las filas y las plantas a una distancia de 12 metros para ambas especies. Finalmente, se recolectaron los residuos vegetales generados durante la limpieza y se destinaron para la elaboración de los bioabonos.

3.4.1.2 Instalación del vivero. Para establecer el vivero, se niveló un terreno rectangular de 4 metros de ancho por 6 metros de largo, lo que equivale a una superficie total de 24 metros cuadrados. Dentro de este espacio, se delimitaron áreas específicas: dos metros cuadrados para la siembra de semillas (almácigo), cuatro metros cuadrados para el trasplante de plántulas (cama de repique) y el resto se destinó a caminos para facilitar el acceso y mantenimiento. Para ello, se utilizaron herramientas como machetes, picos y barreras con el fin de obtener un terreno más plano, logrando una pendiente del 1%. Un aspecto clave que se consideró fue no solo la dirección del viento, sino también la trayectoria del sol, tanto en su salida como en su ocaso (Moreira, 2021). Este diseño se planteó para optimizar las condiciones ambientales del vivero y promover el adecuado crecimiento de las plantas.

3.4.1.3 Obtención de las semillas. Para la obtención de las semillas de *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit), se seleccionó el fruto que cumpliera con las siguientes características: buena sanidad, adecuada conformación y plena madurez. Posteriormente, se procedió a realizar un lavado exhaustivo de las semillas y se secaron bajo sombra para preservar su viabilidad. En el caso de *Swietenia macrophylla* (caoba), las semillas fueron adquiridas de una casa comercial

confiable, que garantizó su calidad y viabilidad para la siembra. Este proceso aseguró la utilización de material genético adecuado para el desarrollo exitoso de ambas especies en el vivero.

3.4.1.4 Almacigo de las semillas. En las camas de almacigo se utilizó arena lavada, la cual fue previamente desinfectada con fungicida (homai) para prevenir posibles enfermedades, aplicando 3 cucharadas por cada 100 semillas según las recomendaciones de Sandoval (2020).

Para la siembra, se comenzó con un riego adecuado sobre la cama de almacigo para asegurar la humedad necesaria. Luego, se realizaron hoyos a una profundidad equivalente al doble del tamaño de la semilla, en los cuales se colocaron las semillas de *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit) y *Swietenia macrophylla* (caoba). Finalmente, se cubrieron las semillas con una capa uniforme de arena, con el fin de proporcionarles las condiciones óptimas para la germinación. Este proceso se realizó de acuerdo con las mejores prácticas para asegurar la germinación y desarrollo de las especies seleccionadas.

3.4.1.5 Preparación de los bioabonos

3.4.1.5.1. Bokashi. Se acondicionó un espacio de 6 m x 8 m, nivelado y bien apisonado. Habiéndose utilizado: 200 kg de estiércoles, 100 kg de ceniza, 10 carretillas de tierra negra, 50 sacos entre restos de cocina, de cosecha, de podas y 5 kg de cáscara de huevo previamente molido más 50 kg de cal. Todo ello se mezcló con la ayuda de pala y pico, rociándose una mezcla de agua, 5kg de azúcar, microorganismos eficaces previamente activadas todo ello a prueba de puño. Finalmente se selló bien con plástico, con la finalidad de no dejar salir los gases (Ramos & Terry, 2014). Transcurrido los 15 primeros días se monitoreó la temperatura, registrándose 42° Celsius. Consecutivo a esto los volteos se realizaron semanalmente y al cabo de 45 días se realizó la cosecha (Mora, 2015).

3.4.1.5.2. Biol. Se utilizó un biodigestor de capacidad de 200 litros, posicionado en un lugar plano, en el cual se incorporó 10 kg de estiércol de ovino, 4 kg de azúcar rubia, 5 kg de roca fosfórica, 5 kg de dolomita, 10 kg de ceniza, 5 kg de cal, 1 kg de cáscara de huevo molido, 10 kg de restos de cocina y 5 kg de hojas de kudzú, levadura fresca previamente disuelta y activada en agua tibia, más 3 litros de guarapo y agua hasta cubrir las $\frac{3}{4}$ partes del biodigestor. Finalmente, se

selló y se dejó fermentar por un espacio de 30 a 40 días (Pomboza et al., 2016), asimismo se acondicionó una manguera transparente que estuvo conectado a otro recipiente con agua pura (Bejar, 2023). Habiéndose cosechado a los 50 días.

3.4.1.5.3. Vermicompost. se adquirió de “Lombri Perú”, una empresa dedicada a la comercialización de abonos orgánicos, ubicada en el distrito de San Ramón.

3.4.1.6 Preparación del sustrato y embolsado. El sustrato fue preparado a una proporción de 2:1:1 de tierra agrícola, materia orgánica descompuesta y arena. Luego de haberse desinfectado fueron embolsados en bolsas de polietileno de 8” x 10” mm.

3.4.1.7 Repique. Cuando las plántulas en la cama de almácigo alcanzaron un desarrollo adecuado, mostrando al menos cuatro hojas, se procedió a seleccionar las más vigorosas y libre de plagas y enfermedades. Este proceso de selección garantizó que solo las plántulas con el mayor potencial de crecimiento fueran trasplantadas. A continuación, se realizó el repique, asegurando que las plántulas se trasladaran a un nuevo espacio suficiente para su desarrollo. Durante todo este proceso, se mantuvo un riego constante y uniforme, para asegurar que las plántulas recibieran la hidratación necesaria y minimizar el estrés post-trasplante, favoreciendo así su adaptación al nuevo entorno (Suaréz, 1994).

3.4.1.8 Toma de muestra de los bioabonos. Transcurrido los 50 días antes de la cosecha de los bioabonos, se tomó una muestra representativa de un 1 kg de bokashi y de un 1 litro para el caso del biol (Pinochet et al., 2017), los mismo que fueron rotulados y enviados al laboratorio de la Fundación para el Desarrollo Agrario de la Universidad Agraria la Molina (Cardenas, 2016).

3.4.1.9 Excavación de hoyos en campo definitivo. Antes de trasladar las plantas al campo definitivo, se realizaron los hoyos con una profundidad de 70 cm y un diámetro de 60 cm. Para ello, se utilizó un barreno, una pala y un pico, con el fin de garantizar la adecuada preparación del terreno. Durante este proceso, se retiró la capa superficial del suelo (aproximadamente los primeros 20 cm) y se colocó a un costado izquierdo de cada hoyo, mientras que el material extraído de la capa más profunda se almacenó a la derecha del hoyo (Figura 6).

Esta metodología permitió mantener el orden y facilitar la posterior incorporación de los materiales orgánicos y sustratos que se agregarían para mejorar la calidad del suelo y favorecer el crecimiento de las plantas.

Figura 6

Excavación de los hoyos



3.4.1.10 Muestreo del suelo. Una vez excavados los hoyos, antes de volver la capa superficial del suelo, se tomaron submuestras de suelo a una profundidad de 30 cm utilizando una pala recta. Todas las submuestras fueron concentradas en una manta, de donde se realizó un cuarteo para obtener una muestra representativa de 1 kg. Estas muestras fueron luego enviadas al laboratorio de suelos, agua, plantas y fertilizantes KIPATSI, para ser sometidas a un análisis físico, químico y biológico detallado. Este procedimiento permitió evaluar las condiciones iniciales del suelo en el campo de estudio y así establecer una base para comparar los efectos de los bioabonos aplicados en el proceso de restauración y mejora del suelo.

3.4.1.11 Disposición de plantas a campo definitivo. A los 150 días del repique las plantas de caoba y jackfruit fueron trasladados al campo definitivo donde se retiraron con sumo cuidado de las bolsas plásticas inmediatamente ubicándolos en el punto medio de cada hoyo, finalizándose con un plateado y con su respectiva codificación de la especie a cada planta por tratamiento y asimismo se dejó estable una botella de 3 L, con agua y con su respectivo agujero, con la finalidad de garantizar la humedad del suelo.

3.4.1.12 Abonamiento. Transcurrido los 15 días en campo definitivo de las plantas de caoba y jackfruit, se realizó el abonamiento, siendo para el caso del biol (T02) de 10 L por 20 L de agua, para el vermicompost (T03) de 5kg por hoyo y para el bokashi (T04) 5 kg por hoyo (Vergara, 2013).

3.4.1.13 Recolección de datos

3.4.1.13.1 Altura de planta. Para la recolección de datos sobre la altura de las plantas, se seleccionaron al azar 8 muestras por cada tratamiento. Los registros se realizaron a los 30, 60 y 120 días posteriores a la aplicación de los bioabonos. La medición de la altura de las plantas se efectuó utilizando un flexómetro, tomando como punto de referencia el cuello de la planta hasta la última hoja bandera. Los datos obtenidos fueron registrados de manera detallada para cada tratamiento, con el fin de evaluar el crecimiento vegetativo en función de la aplicación de los bioabonos.

3.4.1.13.2 Número de hojas por planta. Para el conteo del número de hojas por planta, se seleccionaron al azar 8 muestras por cada tratamiento. El conteo se realizó a los 30, 60 y 120 días posteriores a la aplicación de los bioabonos. En cada evaluación, se contabilizó el número total de hojas por planta, con el objetivo de evaluar el desarrollo vegetativo y la respuesta de las plantas a los tratamientos aplicados. Los datos obtenidos fueron registrados y analizados para determinar el efecto de los bioabonos en el crecimiento foliar de las especies estudiadas.

3.4.1.14 Segundo muestreo de suelo después del abonamiento. Cinco meses después de la aplicación de los bioabonos, se procedió a la toma de submuestras de suelo utilizando una pala recta. Se recolectaron varias submuestras de diferentes puntos dentro de cada tratamiento, concentrándolas en una manta para su homogenización. Posteriormente, se realizó el cuarteo de la mezcla y se obtuvo una muestra representativa de 1 kg por tratamiento. Las muestras fueron debidamente rotuladas y enviadas al laboratorio de Suelos, Agua, Plantas y Fertilizantes KIPATSI, donde se llevaron a cabo los análisis correspondientes para evaluar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Estos análisis permitieron determinar el impacto de los bioabonos en las propiedades del suelo a lo largo del tiempo.

3.4.1.15 Recolección de hojas. A las 12:00 p.m., se procedió a la recolección de hojas adultas de *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit) de cada tratamiento, con el objetivo de determinar el contenido de clorofila en las hojas. La recolección se realizó cuidadosamente, seleccionando hojas maduras y saludables para asegurar la representatividad de las muestras. Las hojas fueron etiquetadas y almacenadas adecuadamente para su posterior análisis espectrofotométrico, a fin de evaluar la concentración de clorofila, lo que proporcionó información sobre la eficiencia fotosintética de las plantas en función de los tratamientos aplicados.

3.4.1.16 Evaluación de la presencia de la vegetación y fauna edáfica antes y después de la incorporación de los bioabonos. Cinco meses después del abonamiento, se evaluó la presencia de vegetación utilizando una ficha de observación previamente diseñada para este propósito. Para ello, se extrajo con una pala recta una porción representativa de suelo de aproximadamente 20 cm², la cual fue extendida para facilitar la identificación de las especies vegetales presentes. Se registró el nombre común, nombre científico y la familia de cada especie, así como su pertenencia a un determinado grupo taxonómico. La longitud de las raíces de cada especie se midió con una regla graduada.

De manera complementaria, se aprovechó esta misma muestra de suelo para evaluar la fauna edáfica, utilizando una lupa para examinar la presencia de organismos microscópicos y macroscópicos. Se registraron tanto los insectos aéreos como aquellos encontrados en el suelo, incluidos insectos, arácnidos, anélidos y otros organismos de diversas dimensiones. Todos los hallazgos fueron anotados en la ficha de observación. Este proceso de recolección de datos se realizó tanto antes como después de la incorporación de los bioabonos, permitiendo comparar el impacto de estos en la biodiversidad del suelo y en el desarrollo vegetativo de las especies evaluadas.

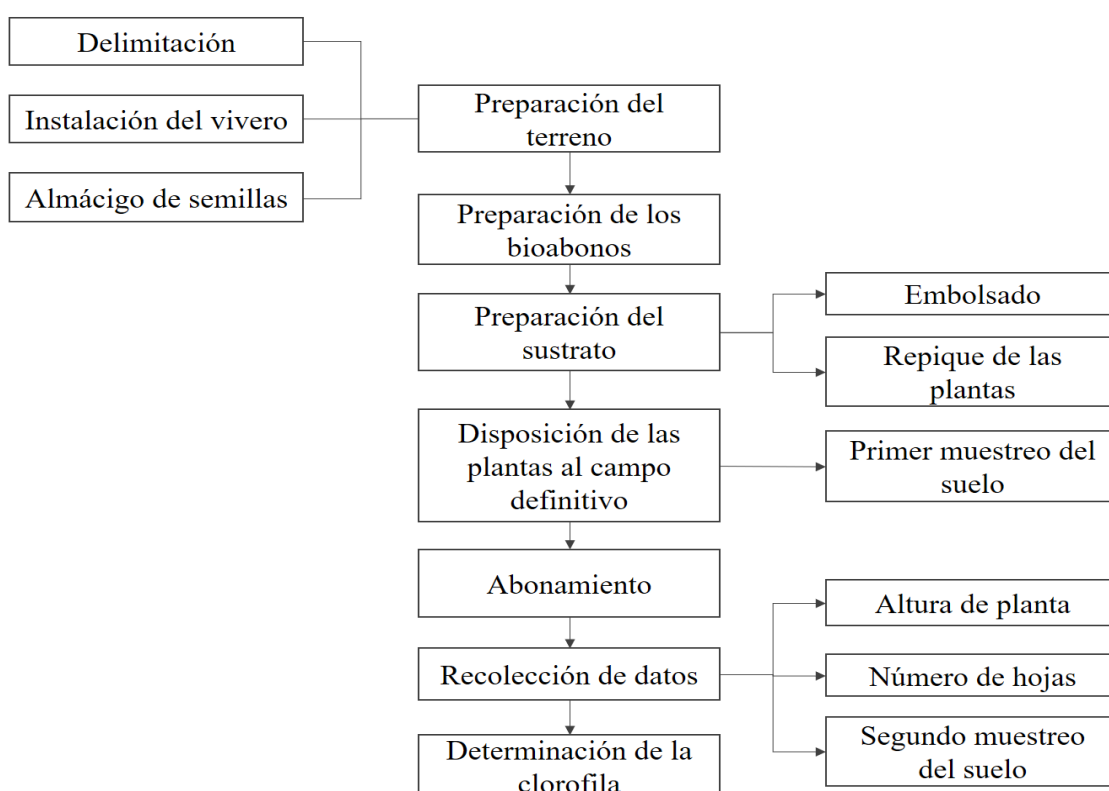
3.4.1.17 Análisis de la clorofila. Cinco meses después del abonamiento, se procedió a la determinación de la clorofila en las hojas de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus* correspondientes a cada tratamiento, utilizando el método espectrofotométrico. Las muestras de hojas fueron trituradas con un mortero, añadiéndoles 10 ml de alcohol puro (96%). Posteriormente, las alícuotas de las soluciones obtenidas fueron filtradas y transferidas a cubetas de vidrio de 10 cm³. Para la medición, las cubetas fueron colocadas en los compartimientos

transparentes del espectrofotómetro, orientadas hacia la fuente de emisión de luz. La absorbancia se determinó en tres longitudes de onda específicas: 480, 649 y 665 nm, para obtener los valores relacionados con la concentración de clorofila.

Con el fin de validar los resultados obtenidos, se enviaron muestras de las especies estudiadas al laboratorio especializado Envirotest, donde se realizaron análisis adicionales para contrastar los valores de clorofila obtenidos mediante espectrofotometría y asegurar la precisión de los datos.

Figura 7

Flujograma de procedimientos



Fuente: Elaboración propia (2024)

3.4.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.2.1 Estado de arte. Se recurrió a diversas fuentes de información para sustentar la investigación, incluyendo manuales, libros, repositorios académicos, fichas técnicas, artículos científicos y sitios web confiables. Esta información se utilizó para respaldar las variables de estudio, proporcionando el marco teórico y metodológico necesario para el desarrollo y análisis de la investigación.

3.4.2.2 Técnicas de observación. Se utilizó un cuaderno de campo para el registro de las variables de estudio, tales como la altura de las plantas, el número de hojas y el conteo de insectos. Para el registro de los insectos, se aplicó la técnica de observación directa, con la cual se identificaron y contaron las especies presentes en el área de estudio. Estos datos fueron cuidadosamente anotados en el cuaderno para su posterior análisis.

3.4.2.3 Técnicas de laboratorio. Se utilizaron los resultados obtenidos de las fichas técnicas correspondientes a los análisis físico y químico de los bioabonos y del suelo. Estos análisis fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina (Anexos 7 y 8) para los bioabonos, y en el laboratorio de Suelos, Agua, Plantas y Fertilizantes KIPATSI (Anexos 2 a 6) para el suelo. Los datos obtenidos fueron posteriormente analizados y utilizados para evaluar las propiedades y propiedades de los bioabonos y su impacto en las condiciones del suelo.

3.5 Análisis de datos

Se utilizó una hoja de cálculo para construir la base de datos, la cual fue posteriormente trasladada al programa InfoStat para el procesamiento de los análisis estadísticos. Entre los análisis realizados se incluyeron el Análisis de Varianza (ANVA), el cálculo del índice de Shannon, y la prueba de comparación de promedios de Tukey.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

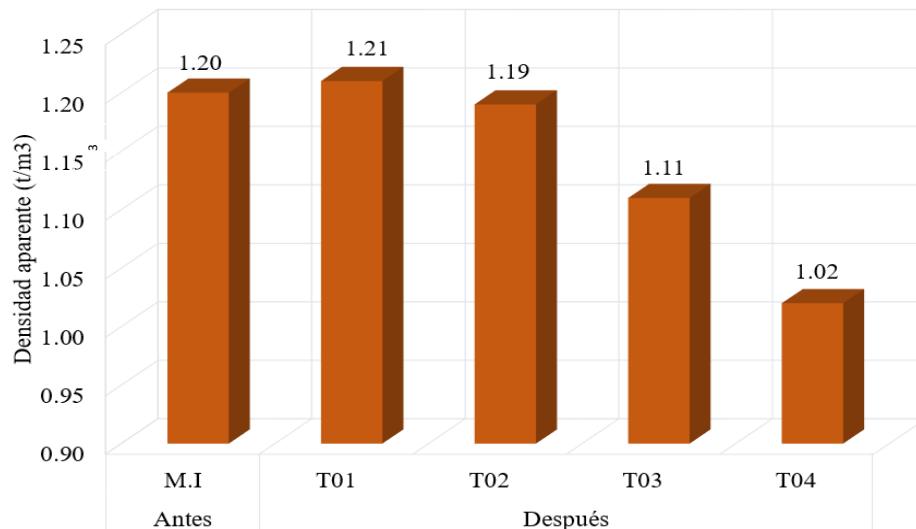
4.1 Presentación de resultados y discusiones

4.1.1 Propiedades físicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

4.1.1.1 Densidad aparente. Después de la incorporación de los bioabonos, el tratamiento con bokashi (T04) registra una densidad de 1.02 t/m^3 , siendo este resultado menor a diferencia de los tratamientos con vermicompost (T03), biol (T02) y testigo (T01), los cuales tienen valores de 1.11 t/m^3 , 1.19 t/m^3 y 1.21 t/m^3 respectivamente, como se muestra en la Figura 8.

Figura 8

Densidad aparente del suelo antes y después de los tratamientos



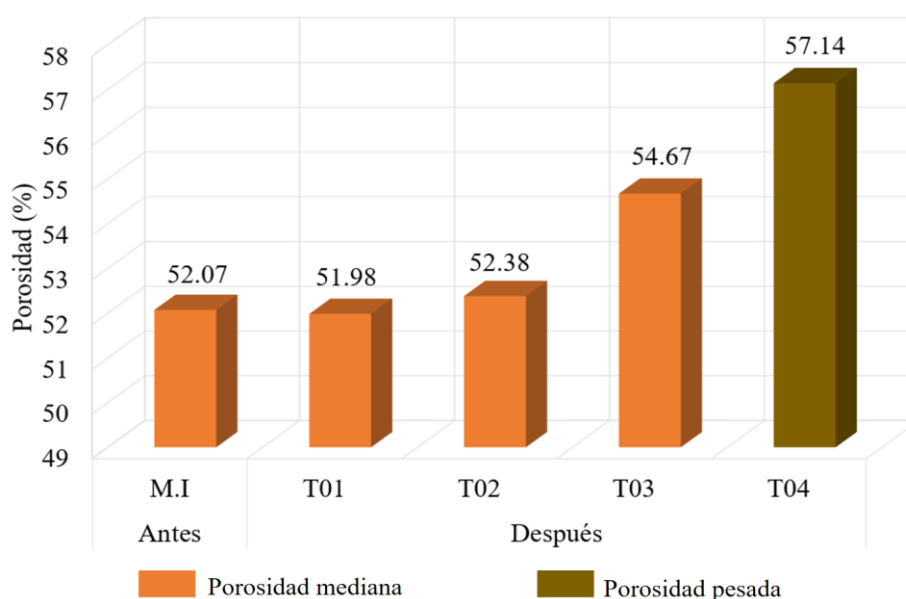
Nota: T01, T02, T03 y T04 son los tratamientos; MI es la muestra inicial

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de bokashi (T04) condujo a una disminución en la densidad aparente del suelo en comparación con los demás tratamientos. Esta disminución es coherente con los hallazgos de Blanco (2009) y Herrera (2009) quienes señalan que una menor densidad aparente se relaciona con una mayor porosidad y una mejor estructura del suelo. Una estructura de suelo más porosa favorece la infiltración de agua, la aireación y el desarrollo de una biota del suelo más diversa y activa (Moret & López, 2012; Asensio et al., 2015).

4.1.1.2 Porosidad. Después del abonamiento, el tratamiento con bokashi (T04) presenta una porosidad amplia (pesada) de 57.14 %, en comparación con los tratamientos T03, T02 y T01, que registran porosidades medianas de 54.67 %, 52.38 % y 51.98 %, respectivamente (Figura 9). Es importante destacar que la porosidad del suelo está estrechamente relacionada con su densidad aparente debido a que, a mayor porcentaje de porosidad, se observa una disminución en la densidad aparente del suelo (Pérez & Kientz, 2003).

Figura 9

Porosidad del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos



Nota: T01, T02, T03 y T04 son los tratamientos; MI es la muestra inicial

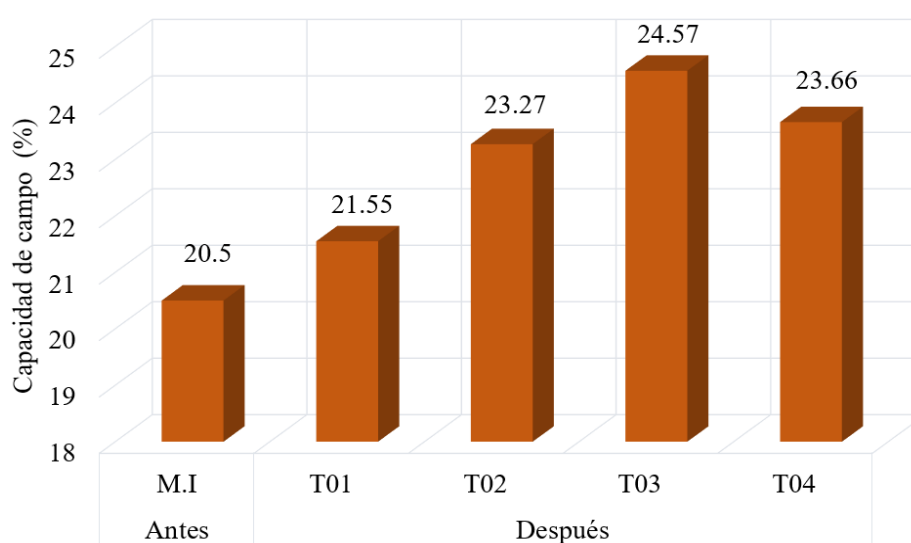
Los resultados obtenidos, especialmente en el tratamiento T04 (bokashi), corroboran los hallazgos de Gonzales & Chávez (2012). La mayor porosidad observada en este tratamiento puede atribuirse a la incorporación de materia orgánica y a la estimulación de la actividad biológica propias del bokashi. Esta mejora en la estructura del suelo, caracterizada por una mayor proporción de espacios porosos, favorece la infiltración de agua, la aireación y el desarrollo radicular de las plantas (Novilo et al., 2018).

Pacheco (2015) indica que la incorporación de los bioabonos amortigua la pérdida de porosidad y permeabilidad del suelo, ya que a lo largo del tiempo el suelo va perdiendo porcentajes de microporos y macroporos a causa del riego que se aplica y la compactación que sufre por efectos de gravedad.

4.1.1.3 Capacidad de Campo (CC). La incorporación de bioabonos resulta en un aumento considerable de la Capacidad de Campo (CC) del suelo, destacando el tratamiento T03, que muestra los mejores resultados con un valor cercano al 25% (Figura 10). Esto indica que el suelo tratado con el T03 es capaz de almacenar hasta 25 gramos de agua por cada 100 gramos de suelo seco, lo que representa la cantidad máxima de agua que el suelo puede retener. Esta mayor capacidad de retención hídrica mejora la disponibilidad de agua para las plantas, favoreciendo su crecimiento y desarrollo (Zotarelli et al., 2013).

Figura 10

Capacidad de campo del suelo antes y después de la aplicación de los bioabonos



Nota: T01, T02, T03 y T04 son los tratamientos; MI es la muestra inicial

Los resultados obtenidos en este estudio revelan un incremento en la capacidad de campo del suelo tras la aplicación de los tratamientos T03 (vermicompost) y T04 (bokashi), siendo el vermicompost el que mostró un efecto más pronunciado. Estos hallazgos corroboran lo postulado por Daza et al. (2014), quienes definen la capacidad de campo como el máximo volumen de agua que un suelo puede retener contra la fuerza de gravedad.

La mejora en la capacidad de campo de los suelos tratados con vermicompost y bokashi puede atribuirse principalmente al incremento de la porosidad. Estos abonos orgánicos, al ser incorporadas al suelo, favorecen la formación de agregados estables que aumentan el espacio poroso, permitiendo una mayor retención de agua. A diferencia del suelo sin tratamiento, que presenta una menor porosidad, los suelos enriquecidos con vermicompost y bokashi son capaces de almacenar una mayor cantidad de agua disponible para las plantas, retrasando así el inicio del estrés hídrico (Murillo et al., 2019).

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian un incremento en la capacidad de campo y la porosidad del suelo tras la aplicación de los tratamientos T03 (vermicompost) y T04 (bokashi), en comparación con el testigo. Estos hallazgos corroboran las investigaciones previas de Dimas et al. (2001), quienes observaron mejoras similares en las propiedades físicas del suelo al aplicar diferentes tipos de abonos orgánicos (bovino, caprino, gallinaza y composta).

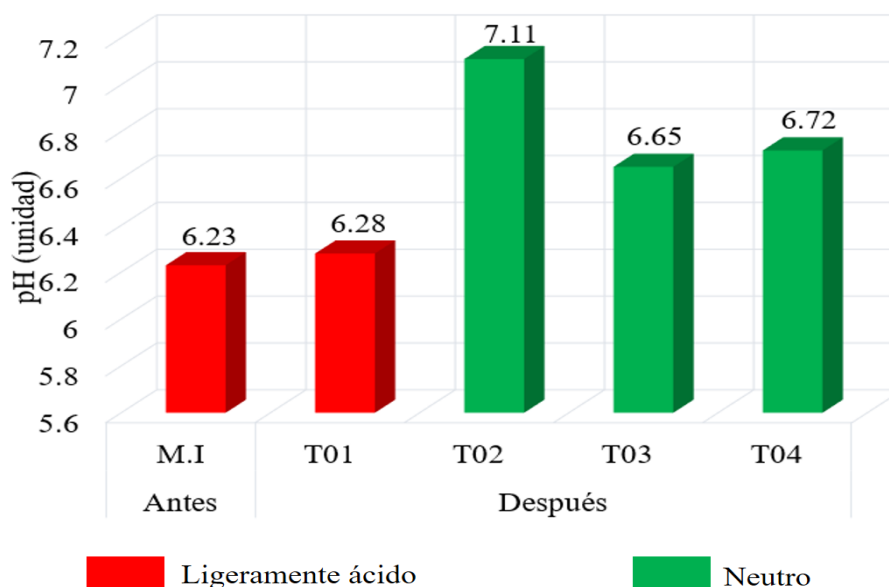
La incorporación de bioabonos al suelo promueve la formación de agregados estables, lo que incrementa la porosidad y mejora la estructura del suelo (Cotrina et al., 2020). Una mayor porosidad facilita la infiltración y retención del agua, aumentando así la capacidad de campo. En otras palabras, los suelos tratados con bioabonos son capaces de almacenar una mayor cantidad de agua disponible para las plantas, lo que se traduce en una mayor resiliencia ante períodos de sequía y una mejora en la productividad agrícola (Moya & Farinango, 2020).

4.1.2 Propiedades químicas del suelo luego de haberse aplicado el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

4.1.2.1 pH. Los resultados del análisis de pH, presentados en la Figura 11, evidencian una modificación significativa en la reacción del suelo tras la aplicación de los bioabonos. La muestra inicial presenta un pH ligeramente ácido (6.23), característico de muchos suelos agrícolas. Sin embargo, tras la incorporación de los bioabonos (T02, T04 y T03), se observó una tendencia hacia la neutralidad, con valores de pH de 7.11, 6.72 y 6.65, respectivamente. Únicamente el tratamiento T01 mantuvo un pH similar al del suelo inicial.

Figura 11

pH del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos



Nota: T01, T02, T03 y T04 son los tratamientos; MI es la muestra inicial

Buchelli, (2014) atribuye la modificación del pH del suelo tras la aplicación de bioabonos al incremento en los niveles de nitrógeno y fósforo, producto de los procesos de mineralización de la materia orgánica. En suelos de la selva central, caracterizados por su acidez debido a las altas precipitaciones, la incorporación de bioabonos ricos en bases contribuye a neutralizar la acidez, incrementando el Ph (Rincón et al., 2012).

Este fenómeno se explica por la liberación de cationes básicos como el calcio, magnesio y potasio durante la descomposición de la materia orgánica, los cuales interactúan con los iones hidrógeno (H^+) presentes en el suelo, disminuyendo así su concentración y, por ende, aumentando el pH. Sin embargo, es importante destacar que un pH elevado puede limitar la disponibilidad de micronutrientes como el hierro y el manganeso, tal como señala Osorio, (2012).

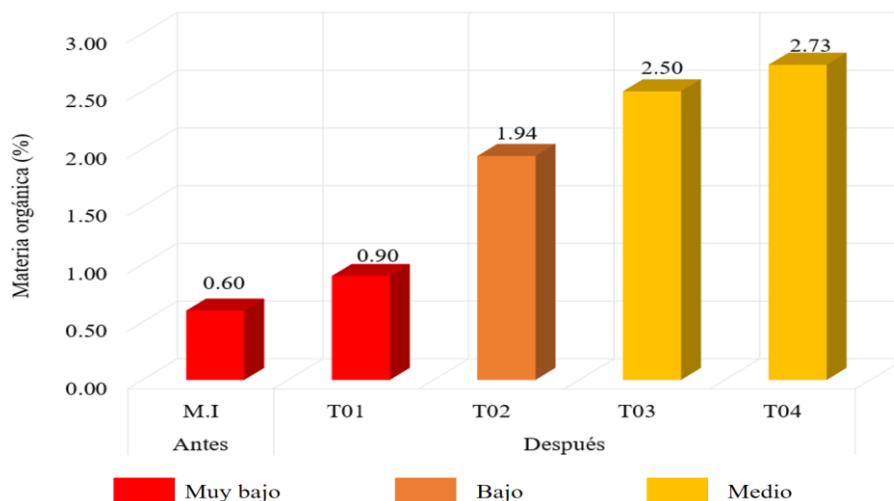
La literatura científica, como el estudio de Cremona & Enriquez (2020), indica que un pH cercano a la neutralidad optimiza la disponibilidad de nutrientes y estimula la actividad microbiana en el suelo. En condiciones de pH neutro, los microorganismos encuentran un ambiente propicio para su desarrollo, favoreciendo procesos como la mineralización de la materia orgánica y la fijación de nitrógeno. Los resultados obtenidos en esta investigación corroboran esta tendencia, al

evidenciarse un incremento en el pH del suelo tras la aplicación de bioabonos. Sin embargo, es importante destacar que valores de pH excesivamente altos pueden limitar la disponibilidad de ciertos micronutrientes, como señala Cotrina et al. (2020).

4.1.2.2 Materia orgánica (M.O). Los resultados obtenidos en este estudio evidencian una mejora en el contenido de materia orgánica (M.O.) del suelo tras la aplicación de los bioabonos. La muestra inicial presenta un nivel muy bajo de M.O. (0.60%), lo cual significa una limitada capacidad para retener agua y nutrientes. Sin embargo, con los tratamientos T03 y T04 se nota un incremento considerablemente del contenido de M.O., alcanzando valores medios de 2.73% y 2.50%, respectivamente (ver Figura 12). En contraste, el tratamiento T02 muestra un menor incremento en el contenido de M.O., lo que sugiere que tanto la naturaleza como la dosis de los bioabonos aplicados influyen directamente en la mejora de las propiedades del suelo.

Figura 12

Materia orgánica del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos



Nota: T01, T02, T03 y T04 son los tratamientos; MI es la muestra inicial

El incremento en la materia orgánica (M.O.) observado en los tratamientos con bioabonos se debe principalmente a la incorporación de compuestos orgánicos complejos y de lenta descomposición. Estos compuestos, provenientes de restos vegetales y estiércoles utilizados en la elaboración de los distintos bioabonos (Dimas et al., 2001), contribuyen a la formación de agregados estables en el suelo,

mejorando su estructura y porosidad. Esta mejora en las propiedades físicas del suelo favorece la retención de agua y nutrientes, creando un ambiente propicio para el desarrollo de una comunidad microbiana diversa y activa.

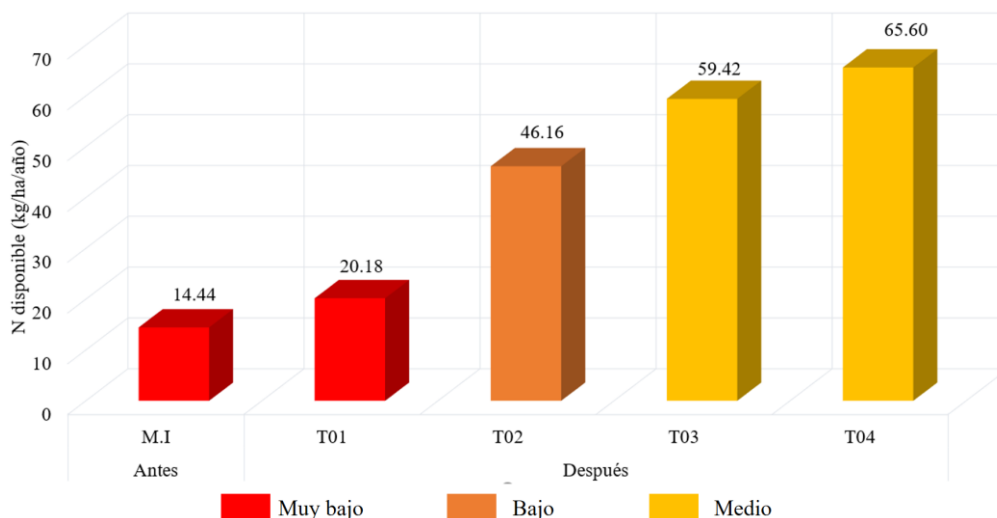
La materia orgánica (M.O.) del suelo es un componente dinámico sujeto a constantes procesos de descomposición y formación. La adición de abonos orgánicos, como el vermicompost, ayuda a compensar las pérdidas naturales de M.O., enriqueciendo el suelo en compuestos orgánicos complejos (Galantini et al., 2005). Estos compuestos actúan como una reserva de nutrientes y energía para la biota del suelo, favoreciendo el desarrollo de una comunidad microbiana diversa y activa. Además, la M.O. influye en las propiedades físicas del suelo, mejorando su estructura y capacidad de retención de agua y nutrientes (Pascual & Venegas, 2014; Vásquez, 2008).

4.1.2.3 Nitrógeno disponible. Los resultados del análisis de nitrógeno disponible muestran que el suelo, antes de la aplicación de los bioabonos, presentaba una deficiencia de este nutriente (14.44 kg/ha/año). Tras la incorporación de los bioabonos, se observa un aumento considerable en la disponibilidad de nitrógeno, especialmente en los tratamientos T04 y T03, que tienen valores de 65.6 kg/ha/año y 59.42 kg/ha/año, respectivamente.

Esta mejora se atribuye a la liberación gradual de nitrógeno orgánico proveniente de los bioabonos, que se mineraliza y se hace disponible para las plantas (Delgado et al., 1999). El tratamiento T02, por su parte, mostró un aumento menor, lo que sugiere diferencias en la calidad y cantidad de materia orgánica aportadas por cada bioabono. La materia orgánica es la principal reserva de nitrógeno en el suelo y su mineralización está influenciada por factores como la temperatura, humedad y actividad microbiana (Fertilab, 2001).

Figura 13

Nitrógeno total del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos



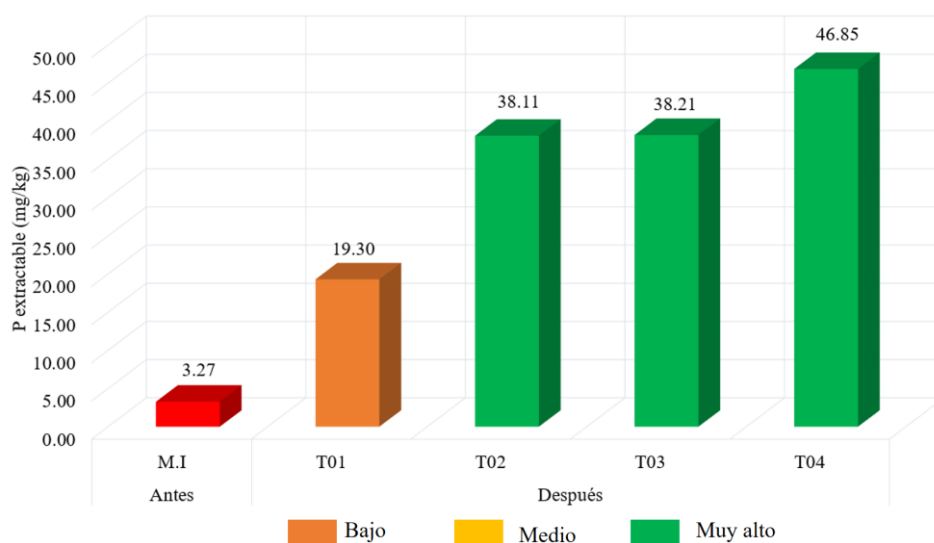
Nota: T01, T02, T03 y T04 son los tratamientos; MI es la muestra inicial

El nitrógeno disponible en el suelo ($N-NO_3^- + N-NH_4^+$) es la forma en que las plantas absorben este nutriente esencial. Sin embargo, su concentración es altamente variable en el tiempo y el espacio, fluctuando desde niveles muy bajos hasta valores superiores a 100 kg/ha (Mogollón et al., 1997). La aplicación de bioabonos representa una estrategia para incrementar y estabilizar las reservas de nitrógeno disponible en el suelo. Al incorporar materia orgánica de lenta descomposición, los bioabonos favorecen la mineralización gradual de nitrógeno, garantizando un suministro continuo para las plantas en los ciclos productivos posteriores (Celaya & Castellanos, 2011; Salinas et al., 2012).

4.1.2.4 Fósforo extractable. Los resultados del análisis de fósforo extraíble muestran un aumento en todos los tratamientos luego de la aplicación de bioabonos (Figura 14). El tratamiento T04, correspondiente al bokashi, presenta el valor más alto de fósforo (46.85 mg/kg), seguido de cerca por los tratamientos T03 (38.21 mg/kg) y T02 (38.11 mg/kg). Estos resultados sugieren que el tipo de bioabono influye en la disponibilidad de fósforo en el suelo.

Figura 14

Fósforo total del suelo según su clasificación antes y después de la aplicación de los bioabonos



Nota: T01, T02, T03 y T04 son los tratamientos; MI es la muestra inicial

El aumento de la materia orgánica, producto de la incorporación de bioabonos, estimula la actividad microbiana en el suelo, lo que a su vez favorece la mineralización del fósforo orgánico y su disponibilidad para las plantas (Vivas et al., 2006). Este proceso, influenciado por factores ambientales como la temperatura y la humedad, se ve potenciado por la dosis de bioabono aplicada, según los hallazgos de (Rivera et al. (1999). En este sentido, nuestros resultados corroboran la capacidad de los bioabonos para mejorar la fertilidad del suelo y promover un crecimiento vegetal más vigoroso y saludable.

La aplicación de bioabonos contribuye a mitigar las pérdidas de fósforo en el suelo, las cuales ocurren principalmente por la absorción de las plantas, la actividad microbiana y los procesos de fijación en los coloides del suelo (Cabos et al., 2019). Al incrementar el contenido de materia orgánica, los bioabonos favorecen la formación de complejos organominerales que retienen el fósforo, reduciendo su lixiviación y aumentando su disponibilidad para las plantas a largo plazo. Además, el fósforo extractable es un indicador directo de la fertilidad del suelo y de su capacidad para satisfacer las demandas nutricionales de los cultivos (Rojas, 2010).

La incorporación de bioabonos al suelo representa una práctica agrícola sostenible que promueve la salud de los ecosistemas edáficos. Estudios como los de Orozco & Muñoz (2012) han demostrado de manera consistente que estos insumos orgánicos incrementan el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y otros nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal. Al enriquecer el suelo, los bioabonos estimulan la actividad microbiana, favoreciendo la formación de estructuras estables que mejoran la retención de agua y nutrientes (Ramírez et al., 2021). Además, contribuyen a neutralizar la acidez del suelo, optimizando las condiciones para el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes (Demir, 2019).

4.1.3 Propiedades biológicas del suelo luego de haberse aplicado el vermicompost, biol y bokashi en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*.

Las principales especies de flora y fauna edáfica que se pudo caracterizar en esta investigación después de la aplicación de los bioabonos, son tal como se muestran en el anexo 14.

4.1.3.1 Fauna edáfica. La evaluación de la fauna edáfica antes y después de la aplicación de los bioabonos, revela un incremento notable en la riqueza de especies, especialmente en los tratamientos T03 y T04, que presentan 84 y 73 unidades, respectivamente (Tabla 13). Los grupos taxonómicos más abundantes son los himenópteros, haplotaxidos (anélidos), lepidópteros y dípteros. Sin embargo, los himenópteros y los anélidos muestran una mayor dominancia en la comunidad edáfica. Estos resultados indican que la aplicación de los bioabonos favorece el desarrollo de una comunidad edáfica más diversa y compleja, lo que, a su vez, contribuye a mejorar la dinámica del suelo.

Tabla 13

Abundancia encontrada de fauna edáfica antes y después del abonamiento

Especie	M.I	T01	T02	T03	T04	Abundancia
<i>Amarynthis meneria</i>	1	2	4	7	6	20
<i>Panoquina ocola</i>	1	2	3	6	5	17
<i>Anaetia amathea</i>	1	2	4	8	4	19
<i>Hylephila phyleus</i>	1	1	3	6	5	16
<i>Somatia</i>	0	1	3	7	5	16
<i>Pseudoxya diminuta</i>	1	2	2	6	4	15

<i>Katydid mantids</i>	1	2	3	5	4	15
<i>Hibana incursa</i>	1	2	3	4	5	15
<i>Scathophaga stercoraria</i>	3	2	4	5	5	19
<i>Dichelops melacanthus</i>	2	3	4	6	6	21
<i>Lumbricidae</i>	2	3	5	6	7	23
<i>Popillia japonica</i>	1	2	3	6	5	17
<i>Atta sexdens</i>	2	4	6	12	12	36
Total	17	28	47	84	73	249

Los resultados del índice de Shannon-Wiener, presentados en la Tabla 14, revelan un incremento en la diversidad de la fauna edáfica en los tratamientos T02, T03 y T04 en comparación con las muestras iniciales. Este aumento se evidencia en un incremento del 5.25% en el valor del índice para ambos tratamientos, alcanzando un valor de 2.528. Estos resultados indican que la aplicación de los bioabonos ha favorecido la creación de un ambiente edáfico más diverso y complejo, lo cual es un indicador positivo de la salud del suelo (Lagos et al., 2020).

Tabla 14

Índice de Shannon Wiener de la fauna edáfica

	Shannon_H	Simpson_1	Taxa_S	Individuos
M.I	2.395	0.8997	13	17
T01	2.503	0.9133	13	28
T02	2.528	0.9172	13	47
T03	2.528	0.9167	13	84
T04	2.512	0.9131	13	73

Los resultados de este estudio revelan el papel fundamental de la fauna edáfica como motor de los ecosistemas terrestres (Pessoa et al., 2021). La aplicación de bioabonos ha demostrado ser una estrategia efectiva para enriquecer y diversificar estas comunidades, especialmente en los tratamientos T03 y T04. La dominancia de himenópteros y anélidos evidencia la importancia de estos grupos funcionales en la descomposición de materia orgánica, la regulación de poblaciones y la formación de estructuras del suelo (Bozzato et al., 2022). En particular, las lombrices de tierra, al actuar como ingenieros ecosistémicos, mejoran significativamente la calidad del suelo, como lo demuestran numerosos estudios, entre ellos los de Cabrera (2012) y Matos et al. (2022).

Asimismo, el presente estudio demuestra que la aplicación de vermicompost (T03) ha tenido un efecto positivo y significativo en la biodiversidad de la fauna edáfica, evidenciado por el aumento del índice de Shannon-Wiener. Este incremento indica que el vermicompost ha creado un ambiente edáfico más favorable para el desarrollo de una comunidad de organismos más diversa y compleja (Pessotto et al., 2020). Estos hallazgos corroboran investigaciones previas, como las de Pastor et al. (2016), que han demostrado la capacidad del vermicompost para estimular la actividad biológica del suelo.

4.1.3.2 Vegetación. Los resultados demuestran que la aplicación de los bioabonos, particularmente en los tratamientos T03 y T04, promueven un crecimiento significativo de la vegetación espontánea. A diferencia de las muestras iniciales, donde se registran solo 5 unidades de especies vegetales, los tratamientos T03 (31 unidades) y T04 (26 unidades) muestran un aumento considerable en la diversidad de especies, incluyendo gramíneas, leguminosas y estructuras fúngicas (Tabla 15). Estos hallazgos sugieren que los bioabonos pueden estimular el desarrollo de la vegetación, lo cual puede tener implicaciones positivas para la recuperación de suelos degradados y la promoción de la biodiversidad (Silva et al., 2024).

Tabla 15

Abundancia encontrada de vegetación a la incorporación de los bioabonos

	Vegetación					
<i>Psathyrella candolleana</i>	2	3	5	11	10	31
<i>Eleusine indica</i>	3	5	8	12	10	38
<i>Cenchrus purpureus</i>	0	3	5	8	6	22
<i>Total</i>	5	11	18	31	26	91

Los resultados del índice de Shannon-Wiener, presentados en la Tabla 16, evidencian un incremento en la diversidad de la vegetación en los tratamientos T02, T03 y T04 en comparación con la muestra inicial. Sin embargo, a pesar de este aumento, los valores obtenidos (con un máximo de 1.085) indican una diversidad de especies relativamente baja.

Tabla 16*Índice de Shannon Wiener de la vegetación*

	Shannon_H	Simpson_1	Taxa_S	Individuos
M.I	0.673	0.48	3	5
T01	1.067	0.6446	3	11
T02	1.072	0.6481	3	18
T03	1.085	0.6576	3	31
T04	1.073	0.6509	3	26

Los resultados del índice de Shannon-Wiener, aunque no alcanzaron los valores esperados, revelan una tendencia positiva hacia una mayor diversidad de especies en los tratamientos con bioabonos (Serrano et al., 2022). La presencia de especies pioneras como leguminosas y gramíneas sugiere que los bioabonos están promoviendo la sucesión ecológica y creando las condiciones necesarias para el establecimiento de una comunidad vegetal más compleja a largo plazo (Sanabria, 2015). Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar los bioabonos como una herramienta fundamental para la restauración de ecosistemas degradados y la transición hacia sistemas agrícolas más sostenibles (Orellana et al., 2023).

Aunque los resultados de vegetación no fueron los esperados a corto plazo, la aplicación de bioabonos ha demostrado tener un impacto positivo en la calidad del suelo (Cardona et al., 2022). Al mejorar la estructura del suelo y aumentar la disponibilidad de nutrientes, los bioabonos crean las condiciones ideales para el desarrollo de un ecosistema suelo-planta más saludable y productivo (Robles et al., 2023). Estudios previos han demostrado la estrecha relación entre la macrofauna edáfica y la productividad del ecosistema, lo que sugiere que la aplicación sostenida de bioabonos puede contribuir a un aumento en la biodiversidad del suelo y, en consecuencia, a una mayor productividad a largo plazo (Ley et al., 2024).

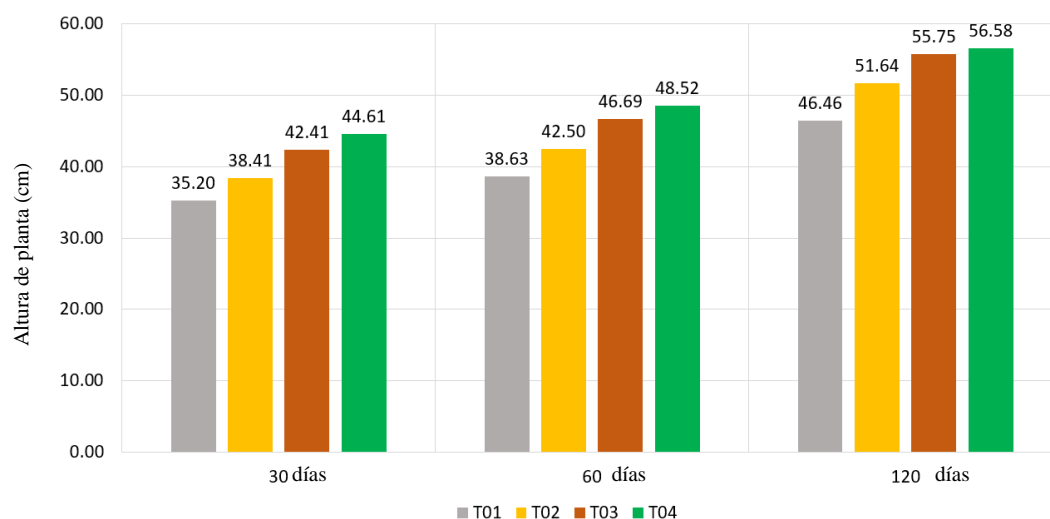
4.1.4 Altura y número de hojas de las plantas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus* luego del abonamiento.

4.1.4.1 Altura de planta

4.1.4.1.1 *Artocarpus heterophyllus*. En la Figura 15 se muestra el promedio de altura de planta a los 30 días, 60 días y 120 días después de la incorporación de los bioabonos en el jackfruit, en donde el T04 registra el mayor promedio con alturas de $\bar{x} = 44.61$ cm, $\bar{x} = 48.52$ cm y $\bar{x} = 56.58$ cm respectivamente, seguido del T03. Por otra parte, el menor promedio de altura se tiene con el testigo, el cual registra alturas menores de 36 cm, 39 cm y 47 cm en comparación a las alturas promedios del T02, T03 y T04.

Figura 15

Promedio de altura de planta del Artocarpus heterophyllus a los 30, 60 y 90 días según tratamiento



De acuerdo al análisis de varianza de la altura de planta del *Artocarpus heterophyllus* (Tabla 17), indica que los tratamientos con los bioabonos tienen efectos estadísticamente significativos ($P < 0.05$), lo que significa que los bioabonos si influyeron en la característica biométrica de altura de planta del jackfruit durante los 30, 60 y 120 días después de haberse realizado el abonamiento.

Tabla 17

Análisis de Varianza de altura de planta del Artocarpus heterophyllus a los 30, 60 y 90 días según tratamiento

Origen	30 días		60 días		120 días	
	Sc	P - valor	Sc	P - valor	Sc	P - valor
T	1261.19	< 0.05	1407.49	< 0.05	1544.07	< 0.05
Error	2285.96		2416.87		2567.42	
Total	3547.15		3824.37		4111.49	

CV: 12.41 (30 días), 11.63 (60 días), 10.04 (120 días) gl:3

La prueba de significación de Tukey de los 30 días, 60 días y 120 días después de haberse aplicado los bioabonos en las plantas de jackfruit confirma los resultados del Análisis de varianza, donde los T04 - T03 son iguales estadísticamente ($p > 0.05$), así como el T01 - T02 a los 60 y 90 días ($p > 0.05$). Asimismo, el T01 - T02 con el T03 - T04 mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) tal como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18

Prueba de significación de Tukey de la altura de planta del Artocarpus heterophyllus a los 30, 60 y 90 días según tratamiento

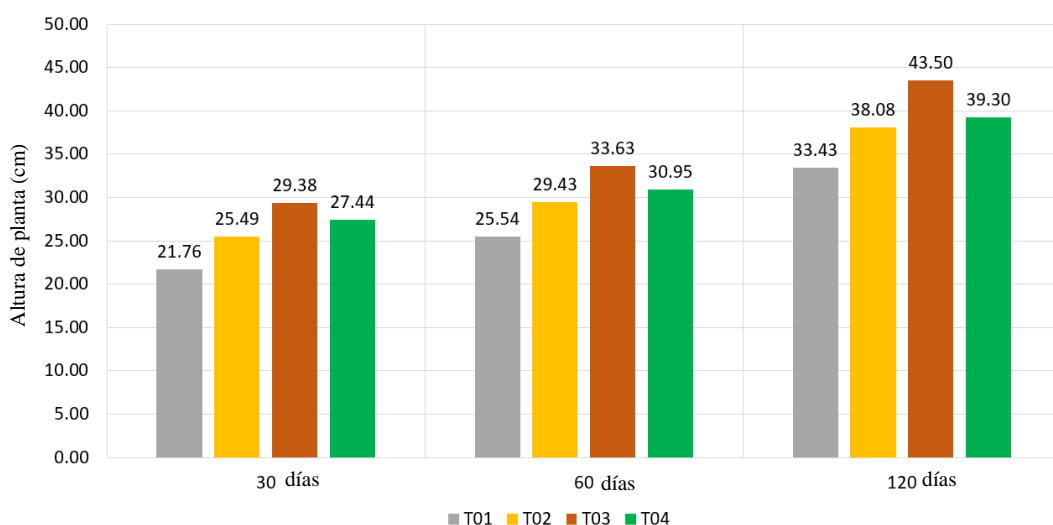
Tratamiento	30 días		60 días		120 días	
	Promedio		Promedio		Promedio	
T01	35.20	A	38.63	A	46.46	A
T02	38.41	A	42.50	A	51.64	B
T03	42.41	B	46.69	B	55.75	C
T04	44.61	B	48.52	B	56.58	C

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

4.1.4.1.2 Swietenia macrophylla. En la Figura 16 se muestra el promedio de altura de planta a los 30 días, 60 días y 120 días después de la incorporación de los bioabonos en la caoba, en donde el T03 registra el mayor promedio con alturas de $\bar{x} = 29.38$ cm, $\bar{x} = 33.63$ cm y $\bar{x} = 43.50$ cm respectivamente, seguido de este tratamiento el T04 registra alturas de $\bar{x} = 27.44$ cm, $\bar{x} = 33.63$ cm y $\bar{x} = 43.50$ cm. Por otra parte, el menor promedio de altura se registra con el testigo, el cual tiene alturas menores de $\bar{x} = 22$ cm, $\bar{x} = 26$ cm y $\bar{x} = 34$ cm en comparación a las alturas promedios del T02, T03 y T04.

Figura 16

Promedio de altura de planta del Swietenia macrophylla a los 30, 60 y 90 días según tratamiento



El análisis de varianza de la altura del *Swietenia macrophylla* (Tabla 19), indica que los tratamientos con los bioabonos tienen efectos estadísticamente significativos ($P < 0.05$), lo que significa que los bioabonos sí influyeron en la característica biométrica de altura de planta de la caoba durante los 30, 60 y 120 días después de haberse realizado el abonamiento.

Tabla 19

Análisis de Varianza de altura de planta del Swietenia macrophylla a los 30, 60 y 90 días según tratamiento

	30 días		60 días		120 días	
Origen	Sc	P - valor	Sc	P - valor	Sc	P - valor
T	761.55	< 0.05	821.20	< 0.05	1234.89	< 0.05
Error	2083.05		2115.18		2075.80	
Total	2844.60		2936.37		3310.68	

CV: 18.29 (30 días), 16.04 (60 días), 12.31 (120 días) gl:3

La prueba de significación de Tukey a los 30 días, 60 días y 120 días después de haberse aplicado los bioabonos en las plantas de caoba (Tabla 20) confirma los resultados del Análisis de varianza, donde a los 30 y 90 días el T04 - T03 son iguales estadísticamente ($p > 0.05$), pero a los 120 días estos difieren ($p < 0.05$). Por otra parte, los T02 – T03 no muestran diferencia significativa a comparación del T01 – T04.

Tabla 20

Prueba de significación de Tukey de la altura de planta del Swietenia macrophylla a los 30, 60 y 90 días según tratamiento

Días	30 días		60 días		120 días	
Tratamiento	Medias		Medias		Medias	
T01	21.76	A	25.54	A	33.43	A
T02	25.49	B	29.43	B	38.08	B
T03	27.44	B C	30.95	B C	39.30	B
T04	29.38	C	33.63	C	43.50	C

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

Los resultados presentados en las figuras 15 y 16 revelan que los tratamientos con vermicompost (T03) y bokashi (T04) indujeron un incremento significativo en la altura de plántulas de *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit) y *Swietenia macrophylla* (caoba) en comparación con el testigo. Este hallazgo se encuentra respaldado por el análisis de varianza, el cual indica diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Estos resultados se corroboran con la investigación de Bustinza (2018), quien después de realizar el abonamiento foliar con biol (B1) y algas marinas (A1) obtuvo diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), lo que significa que los dos bioabonos aplicados influyeron en la altura de planta del *Avena sativa L* de manera diferente, siendo el A1 el que obtuvo mejor resultado.

Wong & Jiménez (2018) menciona que los efectos de los bioabonos en el desarrollo vegetativo de las plantas y en el suelo defieren debido a la dosis que se aplica, así como también los residuos orgánicos que se utilizan para la preparación de los bioabonos. Lo mencionado se evidencia en el trabajo de investigación de Padilla (2018) donde después de los tres meses de abonamiento el T1 (30 % de biol) reportó mejores resultados en la altura de planta del *Avicennia germinans* a diferencia del T2 (50 % de biol) y T3 (Kristalon 2.5 g/l).

Lo mencionado por Wong también es validado por Villegas (2017), donde en su evaluación del compost a base de diferentes tipos de estiércoles en plantones de *Swietenia macrophylla*, obtuvo los mayores valores de altura de planta (35.60 cm) con el T9, el cual fue preparado a base de residuos orgánicos, gallinaza, cuyaza y organismos eficientes (ME).

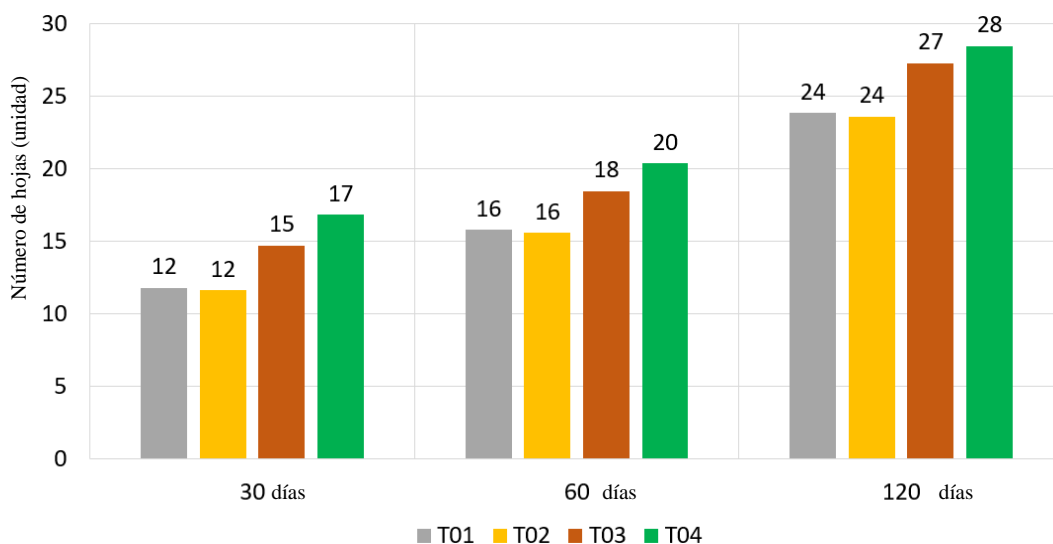
El efecto del bokashi en las plantas de jackfruit también se puede denotar en la investigación de Escalante (2011), quien registró la mejor altura de planta (22.03 cm) con el tratamiento con bokashi, cuyo mostró superioridad seguido del tratamiento con humus de lombriz. Los efectos de los bioabonos en el suelo favorecen la fertilidad y la nutrición de las plantas, motivo por el cual existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el testigo (Díaz et al., 2022).

4.1.4.2 Número de hojas

4.1.4.2.1 *Artocarpus heterophyllus*. A los 30, 60 y 120 días después de la incorporación de los bioabonos en el jackfruit (figura 17), el mayor promedio de hojas se registra con el T04, el cual alcanza un promedio de número de hojas de $\bar{x} = 17$, $\bar{x} = 20$ y $\bar{x} = 28$ respectivamente. Seguido de este tratamiento, el T03 registra promedios de $\bar{x} = 15$, $\bar{x} = 18$ y $\bar{x} = 27$. Por otra parte, el menor promedio se tiene con el T01 y T02, los cuales registran un promedio de $\bar{x} = 12$, $\bar{x} = 16$ y $\bar{x} = 24$ hojas.

Figura 17

Promedio de número de hojas del Artocarpus heterophyllus a los 30, 60 y 90 días según tratamiento



El análisis de varianza del número de hojas del *Artocarpus heterophyllus* (Tabla 21), indica que los tratamientos con los bioabonos tienen efectos estadísticamente significativos ($P < 0.05$), lo que significa que los bioabonos sí influyeron en la característica biométrica de número de hojas del jackfruit durante los 30, 60 y 120 días después de haberse realizado el abonamiento.

Tabla 21

Análisis de Varianza del número de hojas del Artocarpus heterophyllus a los 30, 60 y 90 días según tratamiento

Días	30 días		60 días		120 días	
Origen	Sc	P - valor	Sc	P - valor	Sc	P - valor
T	450.61	< 0.05	378.36	< 0.05	433.75	< 0.05
Error	1037.88		1005.38		1034.08	
Total	1488.49		1383.74		1467.83	

CV: 24.45 (30 días), 18.83 (60 días), 13 (120 días) gl:3

La prueba de significación de Tukey de los 30 días, 60 días y 120 días después de haberse aplicado los bioabonos en las plantas de jackfruit confirma los resultados del Análisis de varianza, donde los T04 - T03 son iguales estadísticamente ($p > 0.05$), así como el T01 - T02. Asimismo, el T01 - T02 con el T03 - T04 mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$), tal como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22

Prueba de significación de Tukey del número de hojas del Artocarpus heterophyllus a los 30, 60 y 90 días según tratamiento

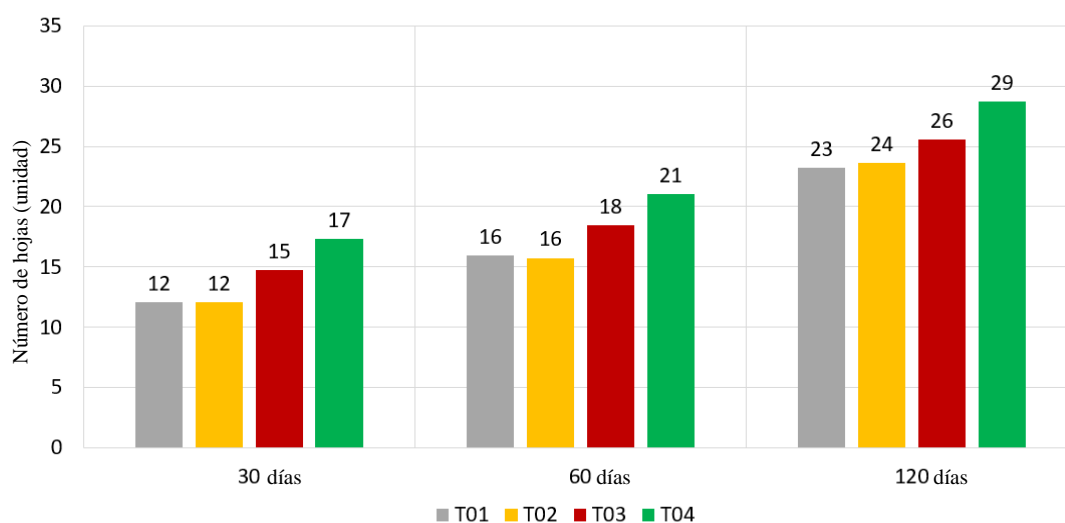
Días	30 días		60 días		120 días	
Tratamiento	Medias		Medias		Medias	
T01	11.63	A	15.58	A	23.58	A
T02	11.79	A	15.79	A	23.83	A
T03	14.71	B	18.46	B	27.29	B
T04	16.83	B	20.38	B	28.46	B

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

4.1.4.2.2 *Swietenia macrophylla*. A los 30, 60 y 120 días después de la incorporación de los bioabonos en la caoba (figura 18), el mayor promedio de hojas se registra con el T04, el cual alcanza un promedio de número de hojas de $\bar{x} = 17$, $\bar{x} = 21$ y $\bar{x} = 29$ respectivamente. Seguido de este tratamiento, el T03 registra promedios de 15, 18 y 26. Por otra parte, el menor promedio se tiene con el T01 y T02, los cuales registran un promedio de $\bar{x} = 12$ y $\bar{x} = 16$ hojas.

Figura 18

*Promedio de número de hojas del *Swietenia macrophylla* a los 30, 60 y 90 días según tratamiento*



El análisis de varianza del número de hojas del *Swietenia macrophylla* (Tabla 23), indica que los tratamientos con los bioabonos tienen efectos estadísticamente significativos ($p < 0.05$), lo que significa que los bioabonos sí influyeron en la característica biométrica del número de hojas de la caoba durante los 30, 60 y 120 días después de haberse realizado el abonamiento.

Tabla 23

*Análisis de Varianza del número de hojas del *Swietenia macrophylla* a los 30, 60 y 90 días según tratamiento*

Días	30 días		60 días		120 días	
	Sc	P - valor	Sc	P - valor	Sc	P - valor
T	453.58	0.0014	455.11	0.0010	456.61	0.0009
Error	2468.25		2366.13		2355.63	
Total	2921.83		2821.24		2812.24	

CV: 36.89 (30 días), 28.49 (60 días), 20 (120 días) gl:3

La prueba de significación de Tukey a los 30 días, 60 días y 120 días después de haberse aplicado los bioabonos en las plantas de caoba confirma los resultados del Análisis de varianza, donde a los 30, 60 y 90 días el T04 - T03 son iguales estadísticamente ($p > 0.05$), así como también el T01 con el T02 y T03. Por otra parte, el T01 – T02 – T03 con el T01 muestran diferencia significativa ($p < 0.05$), tal como se observa en la tabla 24.

Tabla 24

Prueba de significación de Tukey del número de hojas del Swietenia macrophylla a los 30, 60 y 90 días según tratamiento

Días	30 días		60 días		120 días	
Tratamiento	Medias		Medias		Medias	
T01	12.04	A	15.75	A	23.21	A
T02	12.08	A	15.92	A	23.67	A
T03	14.75	A B	18.46	A B	25.58	A B
T04	17.29	B	21.08	B	28.75	B

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

Las figuras 17 y 18 indican que el T04 (tratamiento con bokashi) presenta mayor número de hojas en el jackfruit y la caoba a comparación del testigo, asimismo de acuerdo al análisis de varianza los tratamientos muestran diferencia estadística significativa. Estos resultados se pueden contrastar con la investigación de Falcon (2023), el cual después de los 60 días de evaluación de tres bioabonos en el *Swietenia macrophylla*, se puede observar alta diferencia significativa entre los tratamientos, donde destaca el T4 (Estaca media + gallinaza) con un promedio de 39 hojas, seguido del T5 (Estaca media + pollinaza) con 23 hojas.

Validando lo mencionado por Wong & Jiménez (2018), Huarcaya (2018) registró diferencia estadística significativa entre los tratamientos aplicados, donde el T1 preparado con excreta de 5 % vacuno más 5 % de ovino y 25 % de cuy presentó mayor promedio de número de hojas del *Swietenia macrophylla* a comparación de los otros tratamientos. Torres (2008) indica que los efectos de los bioabonos se deben también a los nutrientes que se liberan a medida del tiempo después del abonamiento. Ramírez et al. (2021) a los 8 días después de la incorporación de los bioabonos no obtuvo diferencia significativa a comparación de los 16 días y 24 días, en el cual el tratamiento con mayor número de hojas se registró con el tratamiento con ecoabonaza, seguido del bokashi.

Tanto para la altura de planta y número de hojas del jackfruit y la caoba se registró diferencia significativa entre los tratamientos, destacando el T04, Lo mencionado también se relaciona con la investigación de Martín (2023), quién encontró diferencias significativas entre el factor de variedad y el factor de los abonos orgánicos que se aplicaron en los cultivos de variedades de Tomate Cherry. Cuyo resultado discrepa con la investigación de Pentón et al. (2018) en donde evaluaron el efecto de gusanasa mezclado con humus de lombriz y fermentado sólido de microorganismos nativos sobre las especies de *Brachiaria hibrido cv. Yacae* y *Mucuna pruriens*, los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en los parámetros biométricos (número de semillas, hojas y raíces, así como la altura de tallo) de las especies. Pero si el bioabono aumentó positivamente los indicadores del suelo.

Del mismo modo, Bonifacio (2021) en su investigación “efecto de dos tipos de bioabonos sobre el crecimiento del *Inga feuilleel*” demostró que los abonos influenciaron mínimamente en la altura de la especie, y que el tratamiento con vermicompost fue el que tuvo mejor respuesta en los parámetros biométricos. Por otra parte Amaya (2021) realizó el estudio sobre el efecto de cuatro tipos de bioabonos en el rendimiento del *Solanum lycopersicum* en el distrito de Pichanaqui, donde registró que con el tratamiento de humus hubo mayor área foliar, así como mayor altura de planta, diámetro, número de frutos y peso de fruto a diferencia de los bioabono de guano de carnero, humus, compost y terrazur.

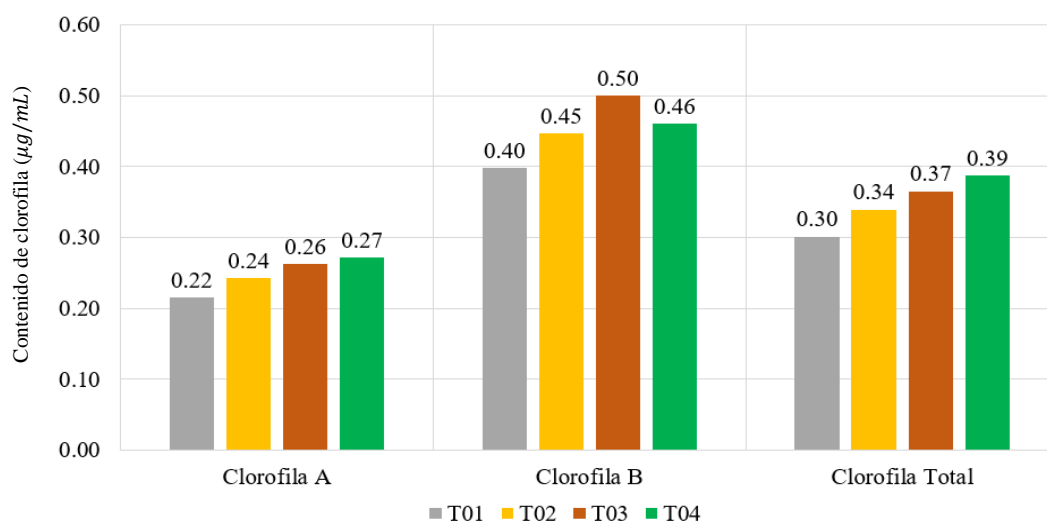
4.1.5 Análisis de Varianza del contenido de clorofila en ambas especies

4.1.5.1 *Artocarpus heterophyllus*. En la figura 19 se muestra el promedio de concentración de clorofila en las hojas del jackfruit después de los 5 meses del abonamiento, donde el T04 registra el mayor promedio de clorofila total (0.39 $\mu\text{g}/\text{mL}$) y clorofila A (0.27 $\mu\text{g}/\text{mL}$), a excepción de la clorofila B, en donde el mayor promedio de concentración se da con el T03. El T01 por su parte evidencia valores menores de clorofila A, clorofila B y clorofila total a diferencia de los valores que se obtienen con el T03 y T04.

Cabe mencionar que, en cada uno de los tratamientos, la clorofila B fue superior en contenido.

Figura 19

Promedio de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila Total en las hojas del jackfruit después de los 5 meses



El análisis de varianza del contenido de clorofila de las hojas del *Artocarpus heterophyllus* (Tabla 25), indica que los tratamientos con los bioabonos en la clorofila A y clorofila Total tienen efectos estadísticamente significativos ($P < 0.05$), lo que significa que los bioabonos sí influyeron en la concentración de la clorofila A y clorofila total después de haberse realizado el abonamiento, a excepción de la clorofila B en donde no se encuentra diferencia estadística ($p > 0.05$).

Tabla 25

Análisis de Varianza del contenido de clorofila del Artocarpus heterophyllus después de los 5 meses

Días	Clorofila A		Clorofila B		Clorofila Total	
Origen	Sc	P - valor	Sc	P - valor	Sc	P - valor
T	0.01	0.0027	0.02	0.3428	0.01	0.0113
Error	1.3 E-03		0.03		4.5 E-03	
Total	0.01		0.05		0.02	

CV: 5.11 (clorofila A), 14.45 (clorofila B), 6.79 (clorofila Total) gl:3

La prueba de significación de Tukey de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila total después de haberse aplicado los bioabonos en las plantas de jackfruit confirma los resultados del Análisis de varianza, donde los T02, T03 y T04 son iguales estadísticamente ($p > 0.05$), así como los T01 y T02. Por otra parte, el T01 – T02 con el T02 – T03 – T04 muestran diferencia significativa ($p < 0.05$), tal como se observa en la tabla 26.

Tabla 26

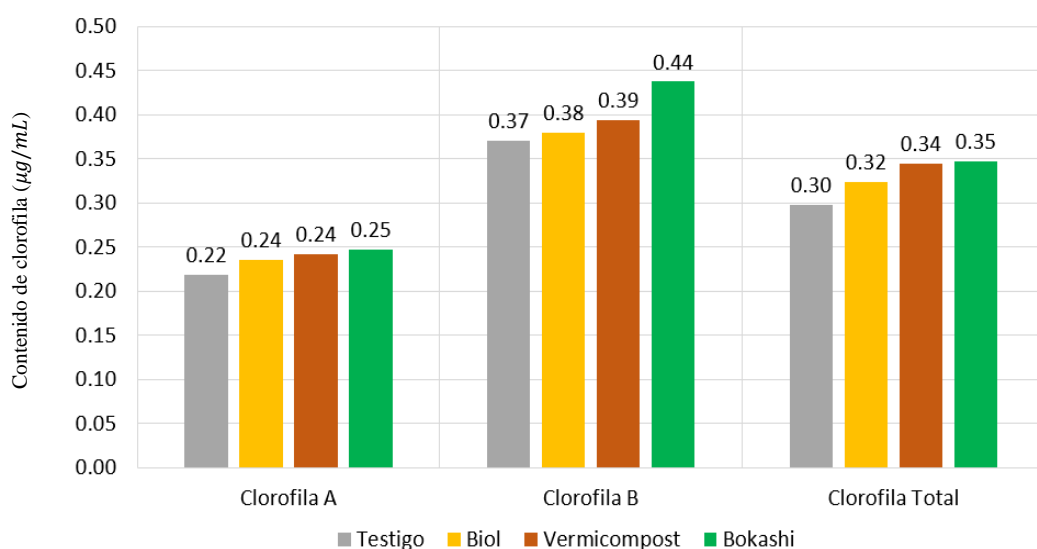
Prueba de significación de Tukey de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila Total de las hojas del Artocarpus heterophyllus después de los 5 meses

Días	Clorofila A		Clorofila B		Clorofila Total	
Tratamiento	Medias		Medias		Medias	
Testigo	0.22	A	0.40	A	0.30	A
Biol	0.24	A B	0.45	A	0.34	A B
Vermicompost	0.26	B	0.50	A	0.37	B
Bokashi	0.27	B	0.44	A	0.39	B

4.1.5.2 Swietenia macrophylla. En la figura 20 se muestra el promedio de concentración de clorofila en las hojas de la caoba después de los 5 meses del abonamiento, donde el T04 registra el mayor promedio de clorofila total ($0.39 \mu\text{g}/\text{mL}$), clorofila A ($0.27 \mu\text{g}/\text{mL}$) y clorofila B ($0.44 \mu\text{g}/\text{mL}$), seguido del T03 el cual tiene valores de concentración de $0.24 \mu\text{g}/\text{mL}$ (clorofila A), $0.39 \mu\text{g}/\text{mL}$ (clorofila B) y $0.34 \mu\text{g}/\text{mL}$ (clorofila Total). Por otra parte, el T01 evidencia valores menores de clorofila A, clorofila B y clorofila total a diferencia de los valores que se obtienen con el T03 y T04.

Figura 20

Promedio de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila Total en las hojas de la caoba después de los 5 meses



El análisis de varianza del contenido de clorofila de las hojas del *Swietenia macrophylla* (Tabla 27), indica que los tratamientos con los bioabonos en la clorofila A, clorofila B y clorofila Total no tienen efectos estadísticamente significativos ($p > 0.05$), lo que significa que los bioabonos no influyeron en la concentración de la clorofila después de haberse realizado el abonamiento.

Tabla 27

Análisis de Varianza del contenido de clorofila del Swietenia macrophylla después de los 5 meses

Días	Clorofila A		Clorofila B		Clorofila Total	
	Sc	P - valor	Sc	P - valor	Sc	P - valor
T	1.4 E-03	0.7732	0.02	0.7661	4.6 E-03	0.7098
Error	0.01		0.11		0.03	
Total	0.01		0.13		0.03	

CV: 5.11 (clorofila A), 14.45 (clorofila B), 6.79 (clorofila Total) gl:3

La prueba de significación de Tukey de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila total después de haberse aplicado los bioabonos en las plantas de caoba confirma los resultados del Análisis de varianza, donde los T01, T02, T03 y T04 son iguales estadísticamente ($p > 0.05$) tal como se observa en la tabla 28.

Tabla 28

Prueba de significación de Tukey de la concentración de clorofila A, clorofila B y clorofila Total de las hojas del Swietenia macrophylla después de los 5 meses

Días	Clorofila A		Clorofila B		Clorofila Total	
Tratamiento	Medias		Medias		Medias	
Testigo	0.22	A	0.47	A	0.30	A
Biol	0.24	A	0.49	A	0.32	A
Vermicompost	0.24	A	0.39	A	0.34	A
Bokashi	0.25	A	0.44	A	0.35	A

La prueba de Significación de Tukey indica que los resultados del Análisis de Varianza entre los tratamientos son iguales estadísticamente ($p > 0.05$). Estos resultados se pueden contrastar con la investigación de Alvarado (2020), donde se obtuvo que los resultados de contenido de clorofila no tuvieron diferencias significativas entre tratamientos. Solo se pudo evidenciar que el mayor contenido de clorofila del *Raphanus sativus* se registró con el fertilizante mineral, en cambio para el cultivo de *Lactuca sativa* L. var *Maravilla* los mayores valores se registraron en los tratamientos de fangos de depuradora y de purines de cerdo.

La variación de los resultados sobre el efecto que tuvo los bioabonos en las plantas de caoba y jackfruit se debe a causa del contenido de nitrógeno y otros nutrientes que reciben las plantas del suelo. Una investigación realizada por Mendoza et al. (2022), muestran que los niveles de clorofila aumentan paulatinamente a medida que los niveles de nitrógeno incrementan. Lo que significa que cada tipo de bioabono aporta al suelo diferentes cantidades de nutrientes y que estos al llegar al suelo son absorbidos de manera inorgánica por las raíces de las plantas, pero durante el proceso de asimilación, diversos factores ambientales y climáticos influyen en el contenido de nutrientes, lo que provoca diferencias entre una especie y otra en el desarrollo vegetativo del contenido de clorofila, altura de planta y número de hojas (Barrantes et al., 2018).

Asimismo, dentro de los resultados de esta investigación se obtuvo, que la mayor cantidad de clorofila en las hojas del jackfruit y de la caoba se tuvo en el tipo de clorofila B, esto respalda a la conclusión que llegó Troxler & Reardon (2018). El cual menciona que algunas plantas contienen diferencias significativas entre la clorofila “a” y la clorofila “b” debido a diversos factores externos (factores climáticos, nutrientes del suelo) e internos (envejecimiento de la planta). Asimismo este resultado es similar a lo que obtuvo Gonzáles et al. (2014), los cuales estudiaron la variación de la concentración de clorofila a, b y clorofila total en la especie de *Avicena germinans*. Los resultados que obtuvieron mostraron que los niveles de concentración de clorofila en el *Avicena germinans* mostró diferencias en las diferentes épocas del año, siendo el contenido de clorofila más bajos durante el verano y que niveles más altos se dieron durante el invierno, debido al aumento y disminución de la salinidad del suelo.

4.2 Prueba de hipótesis

4.2.1 Hipótesis 1

“Los tratamientos con los bioabonos incrementan los valores de las propiedades físicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*”

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis planteada, evidenciando que la aplicación de bioabonos (T03 y T04) induce mejoras en las propiedades físicas del suelo. El incremento en los porcentajes de porosidad y capacidad de campo, junto con la disminución de la densidad aparente, son indicadores de una mejor estructura del suelo en comparación con el testigo y la muestra inicial. Estos hallazgos sugieren que los bioabonos pueden ser una herramienta eficaz para mejorar la calidad de los suelos agrícolas.

4.2.2 Hipótesis 2

“Los tratamientos con los bioabonos incrementan los valores de las propiedades químicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*”

Los resultados obtenidos validan la hipótesis, demostrando que la aplicación de bioabonos mejoran las propiedades químicas del suelo. El incremento en el pH, el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo corroboran que los bioabonos enriquecen el suelo, optimizando su fertilidad y estructura.

4.2.3 Hipótesis 3

“Los tratamientos con los bioabonos incrementan los índices de las propiedades biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*”.

Los resultados obtenidos mediante el índice de Shannon-Wiener respaldan la hipótesis planteada, indicando un aumento en la diversidad tanto de la fauna edáfica (5.25%) como de la vegetación en los tratamientos con bioabonos (T02, T03 y T04), en comparación con las muestras iniciales. Aunque la diversidad de la vegetación sigue siendo relativamente baja (con un valor máximo de 1.085), este incremento sugiere que la aplicación de bioabonos favorece la creación de un entorno más diverso y complejo para el suelo.

4.2.4 Hipótesis 4

“Los tratamientos con los bioabonos influyen en el crecimiento de la altura y número de hojas de las plantas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus*”

H1: $TO1 \neq TO2 \neq TO3 \neq TO4$

H0: $TO1 = TO2 = TO3 = TO4$

Nivel de confianza 95%, $\alpha = 0.05$

Regla de decisión

$p\text{value} < \alpha$, se rechaza la **H0**, se acepta la H1

$p\text{value} > \alpha$, se rechaza la **H1**, se acepta la H2

Según el análisis de varianza con un nivel de significancia de 5% los tratamientos si influyeron significativamente ($p < 0.05$) en el crecimiento de la altura y número de hojas del jackfruit y de la caoba. En ese sentido se acepta la H1 y se rechaza la HO, lo que significa que los bioabonos si influyeron en los parámetros biométricos (altura de planta y número de hojas) después de haberse incorporado.

4.2.5 Hipótesis 5

“Los tratamientos con los bioabonos influyen en el contenido de clorofila de las hojas del *Swietenia macrophylla* y *Artocarpus heterophyllus* después de la aplicación de los bioabonos”

H1: $TO1 \neq TO2 \neq TO3 \neq TO4$

HO: $TO1 = TO2 = TO3 = TO4$

Nivel de confianza 95%, $\alpha = 0.05$

Regla de decisión

$p\text{value} < \alpha$, se rechaza la **H0**, se acepta la H1

$p\text{value} > \alpha$, se rechaza la **H1**, se acepta la H2

El análisis de varianza con un nivel de significancia de 5%, indica que los tratamientos no influyeron significativamente ($p > 0.05$) en el contenido de clorofila A, clorofila B y clorofila total de las hojas del jackfruit y de la caoba. En ese sentido se acepta la HO y se rechaza la H1, lo que significa que los bioabonos no influyeron sobre el contenido de clorofila después de haberse incorporado.

CONCLUSIONES

- En cuanto a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, el tratamiento T04 (bokashi) fue el que predominó, obteniendo los mejores resultados en comparación con los tratamientos T02 (biol) y T01 (testigo). Este tratamiento también tuvo un impacto positivo en los parámetros biométricos de altura de planta y número de hojas de las plantas de caoba (*Swietenia macrophylla*) y jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), siendo ambas especies fundamentales para la restauración de ecosistemas.
- Los resultados indican que la aplicación de bioabonos tiene un efecto positivo en las propiedades físicas del suelo. El tratamiento con bokashi (T04) presentó la menor densidad aparente (1.02 t/m³) y una mayor porosidad (57.14%), lo que mejora la estructura del suelo y facilita la humedad. Por su parte, el vermicompost (T03) mostró un notable aumento en la capacidad del suelo, alcanzando casi el 25%, lo que sugiere una mayor retención de agua y disponibilidad para las plantas. En conjunto, estos hallazgos demuestran que el uso de bioabonos, especialmente bokashi y vermicompost, mejora la estructura del suelo y su capacidad de almacenamiento de agua, favoreciendo así el crecimiento de las plantas.
- En base a los resultados se concluye que la aplicación de bioabonos mejora significativamente las propiedades químicas del suelo. Los tratamientos T02 (biol), T03 (vermicompost) y T04 (bokashi) aumentaron el pH del suelo, acercándose a la neutralidad, lo que favorece el crecimiento vegetal. Además, los bioabonos incrementaron el contenido de materia orgánica, especialmente en T03 y T04, mejorando la retención de agua y nutrientes. También se observó un aumento en la disponibilidad de nitrógeno y fósforo, siendo T04 y T03 los más efectivos en liberar estos nutrientes esenciales para las plantas.
- La aplicación de los bioabonos T03 (vermicompost) y T04 (bokashi) aumentó significativamente la diversidad de la fauna edáfica y la vegetación. Se observó una mayor riqueza de especies, especialmente en himenópteros y anélidos, lo que indica una comunidad edáfica más saludable. El índice de Shannon-Wiener también reflejó este aumento en la diversidad. Además, los bioabonos promovieron el crecimiento de la

vegetación espontánea, favoreciendo la recuperación de suelos degradados y la biodiversidad, aunque la diversidad vegetal sigue siendo relativamente baja.

- A los 30, 60 y 120 días después de la incorporación de los bioabonos, el tratamiento T04 (bokashi) mostró el mayor promedio en altura de planta y número de hojas tanto para el jackfruit como para la caoba, con promedios de 57 cm y 43 cm, y 29 hojas para ambas especies, respectivamente. El análisis de varianza (ANVA) indicó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en estos parámetros biométricos, lo que confirma que los bioabonos influyeron positivamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Las plantas de caoba y jackfruit después de los 5 meses de haber sido destinados al campo definitivo y ser abonados, no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el contenido de clorofila, por lo que se deduce que los bioabonos no influyeron en los valores de contenido de clorofila A, B y clorofila total de las hojas. Para las hojas de jackfruit el T04 alcanzó la mayor concentración de clorofila total ($33.06 \mu\text{g}/\text{mL}$), a diferencia de la caoba quién obtuvo mayor concentración de clorofila total ($36.54 \mu\text{g}/\text{mL}$) con el T03.

RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas investigaciones sobre la influencia que tienen los contaminantes producto de quema de los árboles en el contenido de clorofila de las hojas de las plantas de jackfruit y caoba.
- Realizar nuevas investigaciones sobre los efectos de los bioabonos en las propiedades físicas, química y biológicas en un mayor tiempo de investigación para evaluar la influencia de los bioabonos al pasar de los años sobre las propiedades del suelo.
- Realizar un estudio a mayor profundidad sobre la importancia de las especies de caoba y jack fruit para restauración de ecosistemas en áreas que han sido degradadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarmendano, A., Rouaux, J., & Salazar Martínez, A. (2018). Fauna edáfica asociada a cultivos hortícolas convencionales de tomate en La Plata (Buenos Aires, Argentina). *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 34(2448–8445), 1–12.
<https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412116>
- Abad, D. A., & García, W. N. C. (2020). Revisión y análisis comparativo de los niveles de degradación de suelos en cultivos de café - Moyobamba y Pichanaqui [Universidad Peruana Unión]. In *Repositorio de la Universidad Peruana Unión*.
https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3253/Dayana_Trabajo_Bachillerato_2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Acosta-lópez, F. D., Orantes-garcía, C., & Garrido-ramírez, E. (2011). Germinación y crecimiento de plántulas de caoba en condiciones de vivero. *Lacondia*, 5(1), 13–20.
[https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/1813/Lacandonia Año 5%2C vol. 5%2C núm. 1%2C junio de 2011 %28arrastrado%29 2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/1813/Lacandonia_Año_5%2C_vol._5%2C_núm._1%2C_junio_de_2011_%28arrastrado%29_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Acosta, Y., Cayama, J., Gómez, E., Reyes, N., Rojas, D., & García, H. (2006). Respiración microbiana y prueba de fitotoxicidad en el proceso de compostaje de una mezcla de residuos orgánicos. *Multiciencias*, 6(3), 220–227.
<https://www.redalyc.org/pdf/904/90460303.pdf>
- Adhikary, S. (2012). Vermicompost , the story of organic gold : A review. *Agricultural Sciences*, 3(7), 905–917. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=24396>
- Afanador, L. N. (2017). Biofertilizantes: conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia. *Ingeciencia*, 2(1), 65–76.
https://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingeciencia/article/view/2353/2177
- Aliga, D., & Garzón, B. (2014). Efecto De La Quema De Purmas Sobre La Calidad Del Suelo En El Distrito De Pichanaki - Chanchamayo [Universidad Nacional del Centro]. In *Repositorio de la Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado*.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3457#:~:text=S>
- Alvarado, A. (2020). Efecto de la incorporación de diferentes abonos orgánicos en el desarrollo y contenido en lípidos , azúcares y clorofilas en cultivos de hortalizas [Repositorio de la Universidad Politecnica de Catalunya Barcelonatech].
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/178013/memoria.pdf?sequence=1&is>

Allowed=y

Alvarez, J. (2021). Determinación de clorofila A como indicador de polución en los embalses de las hidroeléctricas Agoyán y Pisayambo por el método espectrofotométrico UV visible [Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32081>

Amaya, B. (2021). Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento y mancha foliar del cultivo de *Solanum lycopersicum* en Pichanaki [Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú].

<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7697?show=full>

Amaro, G. (25 de mayo de 2022). Crisis de los fertilizantes. Obtenido de AgroPerú:

<https://www.agroperu.pe/crisis-de-los-fertilizantes-la-agricultura-peruana-en-sus-dias-mas-criticos-opinion/>

Arvensisagro. (2021 de mayo de 2021). La economía circular y su importancia en los cultivos

II. Obtenido de Arvensis : <https://www.arvensis.com/es/la-economia-circular-y-su-importancia-en-los-cultivos-ii/>

Andrade, F. (2016). Los desafíos de la Agricultura (1 edición). International Plant Nutrition Institute. <http://fediap.com.ar/wp-content/uploads/2021/05/Los-desafios-de-la-Agricultura-Fernando-H.-Andrade.pdf>

Antúñez, Felmer, Vidal, & Morales. (2015). Propiedades físico -hídricas del suelo en el cultivo del maíz grano. *Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. No. 312, 1(1), 31–50. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7894>

Arguello, H. (1991). La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y microclimáticos. *Agronomía Colombiana*, 8(2), 384–388.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/33947>

Asensio, S., Moreno, H., & Blanquer, J. (2015). Técnicas de medida del espacio poroso del suelo. In *Universidad Politécnica de Valencia* (pp. 1–8).

[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16872/AD Medida espacio poroso.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16872/AD%20Medida%20espacio%20poroso.pdf?sequence=1)

Atarés, L. (2014). Determinación de la porosidad.

<https://riunet.upv.es/handle/10251/52102?show=full>

Avalos, C. (2009). El polémico uso de agroquímicos. *Ecología*, 10(1), 1–3.

<http://www.generacion.com/secciones/biodiversidad/pdfs/Generacion-Edicion-134-biodiversidad-876.pdf>

- Baeza, M. (2001). Aspectos ecológicos y técnicas de control del combustible en matorrales con alto riesgo de incendio, dominados por *Ulex Parviflorus* [Repositorio de la Universidad de Alicante]. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/3223>
- Barrantes, K., Ávila, C., Murillo, R., Solís, L., Porrás, R., & Herrera, P. (2018). Relación de la clorofila y el nitrógeno foliar de *Gmelina arborea* en vivero y en campo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46), 210–239.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322018000200209
- Barrionuevo, M., Flores, L., & Dussi, C. (2020). Prácticas Sustentables : Preparación de Bocashi. *Fruticultura*, 1(2683–9997), 15–19.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322018000200209
- Bejar, F. (2023). Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022 [Repositorio de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5765>
- Beltran, N., Barboza, E., Maicelo, J., Oliva, S., & Salas, R. (2019). Deforestation in the peruvian Amazon: Indexes of Land Cover/Land Use (LC/LU) changes based on GIS. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 2538(81), 1–34.
<https://doi.org/10.21138/bage.2538a>
- Bernal, G. (2010). El monocultivo, sus causas y sus efectos. *Agricultura y Técnicas*, 403–410.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/red/article/view/334530>
- Bertollo, M., & Renato, L. (2019). Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 25(3), 208–218.
<http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/113>
- Blanco, R. (2009). La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo. *Agrociencia*, 1986, 231–239.
<https://www.redalyc.org/pdf/302/30211225002.pdf>
- Bonifacio, L. (2021). Efecto de dos tipos de abonos orgánicos sobre las propiedades físicas, químicas en suelo degradado y su influencia en el crecimiento del Pacae en supte San

Jorge - Leoncio Prado, Huanuco -2019 -2020. *Facultad De Ciencias De La Salud Escuela Académico Profesional De Obstetricia, 1*, 72.

<http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3179;jsessionid=090B63699A4B6CE245AC57DD72001EA3>

- Bozzato, J. V., Figueiredo, J. P., & Brisolará, B. L. (2022). A dinamica da fauna edáfica no primeiro ano de estabelecimento em sistema de plantio direto em capao do leão rs. *XXV Enpos, 1*(1), 1–4.
- Buchelli, H. (2014). Producción de biofertilizante de bagazo de cebada, excretas de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica [Universidad Nacional Agraria la Molina]. In *Repositorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2335/F04-B919-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bustinza, J. (2018). Efecto de la aplicación de abonos foliares orgánicos a base de algas marinas y biol sobre el rendimiento de semillas de avena en el CIP Camacani - UNA Puno. Universidad Nacional del Antiplano.
- Cabanillas, F., Condori, E., & Llerena, L. (2019). Restauración de áreas degradadas por la extracción minera aurífera en Madre de Dios. In *World Wildlife Fund - WWF Peru* (p. 76). Centro de Innovación Científica Amazónica. https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/restauracion_mdd_1.pdf
- Cabos, J., Bardales, C. B., León, C. A., & Gil, L. A. (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa, 26*(3), 1165–1176. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26321>.
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador del estado de conservación/perturbación del suelo. *Pastos y Forrajes, 35*(4), 349–363. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000400001
- Cabrera, J., & Zuaznábar, R. (2010). Impacto sobre el ambiente del monocultivo de la caña de azúcar con el uso de la quema para la cosecha y la fertilización nitrogenada. *Cultivos Tropicales, 31*(1), 5–13. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100001
- Caicedo, E. (2022). Manejo agronómico del cultivo de Jackfruit [Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13375>

- Calviño, P., Echevarría, H., & Redolatti, M. (2000). Estratificación de fósforo en el suelo y diagnóstico de la fertilización fosfatada en trigo en siembra directa. *Congreso Argentino de La Ciencia Del Suelo, CVII(1)*, 10–13.
https://www.researchgate.net/publication/317646889_Estratificacion_de_las_formas_de_fosforo_en_Siembra_Directa_y_su_relacion_con_la_disponibilidad_para_los_cultivos
- Camas, D. J., & Mamani, M. S. (2022). Evaluación de la vegetación y saturación del suelo en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla mediante teledetección en Perú, 2006-2021. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 54–74.
<https://doi.org/10.15359/rca.56-1.3>
- Cardenas, C. (2016). Mineralización potencial de Nitrógeno de fertilizantes orgánicos compost, bokashi y biol provenientes de guano de gallina [Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fac266m/doc/fac266m.pdf>
- Cardona, J., Rico, R., Cusutio, L., & Rosas, A. (2022). Macrofauna edáfica en cultivo de maíz biofertilizados con lodos de cerdo. *Revista Fagropec*, 14(2539-178X), 41–55.
[https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.47847/fagropec.v14n1a3](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.47847/fagropec.v14n1a3) Artículo
- Caro, M. (1966). Suelos salinos y procesos de salinización en el Sureste español. *Universidad de Murcia*, 1(1), 61–126. [https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/4867/1/Suelos salinos y procesos de salinización en el Sureste español.pdf](https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/4867/1/Suelos_salinos_y_procesos_de_salinizaci%C3%B3n_en_el_Sureste_espa%C3%B1ol.pdf)
- Carranza, Alliotta, Domenech, A., & Paniagua, E. (1979). Determinación del nitrógeno (pp. 1(2) 55-58). Estudios económicos.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52292/j.estudecon.1949.1230>
- Carranza, O. C., & Moreto, O. S. (2020). Uso de plaguicidas Agrícolas y Contaminación De Suelos En El Distrito De Bellavista – Jaén [Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional de Jaén]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3072366>
- Castro, D. (2021). Macrofauna edáfica (Minambiente (ed.); Issue December). Instituto Amazónico de investigaciones científicas Sinchi.
<https://www.researchgate.net/publication/357406782>
- Cauas, D. (2012). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24762w/Definiciondelasvariables,enfoque_ytipodeinvestigacion.pdf
- Ceballos, S., Brambila, J., & Pérez, V. (2022). Urban solid waste and circular economy in

- Pachuca, Hidalgo, Mexico. *Multidisciplinary Scientific Journal*, 32(1), 1–16.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/au/v32/2007-9621-au-32-e3437.pdf>
- Cecidomyiidae, D., Gardner, E. M., Gagné, R. J., Kendra, P. E., Montgomery, W. S., Raguso, R. A., Mcneil, T. T., & Zerega, N. J. C. (2018). A flower in fruit ' s clothing : pollination of jackfruit (*artocarpus heterophyllus* , moraceae) by a new. *Revista Internacional de Ciencias Vegetales*, 179(5), 350–367. <https://doi.org/10.1086/697115>
- Celaya, M., & Castellanos, A. (2011). Nitrogen Mineralization on Arid and Semi-Arid Land Soil. *Terra Latinoamericana*, 29(3), 343–356.
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57321283013.pdf>
- Cerda, A. (2001). La erosión del suelo y sus tasas en España. *Ecosistemas*, 3(2001), 1–16.
<https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/268>
- Chinchilla, O., Corea, E., Meza, V., & Avila, C. (2021). Crecimiento , rendimiento y costos durante los primeros tres años de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) establecida en sistemas agroforestales King) established in agroforestry systems. *Revista Forestal Mesoamericana*, 18(42), 62–73. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v16i42.5540>
- Chirinos, Gonzáles, A., Buonocore, R., & Villareal, Á. (2014). Variación de la concentración de clorofila a , b , clorofila total y tasa de fotosíntesis en *Avicennia germinans* en el manglar de Punta de Palmas , municipio Miranda , estado Zulia. *Revista Investigaciones Científicas*, 5(1315–8694), 67–82.
http://www.unermb.edu.ve/investigacion/images/pdf/cel_02.pdf
- Chuquipoma, A. (2015). Fenología de la Especie forestal Caoba (pp. 1--2). Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/704>
- Cordero, J., & Boshier, D. (2003). Árboles de centroamerica (O. F. Institute (ed.)).
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9730>
- Cordone, G., & Martinez, F. (2004). El monocultivo de soja y el déficit de nitrógeno. *Informaciones Agronómicas*, 1(24), 1–4. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/19191ACBF445B32D8525799900609B6E/\\$FILE/Cordone-Monocultivo Soja.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/19191ACBF445B32D8525799900609B6E/$FILE/Cordone-Monocultivo%20Soja.pdf)
- Cotrina, V. R., Alejos, I. W., Cotrina, G. G., Córdova, P., & Cordova, I. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao , Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31–40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-

- Cremona, M., & Enriquez, A. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. *Core*, 5(73), 5–8.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/209253>
- Cruz, R., Fleitas, P., Santos, R., & Benamú, M. (2020). Caracterización y variabilidad estacional de la fauna edáfica para cuatro tipos de usos del suelo en el departamento de Rivera, Uruguay. *ResearchGate*, 1(May), 1–7.
<https://www.researchgate.net/publication/341201869%0ACaracterización>
- Cueto, J., Quiroga, H., & Becerra, C. (2003). Nitrógeno disponible y desarrollo del Ballico Anual. *Terra Larinoamericana*, 21(2), 285–295.
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57315595014.pdf>
- Daza, M., Hernández, F., & Alba, F. (2014). Efecto del Uso del Suelo en la Capacidad de Almacenamiento Hídrico en el Páramo de Sumapaz - Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 67(1), 7189–7200.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v67n1/v67n1a06.pdf>
- Delgado, Miralles, Bellido, Bigeriego, Bltran, & Calvo. (1999). Mineralización Del Nitrógeno Procedente De Residuos Orgánicos. In *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* (Vol. 15, Issue 1, pp. 19–25).
<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/32757>
- Demir, Z. (2019). Communications in Soil Science and Plant Analysis Effects of Vermicompost on Soil Physicochemical Properties and Lettuce (*Lactuca sativa* Var . Crispa) Yield in Greenhouse under Different Soil Water Regimes Effects of Vermicompost on Soil Physicochemical. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1654508>
- Deseo, C., Silva, S., Dansi, D., Rodrigues, V., & Fiorio, J. (2021). Protocolo para extracción de clorofila de plántulas de verduras. *Edifes Académico*, 1(1), 1–11.
<https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1729/PROTOCOLO PARA EXTRAÇÃO DE CLOROFILA DE MUDAS DE HORTALIÇAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, P., Hidalgo, E., Cabrejo, C., & Valdés, O. (2022). Respuesta del maíz (*Zea mays* L .) a la aplicación foliar de abonos orgánicos líquidos. *Agro*, 38(2), 144–153.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29393/CHJAA38-14RMPO40014>

- Dimas, J., Estrada, A., Rubin, E., & Valdez, R. (2001). Effect of Organic Fertilizers on Physical-Chemical Soil Properties and Corn Yield. *Sociedad Mexicana de La Ciencia Del Suelo, A.C.*, 19, 293–299. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>
- Docampo, R. (2018). La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola. *INIA*, 81–89. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1199/1/128221131113111309.pdf>
- Donald, G., & Lobo, D. (2015). Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo. *Scientific Paper*, 14, 37–48. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/view/982
- Elevitch, C. R., & Manner, H. I. (2006). *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit). *Pacific Island*, 1(April), 1–17. <https://www.growables.org/information/TropicalFruit/documents/Jackfruit.pdf>
- Ellies, A., Ramirez, C., & Mac, R. (1993). Cambios en la Porosidad de un suelo por efecto de su Uso. *Turrialba*, 43(1), 72–76. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9615/A0792e01-10.pdf?sequence=1>
- Ellis, E., Hernandez, I., & Romero, J. (2017). Los procesos y causas del cambio en la cobertura forestal de la Península Yucatán, México. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 26(1), 101–111. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54050575015.pdf>
- Escalante, P. (2011). Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plantones de dos variedades de café. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Espluga, J. (2001). Percepción del riesgo y uso de pesticidas en la agricultura. *Universidad Autonoma de Barcelona*, 22(1), 17–30. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/153471.pdf>
- FAO. (2 de junio de 2018). Perdida de carbono orgánico del suelo . Obtenido de Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/3/i6472s/i6472s.pdf>
- FAO. (05 de diciembre de 2022). Día Mundial del Suelo de 2022: la FAO publica el primer informe mundial sobre suelos negros. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/newsroom/detail/world-soil-day-2022-fao-global-report-black-soils/es>

- Falcao, M., Clement, C., Gomes, J., Santiago, F., & Freitas, V. (2001). Fenología e produtividade da Fruta Pao e da Jaca na amazonia cental. *Acta Amazónica*, 2(31), 179–191. <https://www.scielo.br/j/aa/a/QsskMJXNrMj76bRthbmY8ng/>
- Falcon, J. (2023). Efecto de tres abonos orgánicos en el prendimiento y enraizamiento de estacas de *Swietenia macrophylla* en Zungarocha, Iquitos 2020. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Feican, C. (2011). Manual de Producción de abonos orgánicos. In *Manual de Biol.* https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2396/1/MANUAL_89.pdf
- Fertilab. (2001). Nitrógeno disponible en el suelo (Issue 2, pp. 78–81). <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Nitrogeno-Disponible-En-El-Suelo.pdf>
- Fertilab. (2016). La Respiración como Indicador de la Salud del Suelo. *I*(1), 1–4. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/La-Respiracion-como-Indicador.pdf>
- Figueroa, Alvarez, Forero, Salamanca, & Pinzón. (2012). Determination of potentially mineralizable nitrogen and the rate of nitrogen mineralization in organic materials. *Temas Agrarios*, 17(1), 32–43. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/694>
- García, C. (15 de mayo de 2013). Abonado del olivo. Obtenido de Técnicas agrícolas: <https://www.tecnicoagricola.es/etiqueta/nutricion/>
- Galantini, J., Landriscini, M., & Hevia, C. (2005). Contenido y calidad de la Materia Organica particulada del suelo. *Aspresid*, 1(1850–0633), 36–40. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/25723>
- Ganchozo, G., & Solórzano, A. (2022). Captura de carbono como criterio para la conservación de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el campus politécnico de la ESPAM-MFL [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. In *Calceta: ESPAM MFL*. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1944>
- Gaviri. (2012). La ideología ciorofila (pp. 59–72). <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/79781>
- Gonzales, & Chávez. (2012). Porosidad del suelo en tres superficies típicas de la cuenca alta del río Nazas. *Ciencias Del Agua*, III(1), 21–32. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000100002

- González, L. (2013). Nitrógeno amoniacal , importancia de su determinación. *Revistas Académicas UTP*, 12–13. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/mente-y-materia/article/view/334>
- Goswami, C., & Chacrabati, R. (2016). Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). In *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00014-3>
- Grageda, O. A., Díaz, A., Peña, J. J., & Vera, J. A. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura Impact of biofertilizers in agriculture. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1261–1274. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600015
- Groos, M. D., & Hruby, R. (2021). La agricultura familiar, factor clave en el fortalecimiento de los proyectos turísticos de las comunidades Mbyá-Guaraní de la Selva Iryapú, Misiones. *Ayana. Revista de Investigación En Turismo*, 2(1), 017. <https://doi.org/10.24215/27186717e017>
- Guevara, S., Laborde, J., & Sánchez, G. (2014). La Deforestación. *ResearchGate*, 1(1), 85–108.
- Guida, B., Abraham, E., & Mariano, C. (2017). Salinización del suelo en tierras secas irrigadas : perspectivas de restauración en Cuyo, Argentina Soil salinization in irrigated drylands : prospects for restoration in. *Revista Uncuyo*, 49(1), 205–215. <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382852189019.pdf>
- Guzmán, J., & Guzmán, E. (2014). Estudio del Biol en Cuba. *ResearchGate*, 12, 2–18. https://www.researchgate.net/publication/326841755_Titulo_Produccion_de_biol_y_determinacion_de_sus_caracteristicas_fisico-quimicas
- Herrera, E. (2009). Efecto de aplicación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la papa, y su comportamiento en las propiedades físicas del suelo [Universidad Mayor de San Andres]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9702>
- Hossane, A. (2008). La densidad aparente y sus implicaciones agrícolas en el proceso expansión / contracción del suelo. *Terra Larinoamericana*, 26(3), 195–202. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57313050001.pdf>
- Huarcaya, F. (2018). Efecto de cuatro tipos de sustratos orgánicos en la producción de

- Swietenia macrophylla* King - Satipo. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- INAB. (2017). *Caoba* (Departamen). Instituto Nacional de Bosques Guatemala.
https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/SWIEMA.pdf
- Ingaramo, O. (2003). Indicadores físicos de la degradación del suelo [Repositorio de la Universidad de Coruña].
https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/1132/Ingaremo_OctavioEnrique_TD_2003_02de2.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- INIA. (2008). Producción y uso del biol. *Poyecto Perú: Conservación in Situ de Los Cultivos Nativos y Sus Parientes Silvestres, Serie N°2(1)*, 2–12.
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/115>
- Intagri. (2017). Fijación de Potasio en el Suelo (pp. 1–3).
<https://www.intagri.com/articulos/suelos/fijacion-de-potasio-en-el-suelo>
- Khan, A. U., Ema, I. J., Faruk, M. R., Tarapder, S. A., Khan, A. U., Noreen, S., & Adnan, M. (2021). Review on Importance of *Artocarpus heterophyllus* L. (Jackfruit). *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science*, 1(2), 106–116.
<https://doi.org/10.47352/jmans.v1i2.88>
- Lagos, T., Ballesteros, W., & Delgado, W. (2020). Diversidad de la edafofauna de suelos cafeteros del sur de Colombia Diversity of the edaphic fauna of soils cultivated with coffee in southern Colombia. *Revista Temas Agrarios*, 25(2), 117–128.
- Lajmanovich, R., Peltzer, P., Attademo, A., & Cabagna-, M. (2012). Los agroquímicos y su impacto en los anfibios : un dilema de difícil solución Agrochemicals and their impact on amphibians : A difficult dilemma to solve. *QuimicaViva*, 3(11), 184–198.
https://www.researchgate.net/publication/285762167_Los_agroquimicos_y_sus_impactos_en_los_anfibios_un_dilema_de_dificil_solucion
- Lara, E., Caso, L., & Aliphath, M. (2012). El sistema Milpa Roza, Tumba y Quema de los Maya Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximhai*, 8(2), 71–92.
https://www.researchgate.net/publication/284100297_El_sistema_milpa_roza_tumba_y_quema_de_los_maya_itza_de_San_Andres_y_San_Jose_Peten_Guatemala
- León, J. (2022). Perú importa 1.2 millones de toneladas de fertilizantes sintéticos al año. Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/peru-importa-1-2-millones-de-toneladas-de-fertilizantes-sint-26839>

- Ley, J. F., Torres, Y., Gutiérrez, Y., Sánchez, J. A., Méndez, C. M., De, G., Cabrera, C., & Blandariz, S. R. (2024). Caracterización de micorrizas arbusculares en tres formaciones vegetales secas de Punta Guanós, Matanzas, Cuba. *Acta Botánica Cubana*, 223(2519–7754), 1–10. <https://cu-id.com/2402/v223e07>
- Llomitoa, A., Chanaguano, B., Llomitoa, N., & Luna, R. (2020). Evaluación del efecto de diferentes soluciones nutritivas mediante la utilización de la ley del mínimo sobre el crecimiento en cebada (*hordeum vulgare* L.). *Nexo Agropecuario*, 8(1), 116–119. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/28672/29926>
- Lombardi, I., Garnica, C., Carranza, J., Ortiz, H., Gamarra, J., & Ponce, B. (2014). Evaluación de la recuperación de las poblaciones naturales de caoba y cedro en el Perú de caoba y cedro (pp. 3–72). [https://cites.org/sites/default/files/ndf_material/Assessment of regeneration of natural big-leaf mahogany%2C cedar populations Final report.pdf](https://cites.org/sites/default/files/ndf_material/Assessment_of_regeneration_of_natural_big-leaf_mahogany%2C_cedar_populations_Final_report.pdf)
- Love, K., & Paull, R. E. (2011). Jackfruit. *Fruits and Nuts*, 19(1), 1–7. <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/cde7a4f8-228a-4b62-8e3b-b474afc2b2b9>
- Lupi, A., Conti, M., Fernández, R., Cosentino, D., & Lopez, G. (2007). Efecto de las prácticas de repoblación forestal sobre el carbono orgánico del suelo y la estabilidad de los agregados en el noreste de Argentina. *INIA*, 16(3), 230–240. https://www.researchgate.net/publication/28251860_Efecto_de_las_practicas_de_repoblacion_forestal_sobre_el_carbono_organico_del_suelo_y_la_estabilidad_de_los_agregados_en_el_noreste_de_Argentina
- Macías, M., & Esquivel, H. (2020). Análisis de la semilla Yaca y su propuesta de aplicación en la culinaria [Repositorio de la Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49544>
- Maquilón, A. (2022). Caracterización físico química de los principales abonos orgánicos comerciales, utilizados en la zona de Babahoyo [Repositorio de la Universidad técnica de Babayo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11319>
- Marín, D. (2019). Impacto del uso de biofertilizantes a base de residuos orgánicos en los suelos. *ConCiencia Tecnológica*, ISSN-e 1405-5597, N.º. 58, 2019, Págs. 47-50, 58(1405–5597), 47–50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7253417>
- Martín, M. (2023). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de tres variedades de tomate cherry en el Ciesam - Tingua [Universidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5915?show=full>

- Martínez, E., Fuentes, J., & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista Suelo Nutrición*, 8(1), 68–96.
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000100006
- Martino, D. (2007). Deforestación en la Amazonía : principales factores de presión y perspectivas. *Revista Del Sur*, 169(1), 3–22.
https://www.rinconcete.com/files/Deforestacion_amazonia.pdf
- Mata, I., Rodríguez, M., López, J., & Vela, G. (2014). Dinámica de la salinidad en los suelos. *Revista Digital Del Departamento*, 1(5), 26–35.
https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_notas/LA_SALINIDAD_EN_LOS_SUELOS.pdf
- Matos, G., Arcocha, E., López, M. B., Garma, P., González, N., & Echevarria, E. (2022). Efecto de abonos verdes inoculados en las propiedades químicas de un luvisol férrico de Campeche , México. *Terra Larinoamericana*, 40, 1–9.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792022000100127
- Maza, S., Sosa, E. A., Rodríguez, A. D. A., Infante, F., & Castillo-Santiago, M. Á. (2023). Land Use Soil and Vegetation Dynamic in Landscapes Highly Modified By Agricultural Activities in Southern Mexico. *Botanical Sciences*, 101(2), 374–386.
<https://doi.org/10.17129/botsci.3148>
- Mendoza, R., Juarez, P., Ontiveros, R., Aliaga, I., Guillén, D., Villegas, O., & Chávez, A. (2022). Estimación De La Concentración De Clorofila, Mediante Mediciones Portátiles No Destructivas. *Bioagro*, 34(2), 151–162.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732018000200329
- Mijin, S., Ding, P., Saari, N., & Ramlee, S. I. (2021). Effects of pollination techniques and harvesting stage on the physico-chemical characteristics of jackfruit. *Scientia Horticulturae*, 285(March), 110199. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110199>
- Mizuno, I. (1981). Fosforo en suelos Argentinos. *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, 15(6), 5–15.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/29331/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Mogollón, J. P., GarcíaMiraya, J., Sánchez, L. F., Chacón, N., & Araujo, J. (1997). Nitrógeno potencialmente disponible en suelos de cafetales bajo diferentes árboles de sombra.

Agronomía Tropical, 47(1), 87–102.

https://www.researchgate.net/publication/271195210_NITROGENO_POTENCIALMENTE_DISPONIBLE_EN_SUELOS_DE_CAFETALES_BAJO_DIFERENTES_ARBOLES_DE_SOMBRA

Monar, R. (2020). Pesticidas agrícolas y su efecto en el suelo [Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8374>

Moncur, M. W. (1985). Floral Ontogeny of the Jackfruit, *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae). *CSIRO*, 33(1), 585–593.
https://www.researchgate.net/publication/324863270_Studies_on_The_Floral_Biology_of_Jackfruit_Artocarpus_heterophyllus_Lam

Monteza, M. (2019). Recuperación de suelos degradados utilizando bokashi tradicional y fosfatado en el Carmen, Chincha [Universidad Científica del Sur]. In *Universidad Científica del Sur -Facultad de Ciencias Ambientales*.
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/2959>

Mora. (2015). *Elaboración de Bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales* [Repositorio de la Universidad Tecnica Estatala de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/15a25977-7494-4936-9bb0-3f0bb54a436a>

Mora, J. (2006). Actividad microbiana: Un indicador integral calidad del suelo. *Dialnet*, 1(1), 1–6. <https://dialnet.unirioja.es/metricas/documentos/ARTREV/8177312>

Moreira, V. (2021). Alternativas constructivas para las edificaciones de viveros o invernaderos de hortalizas [Repositorio de la Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10258>

Moreno, K. (2021). Estudio de las propiedades nutricionales de la pulpa de yaca (*Artocarpus heterophyllus* lam) y su aplicación en la industria alimentaria [Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15515>

Morales, M., & Araya, M. (24 de febrero de 2017). Oniscídeos. Obtenido de Observacion del mundo animal:
https://wiki.ead.pucv.cl/Mar%C3%ADa_Ignacia_Morales/_Estudio_Chanchito_de_Tierra

- Moret, D., & López, M. (2012). Un método sencillo para la estimación de la porosidad de un agregado de suelo. *Estudios En La Zona No Saturada*, XII(1), 3–6.
https://digital.csic.es/bitstream/10261/136762/1/LopezMV_CapLibZNS15_2015.pdf
- Moya, F., & Farinango, A. (2020). Evaluación de propiedades físico-químicas en suelos agrícolas mediante abonos orgánicos en cultivo de papa [Repositorio de la Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10639>
- Munroe, G. (2013). Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture. 1–56.
<https://www.yumpu.com/en/document/view/11401511/manual-on-vermiculture-and-vermicomposting-centre-dagriculture->
- Murillo, Mendoza, & Fadul. (2019). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *La Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustrial*, 7(1), 58–68. <https://doi.org/10.23850/24220582.2503>
- Nicosia, S., Falco, L. B., Huerta, R. C., Sandler, R. V., & Coviella, C. E. (2020). Mesofauna community structure in two soils with different use intensity. *Ciencia Del Suelo*, 38(1), 72–80.
- Nieto, C. (2018). Residuos orgánicos en una economía circular [Universidad de América]. In *Tesis*. <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6726>
- Noni, D., & Trujillo, G. (2016). Degradación del suelo en el Ecuador. *ResearchGate*, 1(1), 383–394.
https://www.researchgate.net/publication/45111548_Degradacion_del_suelo_en_el_Ecuador_principales_causas_y_algunas_reflexiones_sobre_la_conservacion_de_este_recurso
- Novilo, I., Carrillo, M., Cargua, J., Nabel, V., Albán, K., & Morales, F. (2018). Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas Agrarios*, 23(0122–7610), 1–19.
[http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/218/218898007/html/index.html#:~:text=La porosidad total \(Pt\) representa,circular \(FAO%2C 2016\).](http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/218/218898007/html/index.html#:~:text=La porosidad total (Pt) representa,circular (FAO%2C 2016).)
- Oosterheld, M. (2008). Impacto de la agricultura sobre los ecosistemas. *Ecología Austral*, 18(1), 337–346.
https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/download/1380/745

- Orellana, W., Ochoa, D., & Eguigurems, J. (2023). Sucesiones de la vegetación con fines de restauración ecológica en la parte alta de la Microcuenca Chamalucuará, Siguatepeque, Comayagua, Honduras. *Revista Técnico - Científico de La Universidad Nacional de Ciencias Forestales*, 31(1), 9–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/tatascan.v31i1.15934>
- Orjuela, B. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117–124.
- Osorio. (2012a). PH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Mariners Mirror*, 4(1), 1–4. <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Osorio, N. (2012b). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral Del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1–4. <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Otiniano, A., Meneses, L., Blas, R., & Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia*, 24(1), 49–61. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009
- Ovalle, A., & Ormeño, M. (2015). Preparación y aplicación de abonos orgánicos. *ResearchGate*, 1(January 2007), 1–8. https://www.researchgate.net/publication/273321490_Preparacion_y_aplicacion_de_abonos_organicos
- Pacheco, L. (2015). Evaluación de las propiedades del suelo con la aplicación de dos biofertilizantes y cuatro niveles de abono orgánico en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) [Universidad mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5872/T-2101.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Padilla, K. (2018). Evaluación del crecimiento del mangle negro (*Avicennia germinans*) mediante biofertilizantes líquidos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Palomino, L., Vega, R., Lara, C., Gomero, L., & García, S. (2019). Evaluación de cinco residuos avícolas como fuentes de nitrógeno mineral disponible. *Idesia (Arica)*, 37(3), 121–129. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292019000300121>

- Panaifo, C., Ñique, M., & Levano, J. (2021). Calidad y uso sustentable del suelo en el Valle del Monzón Huánuco - Perú. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 3(5), 1–17. <http://www.difusioncientifica.info/index.php/difusioncientifica/article/view/28>
- Paparella, C., Pavesi, A., Feldman, R., & Bouvet, B. (2011). El efecto de los agroquímicos en la spermatogenesis. *Revista Habanera de Ciencias Medicas*, 10(2), 190–200. <https://www.redalyc.org/pdf/1804/180419369006.pdf>
- Pardo, J. D. (2022). Comparación de Técnicas de estimación del grado de salinidad en suelos de escasa vegetación mediante el procesamiento de imágenes multiespectrales de satélite. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10076>
- Pascual, R., & Venegas, S. (2014). La materia orgánica del suelo papel de los microorganismos. In *Ciencias Ambientales* (pp. 1–11). <http://www.ugr.es/~cjl/MO en suelos.pdf> <https://www.ugr.es/~cjl/MO en suelos.pdf>
- Pastor, J., Martínez, A., Maseda, C., Muños, B., Marquez, E., Lemus, L., Campos, Y., & Colmenares, M. (2015). Carbono orgánico como indicador del proceso de desertificación en suelos agrícolas al norte de Venezuela. *Suelos Ecuatoriales*, 45(1), 24–30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831448>
- Pentón, G., Martín, G. J., Milera, M. D. C., & Prieto, M. (2018). Efecto agroproductivo de la gusanasa como bioabono en dos especies forrajeras Agroproductive effect of silkworm rearing waste as biofertilizer in two forage species. *Scientific Paper*, 41(2), 114–122. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269158214005/>
- Peralta, C., Torrico, J. C., Vos, V. A., Galindo, M. G., & Contreras, C. (2015). Tasas de cambios de coberturas de suelo y deforestación (1986-2011) en el municipio de Riberalta, Amazonía boliviana. *Ecología En Bolivia*, 50(2), 91–114. http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v50n2/v50n2_a03.pdf [file:///sciELO.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282015000200003&lang=pt](http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v50n2/v50n2_a03.pdf)
- Peres, F., Costa, J., Meneses, K., Lerner, R., & Claudio, L. (2007). El uso de Pesticidas en la Agricultura y la Salud del Trabajador Rural en Brasil. *ResearchGate*, 9(26), 158–163. https://www.researchgate.net/publication/237605245_El_Uso_de_Pesticidas_en_la_Agricultura_y_la_Salud_del_Trabajador_Rural_en_Brasil
- Pérez, M., & Kientz, G. (2003). Estructura, agregación y porosidad en suelos forestales y cultivados de origen volcánico del Cofre De Perote, Veracruz, México. *Veracruzana*, 5(2), 57–61.

- Pessoa, M., Araujo, A., Sousa, R., Silva, J., Leite, L., & Barbosa, L. (2021). Characterization of edaphic fauna in different monocultures in Savanna of Piauí. *Brazilian Journal of Biology*, 81(3), 657–664. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.228799>
- Pessotto, M., Santana, N., Jacques, R., Freiberg, J., Machado, D., Piazza, E., Rosa, L., & Antonioli, Z. (2020). Relação do uso do solo com a diversidade e a atividade da fauna edáfica Relation of soil use with diversity and activity of edaphic fauna. *Pesquisa Agrárias e Ambientais*, 8(3), 397–402. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9769>
- Pineda, Y. C., Camargo, E. C. R., & Valera, M. Á. (2023). The soil is much more than the place where the plants grow. *RD-ICUAP*, 9(25), 171–176. <https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/en/c/1309274/>
- Pinochet, D., Cárdenas, & Carrasco. (2017). ¿ Cambia la mineralización del nitrógeno desde abonos orgánicos compost , bokashi y biol provenientes del mismo guano de gallina ? Does nitrogen mineralization change in organic fertilizers compost , bokashi and biol from the same poultry guano ? *AgroSur*, 45(2), 47–56. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2017.v45n2-05>
- Pomboza, P., León, O., Villacis, L., Vega, J., & Aldáz, J. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de Lactuca sativa L variedad Iceberg The Influence of biol in the crop yield of Lactuca sativa L . variety Iceberg Introducción. *Selva Andina Biosphere*, 4(2), 84–92. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200005
- Prakash, O., Kumar, R., Mishra, A., & Gupta, R. (2009). *Artocarpus heterophyllus* (jaca): Una visión general. *ResearchGate*, 3(6), 353–358. https://www.researchgate.net/publication/279761143_Artocarpus_heterophyllus_Jackfruit_An_overview
- Puerto, Suárez, & Palacio. (2021). Efecto de los plaguicidas sobre el ambiente y salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(0253–1751), 372–387. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223240764010>
- Quiroz, M., & Céspedes, C. (2019). Bokashi as an Amendment and Source of Nitrogen in Sustainable Agricultural Systems: a Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19(1), 237–248. <https://doi.org/10.1007/s42729-019-0009-9>
- Ramirez. (2018a). El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. *Rev. Enferm.*

- Vanguard.*, 6(2), 40–47.
https://www.researchgate.net/publication/338932528_EL_USO_DE_PESTICIDAS_EN_LA_AGRICULTURA_Y_SU_DESORDEN_AMBIENTAL
- Ramírez, E., Riofrío, R. M., & Ortiz, P. G. (2021). Efecto de diferentes bioabonos en el crecimiento de plantas de tomate de riñón var . Alambra (*Solanum lycopersicum* Mill .). *Agronomía Tropical*, 1(71), 1–12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5091803>
- Ramirez, M. (2018b). El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. *Vanguard.*, 6(2), 40–47.
https://www.researchgate.net/publication/338932528_EL_USO_DE_PESTICIDAS_EN_LA_AGRICULTURA_Y_SU_DESORDEN_AMBIENTAL
- Ramírez, M., Vázquez, S., Méndez, G. I., & Mejía, J. (2021). Caracterización de abonos orgánicos aplicados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México Characterization of organic fertilizers applied to flower crops in the south of the State of Mexico. *Bioteología y Ciencias Agropecuarias*, 16(1), 150–161.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582021000200150
- Ramos, A., Durango, J., Grandett, G., Díaz, B., & Barrera, J. (2006). Evaluación de las diferentes formas de potasio en suelos de la zona platanera de Córdoba (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 24(2), 334–339.
<https://www.redalyc.org/pdf/1803/180316239017.pdf>
- Ramos, & Terry. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos importancia del bokashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>
- Reyes, S., & Cano, D. (2022). Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 24(1), 53–64. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.328>
- Rico, J., Ignacio, J., Mondragón, G., & Sánchez, J. (2020). Recuperación de un suelo contaminado por una mezcla de hidrocarburos. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(2), 75–83. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2020.110200075>
- Rincón, C., Emilia, L., Gutiérrez, A., & Ancízar, F. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos Nitrogen and phosphorus cycles dynamics in soils. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XIV(1), 285–295.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752012000100026&script=sci_abstract&tlng=es

- Rivera, C., Zapata, Á., Pinilla, G., Donato, J., Chaparro, B., & Jiménez, P. (2005). Comparison of Spectrophotometric and Fluorometric Measurements of Chlorophyll -a. *Acta Biológica Colombiana*, 10(2), 95–103.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2005000200007
- Rivera, R., Martín, G., & Pérez, D. (1999). Efecto de la temperatura sobre la mineralización del nitrógeno de dos especies de abonos verdes en suelo ferralítico rojo. *Cultivos Tropicales*, 20(2), 15–19.
https://www.researchgate.net/publication/271847942_Efecto_de_la_temperatura_sobre_la_mineralizacion_del_nitrogeno_de_dos_especies_de_abonos_verdes_en_suelo_Ferralitico_Rojo_compactado
- Robles, K., Álvarez, J., & Bertolini, V. (2023). Diversidad y propagación de hongos micorrízicos arbusculares nativos de un cafetal orgánico en Chiapas, México. *Fitotec*, 46(2), 147–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2023.2.147>
- Rodríguez, & Córdoba. (2008). Caoba. *Kurú*, 5(14), 1–3.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8368/E-UTB-FACIAG-ING AGRON-000251.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, M., Alcántar, G., & Aguilar, A. (1998). Estimation of Nitrogen and Chlorophyll Status of Tomato with a Portable Chlorophyll Meter. *Terra Latinoamericana*, 16(2), 135–141. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57316204.pdf>
- Rodríguez, M., & Mendivelso, F. (2018). Diseño de investigación de Corte Transversal. *Revista Médica Sanitas*, 21(3), 141–146. <https://doi.org/10.26852/01234250.20>
- Rojas, A. (2001). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y Desarrollo*, 1(1), 4–9. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5654360.pdf>
- Rojas, C. (2010). Disponibilidad , del fosforo y su corrección (pp. 67–81).
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8761/NR28126.pdf?sequence=9>
- Román, P., Martínez, M., & Pantojo, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor* (FAO (ed.); Oficina Re). <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- Rubiños, C. (17 de junio de 2021). La Desertificación y sequía: una consecuencia directa en

nuestras vidas. Obtenido de Universidad del Pacífico: <https://ciup.up.edu.pe/analisis/la-desertificacion-y-sequia-una-consecuencia-directa-en-nuestras-vidas/#:~:text=En%20Per%C3%BA%2C%20las%20principales%20causas,y%20erosi%C3%B3n%20e%C3%B3lica%20e%20h%C3%ADdrica>.

Rubio, J. (1989). Erosión del suelo y gestión ambiental en condiciones mediterráneas. *CIHEAM*, 326(3), 323–326. <https://om.ciheam.org/om/pdf/a03/CI000560.pdf>

Ruiz, P. (2017). Estudio fenológico y botánico de las especies *swietenia macrophylla* king., *Dalbergia stevensonii* Standl. Y *Dalbergia tucurensis* Donn. Smith [Universidad de San Carlos de Guatemala]. https://fnpv.org/contenido/pdf/estudio_fenologico_stevensoni_peten_pablo_mazariegos.pdf

Sainz, Echevarria, & Angelini. (2011). Niveles de carbono orgánico y ph en suelos agrícolas de las regiones pampeana y extrapampeana argentina. *Suelo*, 29(1), 29–37. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672011000100004

Sainz, H., Echevarría, H., & Angelini, H. (2012). Fósforo disponible en suelos agrícolas de la región Pampeana y ExtraPampeana argentina. *Revista de Investigadores Agropecuarios*, 38(1), 33–39. <https://www.redalyc.org/pdf/864/86423614007.pdf>

Salamanca, G. F. (2020). Effect of Agrochemicals on Public Health and environment. *Universidad Militar Nueva Granada Facultad De Ingeniería*, 1, 1–22. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36092/SalamancaCastilloGilmarFabian2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Saldaña, V. (2006). Afectación a los recursos naturales renovables y el medio ambiente por la actividad de roza y quema en la comunidad de Teriá Nacimiento [Repositorio de la Universidad de Panamá]. <https://up-rid.up.ac.pa/819/>

Salgado, R. (2014). Deforestación. *Saber Más*, 14(3), 31–32. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4761345>

Salinas, S., Vizcarra, W., & Laureano, W. (2012). Efecto de los abonos orgánicos en las propiedades físicas y químicas en suelos degradados con maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Investigación Valdizana*, 6(1), 43–50. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586061882010>

Sanabria, J. (2015). La importancia de los bosques en bolivia dentro de la economía

- ambiental. *Ventana Científica*, 6(2305–6010), 54–58.
- Sánchez, Cabrera, & León, D. (2022). Edaphic macrofauna: composition, variation and use as a bioindicator according to the impact of soil use and quality. *Acta Botánica Cubana*, 22(1), 1–21. <https://doi.org/https://cu-id.com/2402/v221e01>
- Sánchez, González, López, & Valenzuela. (2011). Caracterización de la porosidad edáfica como indicador de la calidad física del suelo. *Terra Latinoamericanaoamericana*, 29(4), 369–377. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792011000400369
- Sanchez, & Sanchez, M. (1984). Plaguicidas. adsorción y evolución en el suelo. *Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología*, 1–51. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/12919/1/plaguicidas.pdf%3B>
- Sandoval, J. (2020). Memorias del Taller en restauración ecológica de bosques andinos y técnicas de viveros de especies nativas Complejo de Páramos Las Herosas (Vol. 1, Issue 1, pp. 1–27). <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35578>
- Sanzano, A., Morandini, M., Hernández, C., Rojas, H., Sosa, F., Jalil, A., Fadda, G., & Devani, M. (2008). Efecto de la cobertura de rastrojos y las propiedades edáficas superficiales sobre la erosión hídrica en monocultivo de soja. *Agricultura de Tucumán*, 85(1), 23–30. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182008000100004
- Sarmiento, G. J., Amézqui, M. A., & Mena, L. M. (2019). Use of bocashi and effective microorganisms as an ecological alternative in strawberry crops in arid zones. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55–61. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.06>
- Saxena, A., Bawa, A. S., & Raju, P. S. (2011). Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). In *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits: Volume 3: Cocona to mango*. Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-735-8.50012-7>
- Schaaf, A. (2015). Valoración de impacto ambiental por pesticidas agrícolas. *Observatorio Medioambiental*, 18(1), 87–96. <https://core.ac.uk/download/pdf/38809339.pdf>
- Serrano, Nieva, Rivas, Reyes, & Antúnez. (2022). Diversity and ecological importance of tree vegetation at El Tecuan Park in the state of Durango, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(74), 34–53. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i74.1273>

- Sierra, A., Sinmonne, E., & Treadwell, D. (2012). Principios para el manejo de nutrientes en la producción de plantas (pp. 3–5). <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS356>
- Sierra, Martínez, & Valido. (2023). Análisis teórico- metodológico de la planificación territorial de la agricultura urbana. *Retos de La Dirección*, 17(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2306-91552023000100001&lng=es&nrm=iso
- Silva, A. (2014). La materia orgánica del suelo (Issue 1). [http://bibliofagro.pbworks.com/f/materia orgánica del suelo.pdf](http://bibliofagro.pbworks.com/f/materia+organica+del+suelo.pdf)
- Silva, N., Hernández, F., Nájera, J., & Aguirre, C. (2024). Diversidad de la vegetación a través de un gradiente de humedad del oasis san Ignacio, Baja California Sur, México. *Polibotánica*, 58(2395–9525), 119–133. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.58.8>
- Snook. (2002). Regeneración y crecimiento de la caoba en las selvas de Quintana Roo. *Center for International Forestry Research*, 1(1), 1–18. <https://www.cifor.org/knowledge/publication/1166/>
- Snook, L. K., Negreros-castillo, P., & Connor, J. O. (2018). Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. *Recursos Naturales y Ambiente*, 1(44), 91–99. https://www.researchgate.net/publication/259081942_Supervivencia_y_crecimiento_de_plantulas_de_caoba_en_aperturas_creadas_en_la_Selva_Maya_de_Belice_y_Mexico
- Solorzano, P. (26 de junio de 2020). El nitrógeno, Magnesio y la clorofila. Obtenido de Quifuca: <https://www.quifuca.com/ve/2020/06/26/el-nitrogeno-n-magnesio-mg-y-la-clorofila/#:~:text=La%20clorofila%20es%20una%20mol%C3%A9cula,el%20centro%20de%20la%20misma.>
- Suaréz, J. (1994). Germinación, repique y trasplante de dos especies de Huasai: *Euterpe oleracea* y *Euterpe precatoria* [Repositorio de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3371>
- Suely, M., Samara, F., Albuquerque, M. De, Rafaela, I., Silva, A., Silva, D., Magnani, M., & Queiroga, V. (2014). Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. *Food Chemistry*, 143(1), 440–445. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.003>
- Synnott, T. (2009). La caoba en la península de Yucatán. *Colección Corredor Biológico*

- Mesoamericano México*, 7(1), 1–158.
https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitaless/C7Caoba.pdf
- Synnott, T. (2011). Elaboracion y uso del Bocashi. *Ministerio De Agricultura Y Ganadería El Salvador*, 1–12. <http://www.fao.org/publications/card/en/c/5ff8977e-b954-4cef-9328-b5d03ad866c6>
- Tamagno, L., Sánchez, N., & Carrasco, A. (2010). Modelo agrícola e impacto socio-ambiental en la Argentina : monocultivo y agronegocios (J. Frangi (ed.); Vol. 1). SeDiCi.
<https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/download/312/292/953-1>
- Tomio, G. (2019). Avaliao do crescimento e qualidade de mudas de jaqueira [Universidad Federal Da Paraíba].
https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/14796?locale=pt_BR
- Torrecillas, A., & Martinez, M. (1984). Determinación rápida de clorofila en discos foliares en discos foliares de limonero. *Fruits*, 39(10), 617–622.
https://www.researchgate.net/publication/257890487_Determinacion_rapida_de_clorofila_en_discos_foliares_de_limonero
- Torres, A. (2008). Efecto de la fertilización con Bioles durante la Fase de vivero de *Swietenia macrophylla*. Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Torres, D., & Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Asociación Española de Ecología Terrestre*, 13(3), 2–6.
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/201>
- Trinidad, & Velasco. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agroproductividad*, 9(8), 52–58. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802/666>
- Troxler, S., & Reardon, J. (2018). ¿Por qué la clorofila es saludable? *North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services*, 1070(919), 1–2.
- UPN. (06 de junio de 2023). Familia Gramineae. Obtenido de Flora Arvense de Navarra:
<https://www.unavarra.es/herbario/htm/Gramineae.htm>
- Valenzuela. (1993). Perdida Y Degradacion De Suelos En America Latina Y El Caribe. *Revista Eure*, XXI(58), 61–72. <https://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/1119/221>
- Varela, M. (1981). El problema de la determinación de clorofila a en el fitomicrobentos :

- discusión sobre la metodología. *Decología Acuática*, 5(1), 7–20.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8102952>
- Vásquez, D. (2008). Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. In *Repositorio*.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10574/1/96T00524.pdf>
- Vergara, D. (2013). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento y producción del Anturio en fase de vivero [Repositorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva].
<https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/590>
- Vera, E. (5 de mayo de 2023). Deforestación en Perú: “Se pueden ver los botes repletos con nuestra madera, pero nadie hace nada”. Obtenido de Mongabay:
<https://es.mongabay.com/2023/05/deforestacion-en-region-amazonas-peru-bosques/#:~:text=El%202020%2C%20Per%C3%BA%20tuvo%20la,2022%20repunt%C3%B3%20hasta%205806%20hect%C3%A1reas.>
- Vicente, J. (2016). Niveles de fósforo y su efecto en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía CV. Black Fire en Cañete [Universidad Nacional Agraria la Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1978>
- Villarreal, J. (2015). Impact of the Use of Agrochemicals in the Ecosystemic Pollination Service That the Bees Provide. *ResearchGate*, 1(669), 1–17.
https://www.researchgate.net/publication/312654611_Impact_of_pesticides_on_honey_bees_and_pollinators
- Villegas, S. (2017). Compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos (ME), para el crecimiento de plantones de “Caoba” con fines de reforestación, *Rioja - 2017*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- Vivas, G. (2020). Efectos de la contaminación por agroquímicos en agua y suelo [Universidad Científica del Sur]. In *Repositorio de la Universidad Científica del Sur. Facultad de Ciencias Ambientales. Ingeniería Ambiental*.
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1527>
- Vivas, H., Albrecht, R., Hotián, J., & Gastaldi, L. (2006). Residualidad del fósforo y del azufre. *Informaciones Agronómicas*, 1(35), 11–16. <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2007/09/3.pdf>

Weather Spark. (11 de noviembre de 2023). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Bajo Pichanaqui . Obtenido de Datos climáticos:

<https://es.weatherspark.com/y/23290/Clima-promedio-en-Bajo-Pichanaqui-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Wong, M., & Jiménez, E. (2018). Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (*Prosopis juliflora* (Sw .) DC .) en fase de vivero. *Temas Agrarios*, *1*(1), 1–7.

Zamudio, B., Mendoza, E., Alcántar, G., Etchevers, J., & Vázquez, A. (2011). Pérdidas de nitratos y salinización del suelo por riego por goteo con nitrógeno. *Terra Larinoamericana*, *29*(3), 239–248. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57321283002.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables, dimensiones e indicadores	Metodología de la investigación
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	
¿Cuáles son los efectos de tres bioabonos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i> ?	Evaluar el efecto de los bioabonos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i> .	Los bioabonos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i> , Pichanaqui – 2023.	Bioabonos <ul style="list-style-type: none"> • 5 kg por planta de bokashi • 10l / 20l biol • 5 kg por planta de vermicompost 	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel: Investigación experimental y cuantitativo • Tipo: Investigación aplicada. • Diseño de investigación: DCA
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles serán las propiedades físicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>? • ¿Cuáles serán las propiedades químicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las propiedades físicas del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tratamientos con los bioabonos incrementan las propiedades físicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>. • Los tratamientos con los bioabonos incrementan las propiedades químicas 	Propiedades del suelo <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Densidad aparente • Porosidad • Ph • materia orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> • Población: La población estuvo constituida por 96 plantas de <i>Swietenia macrophylla</i> y 96 plantas de <i>Artocarpus heterophyllus</i>, los cuales fueron instalados en los terrenos de la Escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional

<p>del suelo luego de aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles serán las propiedades biológicas del suelo luego aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las propiedades químicas del suelo luego aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>. • Determinar las propiedades biológicas del suelo luego aplicarse el vermicompost, biol y bokashi en las especies de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>. 	<p>del suelo en relación al desarrollo vegetativo del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los tratamientos con los bioabonos incrementan las propiedades biológicas del suelo en relación al desarrollo vegetativo del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno disponible • Fósforo extractable • Fauna edáfica y vegetación <p>Unidad de medida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • t/m^3 • % • iones hidroxilo • g/dm^3 • $kg/ha/año$ • mg/kg • unidad. 	<p>Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa (UNISCJA), en un área experimental de 1.40 ha con un perímetro de 513 m, donde asimismo se recolectó las muestras de suelo según el tratamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra: De la población total se eligió al azar en forma probabilística 08 plantas por cada tratamiento. Resultando en sí un total de 32 muestras de las especies de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>. De dichas muestras se recolectaron los datos de clorofila, altura de planta, número de hojas y las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. • Técnicas:
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Los bioabonos influyen en la altura y número de hojas de las plantas del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de los bioabonos en la altura y número de hojas de las plantas del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tratamientos con los bioabonos influyen en el crecimiento de la altura y número de hojas de las plantas del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>. 	<p>Plantas Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jack fruit 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis documental. Se utilizó información de las variables de estudio en manuales, libros, tesis de
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Los bioabonos influyen en el contenido de clorofila 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de los bioabonos en el 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tratamientos con los bioabonos influyen en el contenido de clorofila de 		

<p>de las hojas del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>?</p>	<p>contenido de clorofila de las hojas del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>.</p>	<p>las hojas del <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Artocarpus heterophyllus</i>, luego de los 5 meses de haber sido destinado al campo definitivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • caoba. <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clorofila • Altura de tallo • N° de hojas 	<p>repositorio, cuaderno de campo, fichas, artículos científicos y páginas web confiables, con la finalidad de dar sustento a la investigación realizada.</p> <p>- Análisis de campo. Para el registró de los datos de los análisis del suelo, los parámetros biométricos y cantidad de clorofila de las plantas se usó las técnicas de observación y de experimento en campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de datos: Se utilizó una hoja de cálculo para construir la base de datos, la cual fue posteriormente trasladada al programa InfoStat para el procesamiento de los análisis estadísticos. Entre los análisis realizados se incluyeron el Análisis de Varianza (ANVA), el cálculo del índice de Shannon, y la prueba de comparación de promedios de Tukey.
---	--	--	--	--

ANEXO 2. Resultado del primer análisis del suelo

KIPATSI

ANALISIS DE SUELOS

Registro : T23-022
Interesado : Facultad de Ingeniería Ambiental
Lugar : Pichanaqui. CP Villa Ashaninka. Sector 7
Promotor : Dr. Victor Soto Aquino

Variable	Unidad	Resultado	Calificación
pH	Unidad	6.23	Lig. ácido
Conductividad eléctrica	ds/m	0.11	No salino
Materia orgánica	%	0.60	Muy bajo
Nitrógeno disponible	Kg/ha/año	14.44	Muy bajo
Fósforo extractable	mg/Kg	3.27	Baio
Potasio extractable	mg/Kg	85.39	Baio
CO ₂ Ca	%	0.00	Muy bajo
CIC Efectiva	meq/100g	4.30	Baio
Calcio cambiable	meq/100g	2.50	Baio
Magnesio cambiable	meq/100g	0.50	Muy bajo
Potasio cambiable	meq/100g	1.10	Alto
Acidez cambiable	meq/100g	0.20	Muy bajo
Saturación de acidez	%	4.65	Muy bajo
Arena	%	47.68	Franco
Arcilla	%	11.14	
Limo	%	41.18	
Densidad aparente	t/m ³	1.20	
Densidad real	t/m ³	2.37	
Porosidad	%	52.07	
Capacidad de campo	%	20.50	
Actividad microbiana (CO ₂)	mg/10g	12.10	

Satipo, 7 de julio de 2023




Ing. Carlos E. Marcelo Oyague
CIP/61696

ANEXO 3. Resultado del análisis del suelo después de la incorporación de los bioabonos con el T03



**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS,
AGUA, PLANTAS Y FERTILIZANTES**

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Registro : T23-045
 Interesado : Víctor Soto Aquino
 Lugar : Chanchamayo, Pichanaqui, Villa Ashaninka
 Tratamiento : T104

Variable	Unidad	Resultado	Calificación
pH	Unidad	6.28	Lig. ácido
Conductividad eléctrica	ds/m	0.10	No salino
Materia orgánica	%	0.90	Muy bajo
Nitrógeno disponible	kg/ha/año	20.18	Muy bajo
Fósforo extractable	mg/kg	19.30	Medio
Potasio extractable	mg/kg	84.20	Baio
CO ₃ Ca	%	0.00	Muy bajo
CIC Efectiva	meq/100g	4.21	Baio
Calcio cambiabile	meq/100g	2.35	Baio
Maagnesio cambiabile	meq/100g	0.45	Muy bajo
Potasio cambiabile	meq/100g	1.12	Alto
Acidez cambiabile	meq/100g	0.19	Muy bajo
Saturación de acidez	%	4.60	Muy bajo
Arena	%	47.60	Franco
Arcilla	%	11.11	
Limo	%	41.16	
Densidad aparente	t/m ³	1.21	
Densidad real	t/m ³	2.36	
Porosidad	%	51.98	
Capacidad de campo	%	21.55	
Actividad microbiana (CO ₂)	mg/10g	4.05	

Satipo, 6 de noviembre de 2023



Ing. Carlos F. Marcelo Oyague
 CIP/61696



ANEXO 4. Resultado del análisis del suelo después de la incorporación de los bioabonos con el T04



**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS,
AGUA, PLANTAS Y FERTILIZANTES**

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Registro : T23-043
 Interesado : Victor Soto Aquino
 Lugar : Chanchamayo, Pichanaquí. Villa Ashaninka
 Tratamiento : T102

Variable	Unidad	Resultado	Calificación
pH	Unidad	6.72	Neutro
Conductividad eléctrica	ds/m	0.53	No salino
Materia orgánica	%	2.73	Medio
Nitrógeno disponible	Kg/ha/año	65.60	Medio
Fósforo extractable	mg/Kg	46.85	Muy alto
Potasio extractable	mg/Kg	99.97	Bajo
CO ₃ Ca	%	0.00	Muy bajo
CIC Efectiva	meq/100g	9.49	Alto
Calcio cambiabile	meq/100g	6.30	Alto
Magnesio cambiabile	meq/100g	1.70	Medio
Potasio cambiabile	meq/100g	1.29	Alto
Acidez cambiabile	meq/100g	0.20	Muy bajo
Saturación de acidez	%	2.11	Muy bajo
Arena	%	49.73	Franco arenoso
Arcilla	%	5.31	
Limo	%	44.96	
Densidad aparente	t/m ³	1.02	
Densidad real	t/m ³	2.38	
Porosidad	%	57.14	
Capacidad de campo	%	23.88	
Actividad microbiana (CO ₂)	mg/10g	4.40	

Satipo, 6 de noviembre de 2023



Ing. Carlos Marcelo Oyague
CIP 61636



ANEXO 5. Resultado del análisis del suelo después de la incorporación de los bioabonos con el T02



**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS,
AGUA, PLANTAS Y FERTILIZANTES**

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Registro : T23-044
 Interesado : Victor Soto Aquino
 Lugar : Chanchamayo, Pichanaqui. Villa Ashaninka
 Tratamiento : T103

Variable	Unidad	Resultado	Calificación
pH	Unidad	7.11	Neutro
Conductividad eléctrica	ds/m	0.38	No salino
Materia orgánica	%	1.94	Bajo
Nitrógeno disponible	Kg/ha/año	46.16	Bajo
Fósforo extractable	mg/Kg	38.11	Muy alto
Potasio extractable	mg/Kg	74.97	Bajo
CO ₃ Ca	%	0.00	Muy bajo
CIC Efectiva	meq/100g	7.57	Medio
Calcio cambiable	meq/100g	5.70	Medio
Magnesio cambiable	meq/100g	0.80	Bajo
Potasio cambiable	meq/100g	0.97	Alto
Acidez cambiable	meq/100g	0.10	Muy bajo
Saturación de acidez	%	1.32	Muy bajo
Arena	%	45.69	Franco
Arcilla	%	10.31	
Limo	%	44.00	
Densidad aparente	t/m ³	1.19	
Densidad real	t/m ³	2.50	
Porosidad	%	52.38	
Capacidad de campo	%	23.27	
Actividad microbiana (CO ₂)	mg/10g	5.50	

Satipo, 6 de noviembre de 2023



Carlos F. Marcelo Oyague
 Ing. Carlos F. Marcelo Oyague
 C.I.P. 61696

ANEXO 6. Resultado del análisis del suelo después de la incorporación de los bioabonos con el T01



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS,
AGUA, PLANTAS Y FERTILIZANTES

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Registro : T23-045
Interesado : Victor Soto Aquino
Lugar : Chanchamayo, Pichanaqui, Villa Ashaninka
Tratamiento : T104

Variable	Unidad	Resultado	Calificación
pH	Unidad	6.15	Lig. ácido
Conductividad eléctrica	ds/m	0.10	No salino
Materia orgánica	%	0.58	Muy bajo
Nitrógeno disponible	Kg/ha/año	14.20	Muy bajo
Fósforo extractable	mg/Kg	3.20	Bajo
Potasio extractable	mg/Kg	84.20	Bajo
CO ₃ Ca	%	0,00	Muy bajo
CIC Efectiva	meq/100g	4.21	Bajo
Calcio cambiable	meq/100g	2.35	Bajo
Magnesio cambiable	meq/100g	0.45	Muy bajo
Potasio cambiable	meq/l 00g	1.12	Alto
Acidez cambiable	meq/100g	0.19	Muy bajo
Saturación de acidez	%	4.60	Muy bajo
Arena	%	47.60	Franco
Arcilla	%	11.11	
Limo	%	41.16	
Densidad aparente	t/m ³	1.21	
Densidad real	t/m ³	2.36	
Porosidad	%	51.98	
Capacidad de campo	%	21.55	
Actividad microbiana (CO ₂)	mg/l0g	4.05	

Satipo, 6 de noviembre de 2023

Ing. Carlos F. Marcelo Oyague
CIP/61696

ANEXO 7. Análisis del laboratorio del bokashi

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

PROCEDENCIA : JUNÍN/ LA MERCED/ PICHANAKI/ VILLA ASHANINKA - SECTOR 7

MUESTRA DE : BOKASHI

REFERENCIA : H.R. 80151

FACTURA : 10237

FECHA : 27/07/2023

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O
							%
492		8.70	1.35	12.13	0.63	0.46	0.64

N° LAB	CLAVES	CaO	MgO	Hd	Na
		%	%	%	%
492		2.66	0.48	43.48	0.06

M.O. por oxidación.

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

ANEXO 8. Análisis del laboratorio del biol

**INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE
MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"
PROCEDENCIA : JUNIN/ LA MERCED/ PICHANAKI/ VILLA ASHANINKA - SECTOR 7
MUESTRA DE : BIOL
REFERENCIA : H.R. 80152
FACTURA : 10237
FECHA : 31/07/2023

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
493		9.76	10.80	26.09	17.91	710.93	14.35	933.33

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
493		2035.00	25.83	92.50

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

ANEXO 9. Datos de los parámetros biométricos de la caoba y jackfruit después de la incorporación de los bioabonos

<u>Repetición</u>	<u>Especie</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Días</u>	<u>Variable</u>	<u>Media</u>
I	Caoba	Biol	30.00	Altura_planta_cm	25.63
I	Caoba	Biol	30.00	Número_hojas	11.50
I	Caoba	Biol	60.00	Altura_planta_cm	29.60
I	Caoba	Biol	60.00	Número_hojas	15.38
I	Caoba	Biol	120.00	Altura_planta_cm	38.31
I	Caoba	Biol	120.00	Número_hojas	23.50
I	Caoba	Bocashi	30.00	Altura_planta_cm	27.55
I	Caoba	Bocashi	30.00	Número_hojas	16.75
I	Caoba	Bocashi	60.00	Altura_planta_cm	31.14
I	Caoba	Bocashi	60.00	Número_hojas	20.63
I	Caoba	Bocashi	120.00	Altura_planta_cm	39.43
I	Caoba	Bocashi	120.00	Número_hojas	28.63
I	Caoba	Testigo	30.00	Altura_planta_cm	21.71
I	Caoba	Testigo	30.00	Número_hojas	12.38
I	Caoba	Testigo	60.00	Altura_planta_cm	25.45
I	Caoba	Testigo	60.00	Número_hojas	16.38
I	Caoba	Testigo	120.00	Altura_planta_cm	33.36
I	Caoba	Testigo	120.00	Número_hojas	23.13
I	Caoba	Vermicompost	30.00	Altura_planta_cm	21.71
I	Caoba	Vermicompost	30.00	Número_hojas	12.38
I	Caoba	Vermicompost	60.00	Altura_planta_cm	25.45
I	Caoba	Vermicompost	60.00	Número_hojas	16.38
I	Caoba	Vermicompost	120.00	Altura_planta_cm	33.36
I	Caoba	Vermicompost	120.00	Número_hojas	23.13
I	Jack	Biol	30.00	Altura_planta_cm	38.84
I	Jack	Biol	30.00	Número_hojas	11.63
I	Jack	Biol	60.00	Altura_planta_cm	43.23
I	Jack	Biol	60.00	Número_hojas	15.50
I	Jack	Biol	120.00	Altura_planta_cm	51.55
I	Jack	Biol	120.00	Número_hojas	23.63
I	Jack	Bocashi	30.00	Altura_planta_cm	45.29
I	Jack	Bocashi	30.00	Número_hojas	17.25
I	Jack	Bocashi	60.00	Altura_planta_cm	48.94
I	Jack	Bocashi	60.00	Número_hojas	19.75
I	Jack	Bocashi	120.00	Altura_planta_cm	56.91
I	Jack	Bocashi	120.00	Número_hojas	28.38
I	Jack	Testigo	30.00	Altura_planta_cm	35.43
I	Jack	Testigo	30.00	Número_hojas	11.63
I	Jack	Testigo	60.00	Altura_planta_cm	38.74
I	Jack	Testigo	60.00	Número_hojas	15.50
I	Jack	Testigo	120.00	Altura_planta_cm	46.39
I	Jack	Testigo	120.00	Número_hojas	23.50
I	Jack	Vermicompost	30.00	Altura_planta_cm	42.96
I	Jack	Vermicompost	30.00	Número_hojas	13.88
I	Jack	Vermicompost	60.00	Altura_planta_cm	46.93
I	Jack	Vermicompost	60.00	Número_hojas	17.88
I	Jack	Vermicompost	120.00	Altura_planta_cm	55.10
I	Jack	Vermicompost	120.00	Número_hojas	27.75
II	Caoba	Biol	30.00	Altura_planta_cm	25.66
II	Caoba	Biol	30.00	Número_hojas	12.25
II	Caoba	Biol	60.00	Altura_planta_cm	29.69
II	Caoba	Biol	60.00	Número_hojas	15.75

II	Caoba	Biol	120.00	Altura_planta_cm	38.04
II	Caoba	Biol	120.00	Número_hojas	23.25
II	Caoba	Bocashi	30.00	Altura_planta_cm	27.01
II	Caoba	Bocashi	30.00	Número_hojas	17.25
II	Caoba	Bocashi	60.00	Altura_planta_cm	30.65
II	Caoba	Bocashi	60.00	Número_hojas	21.13
II	Caoba	Bocashi	120.00	Altura_planta_cm	39.03
II	Caoba	Bocashi	120.00	Número_hojas	28.25
II	Caoba	Testigo	30.00	Altura_planta_cm	21.64
II	Caoba	Testigo	30.00	Número_hojas	12.00
II	Caoba	Testigo	60.00	Altura_planta_cm	25.59
II	Caoba	Testigo	60.00	Número_hojas	16.00
II	Caoba	Testigo	120.00	Altura_planta_cm	33.46
II	Caoba	Testigo	120.00	Número_hojas	23.75
II	Caoba	Vermicompost	30.00	Altura_planta_cm	21.64
II	Caoba	Vermicompost	30.00	Número_hojas	12.00
II	Caoba	Vermicompost	60.00	Altura_planta_cm	25.59
II	Caoba	Vermicompost	60.00	Número_hojas	16.00
II	Caoba	Vermicompost	120.00	Altura_planta_cm	33.46
II	Caoba	Vermicompost	120.00	Número_hojas	23.75
II	Jack	Biol	30.00	Altura_planta_cm	38.29
II	Jack	Biol	30.00	Número_hojas	11.50
II	Jack	Biol	60.00	Altura_planta_cm	42.19
II	Jack	Biol	60.00	Número_hojas	15.63
II	Jack	Biol	120.00	Altura_planta_cm	52.25
II	Jack	Biol	120.00	Número_hojas	23.38
II	Jack	Bocashi	30.00	Altura_planta_cm	38.29
II	Jack	Bocashi	30.00	Número_hojas	11.50
II	Jack	Bocashi	60.00	Altura_planta_cm	42.19
II	Jack	Bocashi	60.00	Número_hojas	15.63
II	Jack	Bocashi	120.00	Altura_planta_cm	52.25
II	Jack	Bocashi	120.00	Número_hojas	23.38
II	Jack	Testigo	30.00	Altura_planta_cm	35.44
II	Jack	Testigo	30.00	Número_hojas	11.75
II	Jack	Testigo	60.00	Altura_planta_cm	38.84
II	Jack	Testigo	60.00	Número_hojas	15.63
II	Jack	Testigo	120.00	Altura_planta_cm	46.91
II	Jack	Testigo	120.00	Número_hojas	23.75
II	Jack	Vermicompost	30.00	Altura_planta_cm	42.30
II	Jack	Vermicompost	30.00	Número_hojas	15.00
II	Jack	Vermicompost	60.00	Altura_planta_cm	46.75
II	Jack	Vermicompost	60.00	Número_hojas	18.50
II	Jack	Vermicompost	120.00	Altura_planta_cm	55.84
II	Jack	Vermicompost	120.00	Número_hojas	27.38
III	Caoba	Biol	30.00	Altura_planta_cm	25.18
III	Caoba	Biol	30.00	Número_hojas	12.38
III	Caoba	Biol	60.00	Altura_planta_cm	29.00
III	Caoba	Biol	60.00	Número_hojas	16.13
III	Caoba	Biol	120.00	Altura_planta_cm	37.90
III	Caoba	Biol	120.00	Número_hojas	24.25
III	Caoba	Bocashi	30.00	Altura_planta_cm	27.75
III	Caoba	Bocashi	30.00	Número_hojas	17.88
III	Caoba	Bocashi	60.00	Altura_planta_cm	31.05
III	Caoba	Bocashi	60.00	Número_hojas	21.50
III	Caoba	Bocashi	120.00	Altura_planta_cm	39.44
III	Caoba	Bocashi	120.00	Número_hojas	29.38
III	Caoba	Testigo	30.00	Altura_planta_cm	21.94

III	Caoba	Testigo	30.00	Número_hojas	11.88
III	Caoba	Testigo	60.00	Altura_planta_cm	25.59
III	Caoba	Testigo	60.00	Número_hojas	15.38
III	Caoba	Testigo	120.00	Altura_planta_cm	33.48
III	Caoba	Testigo	120.00	Número_hojas	22.75
III	Caoba	Vermicompost	30.00	Altura_planta_cm	21.94
III	Caoba	Vermicompost	30.00	Número_hojas	11.88
III	Caoba	Vermicompost	60.00	Altura_planta_cm	25.59
III	Caoba	Vermicompost	60.00	Número_hojas	15.38
III	Caoba	Vermicompost	120.00	Altura_planta_cm	33.48
III	Caoba	Vermicompost	120.00	Número_hojas	22.75
III	Jack	Biol	30.00	Altura_planta_cm	38.10
III	Jack	Biol	30.00	Número_hojas	11.75
III	Jack	Biol	60.00	Altura_planta_cm	42.09
III	Jack	Biol	60.00	Número_hojas	15.63
III	Jack	Biol	120.00	Altura_planta_cm	51.13
III	Jack	Biol	120.00	Número_hojas	23.75
III	Jack	Bocashi	30.00	Altura_planta_cm	38.10
III	Jack	Bocashi	30.00	Número_hojas	11.75
III	Jack	Bocashi	60.00	Altura_planta_cm	42.09
III	Jack	Bocashi	60.00	Número_hojas	15.63
III	Jack	Bocashi	120.00	Altura_planta_cm	51.13
III	Jack	Bocashi	120.00	Número_hojas	23.75
III	Jack	Testigo	30.00	Altura_planta_cm	34.74
III	Jack	Testigo	30.00	Número_hojas	12.00
III	Jack	Testigo	60.00	Altura_planta_cm	38.33
III	Jack	Testigo	60.00	Número_hojas	16.25
III	Jack	Testigo	120.00	Altura_planta_cm	46.09
III	Jack	Testigo	120.00	Número_hojas	24.25
III	Jack	Vermicompost	30.00	Altura_planta_cm	41.96
III	Jack	Vermicompost	30.00	Número_hojas	15.25
III	Jack	Vermicompost	60.00	Altura_planta_cm	46.39
III	Jack	Vermicompost	60.00	Número_hojas	19.00
III	Jack	Vermicompost	120.00	Altura_planta_cm	56.33
III	Jack	Vermicompost	120.00	Número_hojas	26.75

ANEXO 10. Datos de los resultados obtenidos con el espectrofotómetro para la determinación de clorofila en el laboratorio de la UNISCJSA

Repetición	Especie	Tratamiento	Muestra	Variable	n	Media	D.E.	Min	Máx
I	Caoba	Biol	P3	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
I	Caoba	Biol	P3	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
I	Caoba	Biol	P3	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37
I	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
I	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
I	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37
I	Caoba	Testigo	P4	Clorofila_A	1	0.22	0.00	0.22	0.22
I	Caoba	Testigo	P4	Clorofila_B	1	0.47	0.00	0.47	0.47
I	Caoba	Testigo	P4	Clorofila_Total	1	0.30	0.00	0.30	0.30
I	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
I	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
I	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37
I	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_A	1	0.22	0.00	0.22	0.22
I	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_B	1	0.52	0.00	0.52	0.52
I	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_Total	1	0.29	0.00	0.29	0.29
I	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_A	1	0.27	0.00	0.27	0.27
I	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_B	1	0.43	0.00	0.43	0.43
I	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_Total	1	0.39	0.00	0.39	0.39
I	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_A	1	0.22	0.00	0.22	0.22
I	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_B	1	0.36	0.00	0.36	0.36
I	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_Total	1	0.31	0.00	0.31	0.31
I	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
I	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
I	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37
II	Caoba	Biol	P3	Clorofila_A	1	0.23	0.00	0.23	0.23
II	Caoba	Biol	P3	Clorofila_B	1	0.45	0.00	0.45	0.45
II	Caoba	Biol	P3	Clorofila_Total	1	0.32	0.00	0.32	0.32
II	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_A	1	0.19	0.00	0.19	0.19
II	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_B	1	0.53	0.00	0.53	0.53
II	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_Total	1	0.24	0.00	0.24	0.24
II	Caoba	Testigo	P4	Clorofila_A	1	0.22	0.00	0.22	0.22
II	Caoba	Testigo	P4	Clorofila_B	1	0.49	0.00	0.49	0.49
II	Caoba	Testigo	P4	Clorofila_Total	1	0.29	0.00	0.29	0.29
II	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
II	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
II	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37
II	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_A	1	0.25	0.00	0.25	0.25
II	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_B	1	0.32	0.00	0.32	0.32
II	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_Total	1	0.36	0.00	0.36	0.36
II	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_A	1	0.28	0.00	0.28	0.28
II	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_A	1	0.28	0.00	0.28	0.28
II	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_B	1	0.39	0.00	0.39	0.39
II	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_Total	1	0.41	0.00	0.41	0.41
II	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_A	1	0.22	0.00	0.22	0.22
II	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_B	1	0.44	0.00	0.44	0.44
II	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_Total	1	0.31	0.00	0.31	0.31
II	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
II	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
II	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37
III	Caoba	Biol	P3	Clorofila_A	1	0.22	0.00	0.22	0.22
III	Caoba	Biol	P3	Clorofila_B	1	0.52	0.00	0.52	0.52
III	Caoba	Biol	P3	Clorofila_Total	1	0.29	0.00	0.29	0.29
III	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_A	1	0.29	0.00	0.29	0.29
III	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_B	1	0.28	0.00	0.28	0.28
III	Caoba	Bokashi	P1	Clorofila_Total	1	0.44	0.00	0.44	0.44
III	Caoba	Testigo	P4	Clorofila_A	1	0.22	0.00	0.22	0.22
III	Caoba	Testigo	P4	Clorofila_B	1	0.45	0.00	0.45	0.45
III	Caoba	Testigo	P4	Clorofila Total	1	0.31	0.00	0.31	0.31

III	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_A	1	0.20	0.00	0.20	0.20
III	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_B	1	0.18	0.00	0.18	0.18
III	Caoba	Vermicompost	P2	Clorofila_Total	1	0.30	0.00	0.30	0.30
III	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
III	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
III	Jackfruit	Biol	P3	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37
III	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
III	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
III	Jackfruit	Bokashi	P1	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37
III	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_A	1	0.21	0.00	0.21	0.21
III	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_B	1	0.40	0.00	0.40	0.40
III	Jackfruit	Testigo	P4	Clorofila_Total	1	0.29	0.00	0.29	0.29
III	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_A	1	0.26	0.00	0.26	0.26
III	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_B	1	0.50	0.00	0.50	0.50
III	Jackfruit	Vermicompost	P2	Clorofila_Total	1	0.37	0.00	0.37	0.37

ANEXO 11. Resultados obtenidos con el espectrofotómetro de la determinación de clorofila del laboratorio Envirotest



INFORME DE ENSAYO N° 240048

Razón Social : **ANDREA CASTRO CARDENAS**
 Domicilio Legal : S/N
 Solicitado por : ANDREA CASTRO CARDENAS
 Referencia : Cotización N°0088-24
 Proyecto : EFECTO DE BIO ABONOS EN LAS PROPIEDADES FISICAS, QUIMICOS Y BIOLOGICAS DEL SUELO EN RELACION AL DESARROLLO VEGETATIVO DEL SWIETENIA MACROPHYLLA Y ARTOCERPUS
 Procedencia : ZONA DE CULTIVO DE LA UNIVERSIDAD-UNISCAJSA
 Muestreo Realizado por : 5,2°C
 Cantidad de Muestras : 4
 Producto : Tejido Vegetal
 Fecha de Recepción : 06/01/2024
 Fecha de Ensayo : 06/01/2024 al 17/01/2024
 Fecha de Emisión : 17/01/2024

I. Resultados

Código de Laboratorio	240048-01		240048-02		240048-03	
Código del Cliente	T5-C		T02-C		T5-J	
Fecha de Muestreo	27/12/2023		27/12/2023		27/12/2023	
Hora de Muestreo (h)	12:00		12:00		12:00	
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:NO INDICA N:NO INDICA		E:NO INDICA N:NO INDICA		E:NO INDICA N:NO INDICA	
Tipo de Producto	Tejido Vegetal		Tejido Vegetal		Tejido Vegetal	
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados		
Laboratorio Físico Químico						
Clorofila A	mg/L	0,001	0,005	0,486	0,123	0,352

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado.

Código de Laboratorio	240048-04			
Código del Cliente	T02-J			
Fecha de Muestreo	27/12/2023			
Hora de Muestreo (h)	00:00			
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:NO INDICA N:NO INDICA			
Tipo de Producto	Agua Natural			
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Laboratorio Físico Químico				
Clorofila A	mg/L	0,001	0,005	0,134

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado.

INFORME DE ENSAYO N° 240048

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Físico Químico		
Clorofila A	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10150 A2,B, 24th Ed. 2023	Plankton. Chlorophyll. Spectrophotometric Determination of Chlorophyll

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de la muestra como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo: info@envirotest.com.pe

****FIN DEL INFORME****

ANEXO 12. Evidencia de las actividades realizadas

Figura 21

Delimitación y limpieza del área de estudio



Figura 22

Construcción de la cama de almácigo



Figura 23

Fruto del Jackfruit



Figura 24

Preparación del bokashi



Figura 25

Preparación del biol



Figura 26

Repique de las plantas de caoba y jackfruit



Figura 27

Muestras de suelo



Figura 28

Disposición al campo definitivo de la caoba



Figura 29

Incorporación de los bioabonos a las plantas



Figura 30

Tercera medición de la altura del jackfruit



Figura 31

Recolección de las submuestras del suelo después del abonamiento



Figura 32

Recolección de las hojas para determinación de clorofila



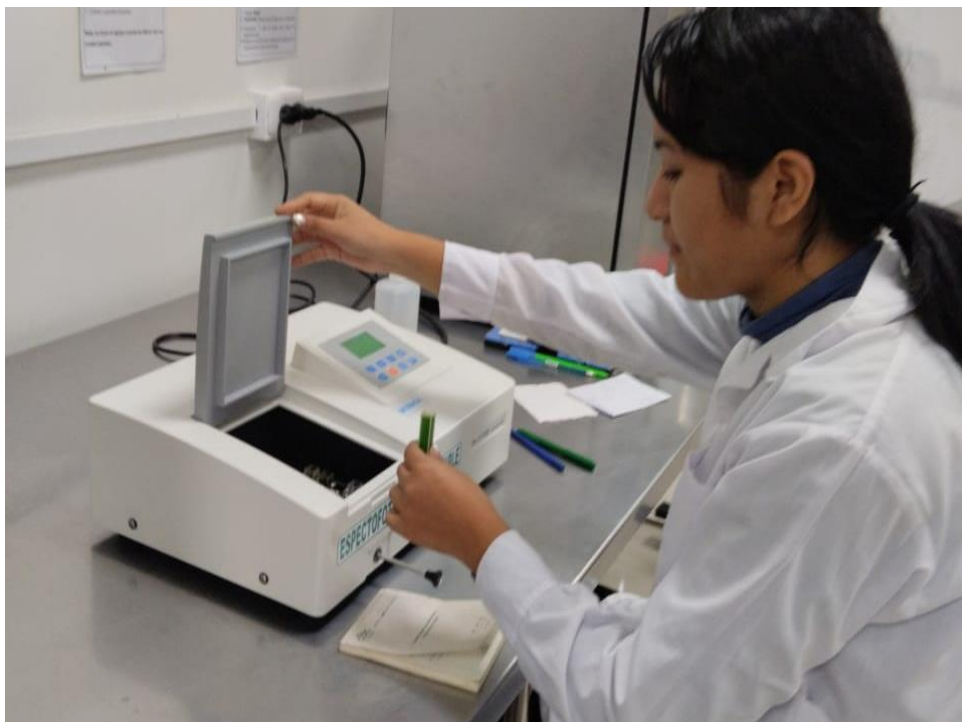
Figura 33

Selección de las hojas de jack fruit y caoba















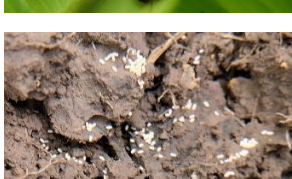
Figura 34

Determinación de clorofila de las hojas de jack fruit y caoba




ANEXO 13. Lista de la flora y fauna identificada después de la aplicación de los bioabonos

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden	Figura
Fauna					
1	Mariposa negra	<i>Amarynthis meneria</i>	Nymphalidae	Lepidoptera	
2	Borboletinha	<i>Panoquina ocola</i>	Nymphalidae	Lepidoptera	
3	Mariposa pavo escarlata	<i>Anaetia amathea</i>	Nymphalidae	Lepidoptera	
4	Skipper flamejante	<i>Hylephila phyleus</i>	Nymphalidae	Lepidoptera	
5	Mosquita ojos rojos	<i>Somatia</i>	Somatiidae	Dípteros	
6	Saltamonte	<i>Pseudoxya diminuta</i>	acrididae	Ortópteros	
7	Saltamonte verde	<i>Katydid mantids</i>	acrididae	Ortópteros	

8	Araña fantasma	<i>Hibana incursa</i>	Anyphaenidae	Arachnida	
9	Fly Golden	<i>Scathophaga stercoraria</i>	scatophagidae	dípteros	
10	Percevejo barriga verde	<i>Dichelops melacanthus</i>	Pentatomidae	Hemíptera	
11	Lombriz de tierra	<i>Lumbricidae</i>	Lumbricidae	Haplotaxida	
12	Larvas japonesas	<i>Popillia japonica</i>	Scarabaeidae	Coleoptera	
13	Soldados	<i>Atta sexdens</i>	Formicidae	Hymenoptera	

Flora

1	- Pata de gallina - Pasto elefante	- <i>Eleusine indica</i> - <i>Cenchrus purpureus</i>	Poácea	Poales	
---	---------------------------------------	---	--------	--------	---

2

Satirela
blanca

Psathyrella
candolleana

Psathyrellaceae

Agaricales

