UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

OBTENCIÓN DE BIOSOL Y BIOL, A PARTIR DE LA CÁSCARA DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.), UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES. PROVINCIA DE PADRE ABAD-UCAYALI 2020.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

ELVIRA ARIAS PILCOMAMANI

CHARLES JASON YAURI ESCALANTE

PUCALLPA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº130/2021-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 11:00 am del viernes 01 de octubre de 2021, de acuerdo al reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali se reunieron en forma virtual los miembros del Jurado E valuador mediante la plataforma unificada de comunicación y colaboración Microsoft Teams, los mismos que fueron designados con el Memo Múltiple Nº131-2021-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

- Dr. Carlos Panduro Carbajal — Presidente
- Ing. M.Sc. Fermín Campos Solórzano — Miembro
- Ing. M.Sc. Julián Pérez Virgilio — Miembro

Se procedió a evaluar la sustentación de la tesis denominada: **"OBTENCIÓN DE BIOSOL Y BIOL, A PARTIR DE LA CÁSCARA DEL CACAO (*THEOBROMA CACAO* L.), UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES. PROVINCIA DE PADRE ABAD-UCAYALI 2020"**, presentado por los Bachilleres. **ARIAS PILCOMAMANI ELVIRA Y YAURI ESCALANTE CHARLES JASON**, asesorado por el Dr. David León Moreno. Habiendo finalizado la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por los sustentantes en consecuencia la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN**, quedando expedido para el otorgamiento del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL.** Después de las correcciones respectivas. Siendo las 11:45 am horas del mismo día, se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

.....
Dr. Carlos Panduro Carbajal
Presidente

.....
Ing. M.Sc. Fermín Campos Solórzano
Secretario

.....
Ing. M.Sc. Julián Pérez Virgilio
Miembro

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Carlos Panduro Carbajal

.....
Presidente

Ing. M.Sc. Fermín Campos Solórzano

.....
Secretario

Ing. M.Sc. Julian Perez Virgilio

.....
Miembro

Dr. David León Moreno

.....
Asesor

Bach. Elvira Arias Pilcomamani

.....
Tesista

Bach. Charles Jason Yauri Escalante

.....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°0346-2021

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe Final de Tesis, titulado:**

"OBTENCIÓN DE BIOSOL Y BIOL, A PARTIR DE LA CASCARA DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*), UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES. PROVINCIA DE PADRE ABAD-UCAYALI 2020".

Cuyo(s) autor (es)	:	**ARIAS PILCOMAMANI, ELVIRA** **YAURI ESCALANTE, CHARLES JASON**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERIA. AMBIENTAL.
Asesor(a)	:	Dr. LEON MORENO, DAVID

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 8%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 03/09/2021

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Elvira Arias Pilcomamani.
Autor de la TESIS titulada:
"Obtención de Biosol y Bial, a partir de la cascara del Cacao (theobroma Cacao L.), utilizando microorganismos Eficientes. Provincia de Padre Abad - Ucayali 2020".

Sustentada el año: 2021.
Con la asesoría de: Dr. David León Moreno.
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.
Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 01 / 10 / 2021.

Email: elarpil92@gmail.com
Firma:
Teléfono: 982085657
DNI: 48159644

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Charles Jason Yauri Escalante.
Autor de la TESIS titulada:
"obtención de Biosol y Biol, a partir de la cascara del Cacao (theobroma cacao L.), utilizando microorganismos Eficientes. Provincia de Padre Abad - Ucayali 2020".

Sustentada el año: 2021.
Con la asesoría de: Dr. David León Moreno.
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.
Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 01 / 10 / 2021.

Email: cjyauri10@gmail.com Firma:

Teléfono: 949872836 DNI: 47520715

DEDICATORIA.

Yo, Elvira Arias Pilcomamani dedico este triunfo a mis padres Miguel y Petrona quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanos Rosalía, Jaime, Gladis, Sonia y Lucio por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Así mismo mi persona Charles Jason Yauri Escalante, dedico de manera muy especial a Dios, a mis padres Luz Marina Escalante y Juan Yauri, quienes me incentivaron y motivaron a seguir por un camino donde la vida te demuestra que no es fácil, si no se incluye la paciencia, el esfuerzo y la fe, para cumplir los sueños. A mis hermanos Darwing Vásquez y Junior Osnar por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A mi novia Antonella Acosta por sus oraciones, consejos, amor y con palabras sabias de aliento, que hace de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas propuestas.

AGRADECIMIENTO.

En primera instancia agradezco a mis formadores académicos y en valores, agradezco a la Universidad Nacional de Ucayali, a la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la cual siempre me sentiré parte y a los catedráticos por los conocimientos brindados en todo el tiempo de mi formación.

Al Vicerrectorado Académico y al Vicerrectorado de investigación, por el financiamiento del proyecto de investigación formativa – pregrado, 2019.

A los representantes de la Cooperativa Agraria de Cacao Aromático “Colpa de Loros”, por las facilidades y permitirme realizar estudios de sus sub productos.

Al doctor David León Moreno, Asesor de la tesis por brindarme su apoyo constante y conocimientos.

Al Mg. Melchor Herbert Dolmos Castro, co asesor externo de la Tesis, por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia y su paciencia, me han motivado durante mi formación profesional.

Al Ing Paul Reátegui Ramos, encargado del laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Nacional de Ucayali, por las facilidades y apoyo durante la realización de la tesis.

Al ing. Gilmer Milton Neira Trujillo, encargado del laboratorio de análisis de suelos, agua y Ecotoxicologia de la Universidad Nacional Agraria De La Selva-UNAS por permitirnos ser parte durante la realización de los análisis de la tesis.

ÍNDICE.

Pág.

DEDICATORIA…….. vii

AGRADECIMIENTO…… viii

INDICE GENERAL…… ix

LISTA DE TABLAS…….…… xvi

LISTA DE FIGURAS…… xxiii

RESUMEN…… xxviii

ABSTRACT…… xix

INTRODUCCION…… xxx

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION 1

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA…… 1

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA…….. 2

1.2.1. Problema general…… 2

1.2.2. Problemas específicos…….. 2

CAPITULO II

BASES TEÓRICAS 3

2.1 ANTECEDENTES……. 3

2.1.1. Internacionales…… 3

2.1.2, Nacional…… 4

2.1.3. Local……. 5

2.2. MARCO TEÓRICO …….. 5

2.2.1. Origen del cacao…… 5

2.2.2. Producción de cacao……. 6

2.2.3. Subproductos en la industria cacaotera……. 7

2.2.3.1. Cascara de cacao…… 7

2.2.3.2. Cascarilla de cacao…….. 7

2.2.3.3. Mucilago…… 7

2.2.4. Factor organismos en el suelo……. 8

2.2.5. Proceso anaeróbico de descomposición de la materia orgánica para la obtención de biol…….. 10

2.2.6. Factores a considerar en el proceso de digestión…… 11

2.2.7. Abonos orgánicos…….. 14

2.2.7.1. Situación actual de los abonos orgánicos en el Perú…… 15

2.2.7.2. Efecto de los Microorganismos Eficientes (EM)…… 15

2.2.7.3. Fertilizantes químicos……. 16

2.2.7.4. Fertilizantes orgánicos o biofetilizantes…… 17

2.2.8. Biol…… 19

2.2.8.1. Biol acelerado…….. 21

2.2.8.2. Fermentación acido láctica…… 22

2.2.8.3. Ácido láctico……. 22

2.2.8.4. Bacterias acido lácticas……. 23

2.2.8.5. Melaza de caña…… 24

2.2.8.6. Activación de Microorganismos Eficientes. 25

2.3. Definición de términos básicos……... 26

CAPITULO III

METODOLOGIA 30

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN……. 30

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN…… 30

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA…….. 30

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS……. 31

3.4.1. Obtención y acondicionamiento de las muestras de las cascaras de cacao de postcosechas…….. 31

3.4.2. Dimensionamiento y secado de las muestras……. 31

3.4.3. Molido y tamizado de la muestra de cacao…… 32

3.4.4. Preparación e inoculación de la muestra con microorganismos eficientes…….. 32

3.4.5. Extracción de biol y biosol de las muestras procesadas 32

3.5. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 33

3.5.1. Análisis e instrumentos de recolección de datos…….. 33

3.5.2. Materiales…… 35

3.5.3. Reactivos y soluciones…….. 35

3.5.4. Equipos…… 35

3.6. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS……..... 35

3.7. TRATAMIENTO DE DATOS…….. 36

CAPITULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN 37

4.1. ANÁLISIS DE BIOL DE LAS MUESTRAS DE CASCARAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L)…….. 37

4.1.1. Análisis de pH del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L…… 37

4.1.2. Análisis de la humedad del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)……. 39

4.1.3. Análisis en base húmeda del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)…….. 41

4.1.3.1. Análisis en base humedad de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras de cacao…….. 41

4.1.3.2. Análisis en base humedad de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)…….. 43

4.1.4. Análisis en base seca del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.)…… 45

4.1.4.1. Análisis en base seca de la materiaorgánica del biol de las muestras de cascaras de cacao…….. 45

4.1.4.2. Análisis en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)…….. 47

4.1.5. Análisis del porcentaje de nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao…….. 49

4.1.6. Análisis del porcentaje de fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.) 51

4.1.7. Análisis del porcentaje de potasio del biol de las muestras de cascaras de cacao…….. 53

4.1.8. Análisis de la relación carbono nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao…… 55

4.1.9. Análisis del porcentaje de cadmio del biol de las muestras de cascaras de cacao…… 57

4.1.10. Análisis del porcentaje de plomo del biol de las muestras de cascaras de cacao…….. 59

4.1.11. Análisis del porcentaje de zinc del biol de las muestras de cascaras de cacao…… 61

4.2. ANÁLISIS DE BIOLSOL DE LAS MUESTRAS DE CASCARAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L)……. 63

4.2.1. Análisis de pH del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.…… 64

4.2.2. Análisis de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)……. 65

4.2.3. Análisis en base húmeda del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)……. 67

4.2.3.1. Análisis en base humedad de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao…….. 67

4.2.3.2. Análisis en base humedad de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)……... 69

4.2.4. Análisis en base seca del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.)…… 71

4.2.4.1. Análisis en base seca de la materiaorgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao…….. 71

4.2.4.2. Análisis en base seca de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)…….. 73

4.2.5. Análisis del porcentaje de nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao…….. 75

4.2.6. Análisis del porcentaje de fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.)…….. 77

4.2.7. Análisis del porcentaje de potasio del biosol de las muestras de cascaras de cacao…….. 79

4.2.8. Análisis de la relación carbono nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao……. 81

4.2.9. Análisis del porcentaje de cadmio del biosol de las muestras de cascaras de cacao…… 83

4.2.10. Análisis del porcentaje de plomo del biosol de las muestras de cascaras de cacao…… 85

4.2.11. Análisis del porcentaje de zinc del biosol de las muestras de cascaras de cacao…….. 87

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 90

5.1. CONCLUSIONES ……. 90

5.2. RECOMENDACIONES……. 91

BIBLIOGRAFÍA…….. 92

ANEXOS……. 100

LISTA DE TABLAS

En el texto. **Pág.**

Tabla 1. Análisis químico de la cascara del cacao.. 8

Tabla 2. Microorganismos representativos del suelo.. 9

Tabla 3. Tipos de fertilizantes orgánicos 18

Tabla 4. Composición química de diferentes tipos de Bioles 19

Tabla 5. Composición química de los bioles acelerados 21

Tabla 6. Prueba de promedio de Tukey del pH del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 39

Tabla 7. Prueba de promedio de Tukey de la humedad del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 41

Tabla 8. Prueba de promedio de Tukey en base húmeda de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 42

Tabla 9. Prueba de promedio de Tukey en base húmeda de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 44

Tabla 10. Prueba de promedio de Tukey en base seca del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 46

Tabla 11. Prueba de promedio de Tukey en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 48

Tabla 12. Prueba de promedio de Tukey del Nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 50

Tabla 13. Prueba de promedio de Tukey del Fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 52

Tabla 14. Prueba de promedio de Tukey del potasio del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 54

Tabla 15. Prueba de promedio de Tukey de la relación carbono/nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 56

Tabla 16. Prueba de promedio de Tukey del Cadmio del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 58

Tabla 17. Prueba de promedio de Tukey del Plomo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos. 60

Tabla 18. Prueba de promedio de Tukey del Zinc del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 62

Tabla 19. Prueba de promedio de Tukey del pH del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 64

Tabla 20. Prueba de promedio de Tukey de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 66

Tabla 21. Prueba de promedio de Tukey de la base húmeda de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 68

Tabla 22. Prueba de promedio de Tukey en base húmeda de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 70

Tabla 23. Prueba de promedio de Tukey de la base seca de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 72

Tabla 24. Prueba de promedio de Tukey en base húmeda de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 74

Tabla 25. Prueba de promedio de Tukey del Nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 76

Tabla 26. Prueba de promedio de Tukey del Fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos. 78

Tabla 27. Prueba de promedio de Tukey del potasio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 80

Tabla 28. Prueba de promedio de Tukey de la relación carbono/nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 82

Tabla 29. Prueba de promedio de Tukey del Cadmio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 84

Tabla 30. Prueba de promedio de Tukey del Plomo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 86

Tabla 31. Prueba de promedio de Tukey del Zinc del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 88

En el anexo

Tabla 32A. Análisis de varianza del pH del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 101

Tabla 33A. Análisis de varianza de la humedad del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 101

Tabla 34A. Análisis de varianza en base húmeda de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L). 101

Tabla 35A. Análisis de varianza en base húmeda de la Ceniza del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).. 102
Tabla 36A. Análisis de varianza en base seca del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 102
Tabla 37A. Análisis de varianza en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L) 102
Tabla 38A. Análisis de varianza del nitrógeno del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 103
Tabla 39A. Análisis de varianza del Fosforo del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 103
Tabla 40A. Análisis de varianza del Potasio del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 103
Tabla 41A. Análisis de varianza del Carbono/Nitrógeno del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 104
Tabla 42A. Análisis de varianza del Cadmio del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 104
Tabla 43A. Análisis de varianza del Plomo del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 104
Tabla 44A. Análisis de varianza del Zinc del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)..... 105
Tabla 45A. Análisis de varianza del biosol del pH de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L). 105
Tabla 46A. Análisis de varianza de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)..... 105

Tabla 47A. Análisis de varianza de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos. 106

Tabla 48A. Análisis de varianza en base humedad de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)..... 106

Tabla 49A. Análisis de varianza de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L). 106

Tabla 50A. Análisis de varianza en base seca de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).. 107

Tabla 51A. Análisis de varianza de nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)..... 107

Tabla 52A. Análisis de varianza del porcentaje de fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L). 107

Tabla 53A. Análisis de varianza del porcentaje de potasio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L). 108

Tabla 54A. Análisis de varianza de la relación carbono nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)..... 108

Tabla 55A. Análisis de varianza del porcentaje de cadmio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L) 108

Tabla 56A. Análisis de varianza del porcentaje de plomo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L) 109

Tabla 57A. Análisis de varianza del porcentaje de zinc del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L)..... 109

Tabla 58A. Parámetros físico-químicos al inicio y al final del estudio para el biosol del T9 109

LISTA DE FIGURAS

En el texto **Pág.**

Figura 1. Activación de Microorganismos Eficientes; fuente: Guía Tecnológica EM 2019..... 26

Figura 2. Muestra el pH del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos... 38

Figura 3. Humedad del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).... 40

Figura 4. Contenido de humedad en base húmeda de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 43

Figura 5. Contenido en base humedad de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 45

Figura 6. Contenido de materia orgánica en base seca del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 47

Figura 7. Contenido en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 49

Figura 08. Contenido del porcentaje de nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos. 51

Figura 09. Contenido del porcentaje de fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 53

Figura 10. Contenido de potasio de los bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 55

Figura 11. Relación Carbono/nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 57

Figura 12. Contenido de Cadmio en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 59

Figura 13. Contenido de Plomo en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos... 61

Figura 14. Contenido de Zinc en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.... 63

Figura 15. Muestra el pH del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 65

Figura 16. Muestra el contenido de humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 67

Figura 17. Muestra el contenido en base húmeda de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 69

Figura 18. Muestra el contenido en base húmeda de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 71

Figura 19. Muestra el contenido en base seca de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos. 73

Figura 20. Muestra el contenido en seca de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 75

Figura 21. Contenido del porcentaje de nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos 77

Figura 22. Contenido del porcentaje de fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos. 79

Figura 23. Contenido de potasio de los biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 81

Figura 24. Relación Carbono/nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 83

Figura 25. Contenido de Cadmio en biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos..... 85

Figura 26. Contenido de Plomo en biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos ... 87
Figura 27. Contenido de Zinc en biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos ... 89

En el anexo

Figura 28A. Resultado del análisis proximal y en base seca del biosol a partir de la cascara de cacao (*Theobroma cacao* L). 110
Figura 29A. Resultado del análisis proximal y en base seca del biol a partir de la cascara de cacao (*Theobroma cacao* L) 110
Figura 30A. Resultado del análisis proximal y en base seca del biol a partir de la cascara de cacao (*Theobroma cacao* L), de la muestra madre 111
Figura 31A. Presentación del proyecto de investigación a socios de la cooperativa agraria “Colpa de Loros” en el comité zonal asunción del Aguaytillo..... 111
Figura 32A. Visita a socios de la cooperativa agraria “Colpa de Loros” in situ. 112
Figura 33A. Obtención y acondicionamiento de la muestra. 112
Figura 34A. Pesado de la cascara de cacao (*Theobroma cacao* L). 113
Figura 35A. Dimensionamiento de la muestra. 113
Figura 36A. Secado de la muestra para los diferentes tratamientos..... 114
Figura 37A. Molido de la muestra de cacao (*Theobroma cacao* L)..... 114
Figura 38A. Preparación de la activación del microorganismo eficaz para la elaboración de biol de cascara de cacao (*Theobroma cacao* L).. 115

Figura 39A. Tamizado y pesado del residuo de cascara seca de cacao aromático..... 115
Figura 40A. Inoculación de dosis de microorganismos eficientes..... 116
Figura 41A. Muestras inoculadas según tratamiento.. 116
Figura 42A. Muestra los tratamientos y repeticiones inoculadas y los tesistas 117
Figura 43A. Extracción de biosol y biol al séptimo día …….. 117
Figura 44A. Preparación de las muestras en base sólida y líquido para enviarlas al laboratorio de análisis de suelos, agua y ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria De La Selva – UNAS..... 118
Figura 45A. Muestra Listas para ser enviadas al laboratorio. 118
Figura 46A. Muestra los tratamientos y repeticiones listas para los análisis. 119
Figura 47A. Determinación del pH de las muestras de biol y biosol. 119
Figura 48A. Preparación de muestras para análisis proximal. 120
Figura 49A. Cuantificación del análisis proximal..... 120

RESUMEN.

Se elaboró biofertilizantes sólido y líquido con los residuos sólidos de las post cosechas de las cascaras de cacao provenientes de la Cooperativa Colpa de Loro. Mediante fermentación homoláctica; acelerando el proceso de descomposición de la materia prima. Nueve biofermentos con diferentes proporciones de residuos de cascara de cacao, y microorganismos eficientes, se incubaron a temperatura ambiente a 25°C, para establecer el mejor tratamiento en relación a su mayor grado de acidez. Los promedios de pH y nutrientes al séptimo día se analizaron mediante un diseño completo al azar, realizando un análisis de Anova para el análisis de nutrientes en la obtención de biosol y biol en el programa S.P.S versión 22 El mejor tratamiento para la obtención de biosol es el número nueve que contenía Residuos-Microorganismos Eficientes en proporción 500 g/1500 ml, respectivamente; con un 90% de rendimiento sólido. Debido a su elevada acidez. El biosol presentó un olor sutil a azúcar fermentada. El análisis de nutrientes del T9 indico que el N, P, K presentan un alto contenido de concentraciones químicas esenciales que debe tener un abono al día 7, teniendo 1.32 % nitrógeno, 0.95 % fosforo y 1.07 % de potasio. El análisis de metales pesados muestra buenos resultados debido a la disminución de 1.38 a 0.57 de cadmio y 4.83 a 0.92 de plomo, mientras que el Zn ha aumentado de 12.58 a 36.84. Así mismo para la obtención de biol el mejor tratamiento es el número tres que contenía Residuos-Microorganismos Eficientes en proporción 300 g/1500 ml, respectivamente; con un 85% de ganancia líquida. Esto se debió a su elevada acidez. El biol presentó un olor sutil a azúcar fermentada. El análisis de nutrientes del T3 indico que el N, P, K presentan un alto contenido de concentraciones químicas esenciales que debe tener un abono al día 7, teniendo 1.27 % nitrógeno, 0.64 % fosforo y 0.25 % de potasio. El análisis de metales pesados muestra buenos resultados debido a la disminución de 1,38 a 0.36 de cadmio y 4.83 a 1,09 de plomo, mientras que el Zn a bajado de 12.58 a 11.13.A partir de los resultados se concluye que el biosol y biol acelerado producido con residuos de cascara de cacao es de alta calidad.

Palabras clave: Residuo de cascara de cacao, Microorganismo Eficientes, Dosis de inoculación, fermentación homoláctica, biosol, biol.

ABSTRACT.

Solid and liquid biofertilizers were made with the solid residues of the post-harvest cocoa shells from the Colpa de Loro Cooperative. By homolactic fermentation; accelerating the decomposition process of the raw material. Nine bioferments with different proportions of cocoa shell residues, and efficient microorganisms, were incubated at room temperature at 25 ° C, to establish the best treatment in relation to their higher degree of acidity. The averages of pH and nutrients on the seventh day were analyzed by means of a complete random design, carrying out an Anova analysis for the analysis of nutrients in the obtaining of biosol and biol in the SPS version 22 program The best treatment for obtaining biosol is the number nine that contained Efficient Residues-Microorganisms in proportion 500 g / 1500 ml, respectively; with a 90% solid yield. Due to its high acidity. The biosol exhibited a subtle fermented sugar odor. The nutrient analysis of T9 indicated that N, P, K have a high content of essential chemical concentrations that a fertilizer must have on day 7, having 1.32% nitrogen, 0.95% phosphorus and 1.07% potassium. Heavy metal analysis shows good results due to decrease from 1.38 to 0.57 of cadmium and 4.83 to 0.92 of lead, while Zn has increased from 12.58 to 36.84. Likewise, for obtaining biol, the best treatment is number three, which contained Efficient Residues-Microorganisms in a proportion of 300 g / 1500 ml, respectively; with an 85% net profit. This was due to its high acidity. The biol exhibited a subtle fermented sugar odor. The nutrient analysis of T3 indicated that N, P, K have a high content of essential chemical concentrations that a fertilizer must have on day 7, having1.27% nitrogen, 0.64% phosphorus and 0.25% potassium. The heavy metal analysis shows good results due to the decrease from 1.38 to 0.36 of cadmium and 4.83 to 1.09 of lead, while Zn has dropped from 12.58 to 11.13. From the results it is concluded that the biosol and accelerated biol produced with cocoa husk residues is of high quality.

Keywords: Cocoa shell residue, Efficient Microorganism, Inoculation dose, homolactic fermentation, biosol, biol.

INTRODUCCIÓN.

En el sistema de producción de grano seco para exportación se genera un gran volumen de residuos, así: cada tonelada de semilla seca representa cerca de 10 toneladas de cáscara del cacao (peso fresco), y aproximadamente 40 litros de pulpa se pueden obtener de 800 kilos de semillas frescas (Mejía eat, 2000), y de 1000 kg de fruta fresca de cacao se pueden obtener aproximadamente 32 a 47 kg de almendras crudas de cacao fermentadas y secas (Augstburger, 2000). Es decir que por cada kilogramo de semilla fresca se producen 10kg de cáscara de cacao fresca y por cada kilogramo de semilla fresca se producen 50 ml de mucilago. En Ucayali aproximadamente 4500 agricultores se dedican al cultivo del cacao, el promedio de hectáreas por productor es de 5 hectáreas (DRAU, 2018)

En la post cosecha, las cáscaras y el exudado derivados del *Theobroma cacao*, son residuos acumulados y depositados por los “cacaoteros” en una sola área del cultivo sin ningún aprovechamiento de algún tipo durante elproceso, porque a la vez ellos carecen de técnicas y métodos que favorezcan el aprovechamiento de los mismos. Su disposición final en el terreno de cultivo trae a su vez una descomposición, hasta que se fermenta espontáneamente y se constituye en un sustrato para la propagación de microorganismos patógenos al cultivo (Parra, 1994), como también, la forma cóncava de las cáscaras, en épocas de lluvias son depósito de agua que facilitan la multiplicación de insectos, que además son foco para la propagación de *Phytophorora* spp, causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (Rojas, 2013).

Estos desechos de ésta industria agroindustrial, pueden ser usados para la producción de abono sólido y biol, acelerando el proceso homolactico (fermentación), utilizando bacterias lácticas, por su gran cantidad de producción de cacao en la zona, ya que solo se aprovecha el 20% del fruto y el 80% del fruto no se aprovecha (cascara), es posible su aprovechamiento a bajo costo y llegar a ser rentable para una futura comercialización para la producción de abono natural, en el departamento de Ucayali; cabe resaltar que para el cultivo de grano seco de cacao, se utiliza abono y fertilizantes químicos que a la vez los mismos “cacaoteros”, podrían utilizar sus propios residuos de sus cultivos como

abono natural, así mismo la necesidad de realizar estudios para desarrollar nuevas alternativas para la producción de abono naturales libre de químicos perjudiciales para el suelo, una alternativa es utilizar restos de la mazorca de cacao, como proceso de reciclaje (Guerrero, 2015), de esta manera el departamento de Ucayali pueda mejorar su economía y mejorar un desarrollo sustentable con el medio ambiente.

El Análisis de suelos, se ejecutó en el laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicologia, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, las muestras de los restos de cacao se obtuvieron de las parcelas del kilómetro 86 de la cooperativa colpa de loro.

El desarrollo del presente estudio, fue con el objetivo de Obtener biosol y biol, a partir de la Cascara del Cacao (Theobroma cacao L.), utilizando Microrganismo Eficientes. Provincia de Padre Abad-Ucayali; 2019.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El deterioro progresivo de los suelos utilizados en la siembra de cacao es producto de la incorrecta utilización del sistema de preparación y manejo del cultivo que comprende tumba, quema, siembra, labranza con prácticas y herramientas inadecuadas. Actividades que, en conjunto, han originado la pérdida constante de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y que se traducen en una reducción de su nivel productivo. El componente biológico fue considerado por muchos años de poca importancia, en la actualidad se reconoce su función como eje fundamental en el incremento de la disponibilidad de los componentes orgánicos aplicados como fertilizante (Mejía, 2002, p.140).

En el Perú, se cultivan unas 70 mil hectáreas de cacao, de las cuales en Ucayali se localizan más de 20 mil hectáreas de cacao de los cuales el 90% se exporta al extranjero, 10000 hectáreas de estas ya se encuentran en producción, generando desarrollo en las provincias de Padre Abad, Coronel Portillo, Atalaya, y Purús. 11 484 hectáreas se han sembrado en la provincia dePadre Abad, 6523 hectáreas en Coronel Portillo, 2981 hectáreas en Atalaya y las demás en Purús. Se le consideran uno de los mejores cultivos alternativos en las zonas cocaleras ilegales de la amazonia. En nuestro país se producen
46 mil toneladas de grano al año: 1.2% de la producción mundial. Aproximadamente, 140 mil toneladas de cáscara es desperdiciada cada año, la idea es incorporarlas como un aprovechamiento para la producción de abono natural, lo que se obtiene mediante un tratamiento biológico en un tiempo no mayor a los 7 días, motiva a plantear una solución para tratar, aprovechar y controlar la producción de la cascara de mazorca del cacao por ser el residuo más abundante y frecuente de la post cosecha. El presente estudio consiste en hacer, que demuestren el aprovechamiento de la cascara de cacao en la

producción de abono que pueden ser usados en el enriquecimiento del suelo en diversos cultivos de la amazonia.

Una alternativa de manejo que permite recuperar las condiciones de fertilidad del suelo y aún mejorarlas, es la aplicación de biofertilizantes a partir del aprovechamiento de la cascara de cacao como materia orgánica, a través de la fermentación homoláctica cuya función primordial es generar abono sólidoy liquido en 7 días con el fin de crear abono a partir de un residuo con la finalidad de mejorar las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo. (Mejía, 2002, p.142).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general:

¿Es posible obtener biosol y biol, a partir de la Cascara del Cacao *(Theobroma cacao* L.), utilizando Microorganismo Eficientes, en la Provincia de Padre Abad-Ucayali 2020?

1.2.2. Problemas específicos:

- ¿Cuál es el tiempo de producción de biosol y biol, utilizando la cascara de cacao?
- ¿Cuál es la dosis óptima de inoculación de Microorganismos eficientes para descomponer la cascara del cacao para la producción de biosol y biol?
- ¿Cuáles son las propiedades físicas, químicas y presencia de metales pesados durante el proceso anaeróbico?

CAPITULO II

BASES TEÓRICAS

2.1. ANTECEDENTES.

2.1.1. Internacionales.

Hilany, A. (2014), quien investigo la utilización de los residuos orgánicos de las industrias cervecera, ganadera y láctea como son el bagazo de cebada, las excretas de ganado vacuno y el suero de quesería respectivamente para generar biofertilizante mediante el proceso de fermentación homoláctica**.** Para ello, se prepararon en la etapa laboratorio 16 tratamientos con diferentes concentraciones de Microorganismos eficientes, las excretas de vacuno y suero de quesería, evaluándose los parámetros de pH, ausencia de hongos, con olor agradable con un pH de 6.5 y con niveles altos de nutrientes de nitrógeno de 1.85 %, fosforo 1.68 % y potasio 1.45 %.con un periodo de obtención de biol y biosol de 13 días.

Merino. (2013), quien realizó el estudio del "Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Clon CCN- 51". Para ello, aplicó 200 g del tipo bocashi, gaicashi y compost con y sin procesamiento de Microorganismos eficientes del bosque y Microorganismos eficientes comerciales a cada unidad experimental que constaba de una bolsa de vivero de 1000 centímetros cúbicos de capacidad total. En total el experimento constó de 11 tratamientos. Se registraron los menores contenidos nutricionales respecto a los otros tipos de abonos, mientras que los tratamientos con abonos orgánicos con y sin incorporación microorganismos y fertilización con NPK superan estadísticamente sólo al testigo (solo suelo), expresando una reducción del 50%.

López, E. (2009), Manifiesta que el compostaje era practicado en la Antigüedad. Desde hace miles de años, los chinos han recogido y compostado todas las materias de sus jardines de sus campos y de sus casas, incluyendo materias fecales. En el Oriente Próximo, en las puertas de Jerusalén había lugares dispuestos para recoger las basuras urbanas: unos residuos se quemaban y con los otros se hacía compost. El descubrimiento, después de la Primera Guerra Mundial, de los abonos de síntesis populariza suutilización en la agricultura. En los últimos años se ha puesto de manifiesto que tales abonos químicos empobrecen la tierra a mediano plazo.

2.1.2. Nacional.

Peralta (2016), quien investigo la "Obtención y caracterización de abono líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando Microorganismos eficientes". Los resultados mostraron al tratamiento T^{20} (20% melaza, 15% EM) como el mejor tratamiento con el pH más bajo 4.02 y acidez más alta en el menor tiempo de 9 días; además estuvo exento de agentes patógenos y presentó buenas propiedades agronómicas y nutrientes altos de nitrógeno de 1.79%, fosforo 1.38% potasio 1.44%.

Quiñones, D. (2016), ejecutó el estudio de investigación "Producción de abono líquido acelerado con heces de alpaca, lactosuero bovino y melaza de caña mediante fermentación homoláctica". El mejor tratamiento contenía microorganismos eficientes y melaza en proporción 5:15, con una elevada acidez y salinidad. El biofertilizante presentó un alto contenidonutricional y ausencia relativa de coliformes totales, fecales y E. coli., obtuvobiol a partir del día 11 de haber comenzado el tratamiento.

Meza, R. (2014), quien investigo en la "Elaboración de abono liquido mediante fermentación homoláctica de papas de descarte utilizando

microorganismos eficientes.”. Para lo cual, Después de las pruebas realizadas, se determinó que las mezclas T^{10}, T^{15}, T^{20} y T^{25} fueron los que obtuvieron los valores más bajos de pH y mayor porcentaje de acidez los cinco primeros días de fermentación homoláctica. La Papa-Biol presentó valores de macronutrientes y micronutrientes aceptables, estos fueron mayores a 4 de los bioles con los cuales se comparó, siendo dos de ellos realizados en base a materia vegetal. Por esta razón, el Papa-Biol nos asegura ser un buen abono líquido para las plantas. Con un pH de 4,25 y nutrientes relativos promedios de nitrógeno de 0,76 %, fosforo 0,64 % potasio 0,44 %.

2.1.3. Local

Puga, C. (2017), quien investigo en el proceso de **“**Elaboración y utilización del abono orgánico (biol), en el cultivo de caco (*Theobroma cacao* L.).” Para ello, el proceso de fermentación, el preparado se debe revolver intensamente y luego cernirlo con una tela o lienzo. El biol puede conservarse en botellas plásticas hasta seis meses, en condiciones adecuadas y bajo sombra. Se utiliza en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, con aplicaciones dirigidas, al suelo y/o a la raíz. Mejorando los rendimientos en biomasa, la floración y la calidad de los frutos. Con recomendaciones a nivel de viveros se aplica al follaje en dosis de 1 litro de biol
+ 19 litros de agua (5%), en frecuencias quincenales, mientras que, en plantaciones establecidas, se recomienda aplicar 6 litros de biol + 14 litros de agua (30%), con frecuencias de aplicación en época de lluvias cada 30 día

2.2. Marco teórico.

2.2.1. Origen del cacao.

El cultivo del cacao tuvo su origen en América, pero no se puede indicar con precisión el lugar específico ni su distribución. Aún hoy día continúa

siendo tema de discusión. Algunos autores indican que el cultivo del cacao se inició en México y América Central y señalan al mismo tiempo que los españoles no lo vieron cultivado en América del Sur cuando arribaron a ese continente, aunque lo encontraron creciendo en forma natural en muchos bosques a lo largo de los ríos Amazonas y Orinoco y sus afluentes, donde aún hoy existen tipos genéticos de mucho valor. Los toltecas y los aztecas de México apreciaban el cacao desde hacía mucho tiempo, antes del descubrimiento de América. Cuando Hernán Cortés conquistó ese país encontró que los aztecas usaban las almendras del cacao no sólo para la preparación de bebidas sino también como moneda. Con 100 almendras de cacao se compraba un esclavo y con 10 un conejo (Batista, 2009).

Los aztecas creían que el árbol del cacao era de origen divino y que su bebida confería discreción y sabiduría. Por eso Linneo asignó a la especie el nombre de Theobroma, que significa alimento de los dioses. La civilización maya ocupaba las tierras bajas de bosques húmedos tropicales al sureste del imperio azteca. En los tiempos de Cristóbal Colón, los mayas eran los verdaderos cultivadores de cacao; perfeccionaron su cultivo, aprendieron a curar y conservar las semillas y a hacer una bebida agradable. Ricos y pobres consumían la bebida en su dieta diaria y traficaban el producto con los aztecas,quienes muy pronto llegaron a apreciar sus cualidades. Alrededor de 20 años después del descubrimiento de América, los conquistadores españoles de México se asombraron de las grandes cantidades de cacao que encontraron en los almacenes del emperador Moctezuma y de la gran popularidad que tenía enla corte la bebida que se hacía de él. Ésta es la razón por la que se estableció en Europa una firme creencia de relación entre los aztecas y el cacao (Batista, 2009).

2.2.2. Producción de cacao

La producción mundial de cacao ronda los 4 millones de toneladas. Del total de los granos cosechados, el 74.8% se cultivaron en África,el 13% en Asia y el 12.1% en América. El cacao ocupa el tercer lugar, después

del azúcar y el café, en el mercado mundial de materias primas (Chocolates y derivados del cacao, 2016).

2.2.3. Subproductos en la industria cacaotera.

Toda agroindustria en el desarrollo de las etapas del proceso genera residuos orgánicos aprovechables, los cuales algunos por sus propiedades físicas y químicas pueden ser usados como insumos en la producción de compuestos útiles en otros procesos industriales, para lo cual deja de ser residuo y es denominado “subproducto” (Rojas, 2013,p.32).

2.2.3.1. Cascara de cacao

Cada tonelada de semilla seca representa cerca de 10 toneladas de cáscara del cacao (peso fresco). Hoy en día, las cáscaras son producto de desecho de la industria del cacao, y representa un grave problema para las industrias el deshacerse de él; ya que representa el 90% del fruto (Guerrero, 2015,p.34).

2.2.3.2. Cascarilla de cacao

Es el subproducto que se obtiene después de secar el grano de cacao, fermentarlo y tostarlo, representan cerca del 12% de la semilla.

2.2.3.3. Mucilago

Éste rodea la semilla, es una sustancia viscosa y es denominado arilo. Durante el proceso de fermentación del cacao el mucílago se desintegra y es recolectado en una pila en forma de un líquido viscoso de color

claro, conocido como jugo de mucílago o exudado de cacao (Augstburger, 2015, p.44).

Tabla 1. Análisis químico de la cascara del cacao.

Contenido	Resultados (%)
Proteínas	8.69
Nitrógeno total	1.39
Materia orgánica	60.14
Grasas	1.4
Humedad	15.25
Potasio	4.7
Sodio	0.05
Fosforo	0.15
Magnesio	0.22
Calcio	1.12
Zn, Mn, Co, Cd, Cu,Fe	Trazas

Fuente: Rojas (2013).

2.2.4. Factor organismos en el suelo

Labrador (2008), destaca que el suelo además de ser soporte y fuente de nutrientes de las plantas es el hábitat de una gran variedad de organismos, es decir que la dinámica de la vida que se da en él asegura la multiplicidad de los servicios ecológicos. Por lo mencionado anteriormente puede

decirse que la cantidad como diversidad de organismos en el suelo, varía de acuerdo a las condiciones de uso y manejo del suelo, a algunas propiedades tanto físicas como químicas y a condiciones ambientales.

Tabla 2. Microorganismos representativos del suelo.

Grupo microbial	Ejemplo	Número (cantidad por g suelo)
Virus	Mosaico del tabaco	10^{10}-10^{11}
Bacterias	Pseudomonas	10^{8}-10^{9}
Actinomicetos	Streptomyces	10^{7}-10^{8}
Hongos	Mucor	10^{5}-10^{6}
Algas	Chlorella	10^{3}-10^{5}
Nematodos	Pratylenchus	10^{1}-10^{2}
Lombrices	Eisenia	0

Fuente: Microorganismos representativos del suelo (Sylvia, 2005).

Por consiguiente, los organismos del suelo se constituyen en el agente principal del ciclo de los nutrientes, regulan la retención del carbono y la emisión de gases efecto invernadero, la dinámica de la materia orgánica del suelo, modifican la estructura material del mismo y los regímenes del agua, de esta manera los organismos mejoran la eficacia para el suministro y asimilación de los nutrientes por parte de las plantas (Labrador, 2008, p.89).

Es así como la biota del suelo la compone el conjunto de la fauna y la flora que vive en él; la gran mayoría de los organismos del suelo establecen una permanente competencia por nutrientes, oxígeno, humedad y espacio. Los organismos que integran la meso y macro-biota del suelo cumplenuna función fundamental en la fragmentación, transformación y translocaciónde materiales orgánicos en él, aportando considerables cantidades de biomasa al suelo (Cruz, 2011, p.2).

2.2.5. Proceso anaeróbico de descomposición de la materia orgánica para la obtención de biol

El proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica, es realizado en un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar éste en biogás y fertilizante (Martínez, 2012, p.220).

Los principales productos del proceso de digestión anaerobia, en sistemas de alta carga orgánica y en mezcla completa, son el biogás y un bioabono que consiste en un efluente estabilizado; esta materia orgánica rica en elementos minerales también conocida como bioabono, puede presentarse de dos formas: líquida y sólida (Varnero, 2011, p.87).

Martí (2006), precisa que este efluente resultante es la mezcla del influente estabilizado y la biomasa microbiana producida. El biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno (INIA, 2008). Inicialmente se lo había considerado un producto secundario, pero actualmente se lo está tratando con la misma importancia, o mayor, que el biogás, ya que provee a las familias de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas (Martí, 2008).

Los bioprocesos utilizados para estabilizar los residuos orgánicos, se basan en una digestión de tipo aeróbica (compostaje) o de tipo anaeróbica (fermentación con producción de biogás). La calidad de cualquier material

orgánico que ha sido bioprocesado, ya sea en forma aeróbica o anaeróbica, está relacionada con la estabilidad biológica y la madurez química que se alcanza durante el desarrollo y, la evolución de las diferentes etapas del proceso (Varnero 2011, p.88).

2.2.6. Factores a considerar en el proceso de digestión

a. Materia prima. La materia prima preferentemente utilizada para ser sometida a este tratamiento es cualquier biomasa residual que posea un alto contenido en humedad (Lorenzo y Obaya 2005), pueden ser residuos orgánicos de origen vegetal, animal, agroindustrial, forestal, doméstico u otros. Las características bioquímicas que presenten estos residuos deben permitir el desarrollo y la actividad microbiana del sistema anaeróbico. El proceso microbiológico no solo requiere de fuentes de carbono y nitrógeno sino que también deben estar presentes en un cierto equilibrio sales minerales (azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno, níquel y otros menores) (Varnero, 2011,p.98).

Los materiales que se pueden usar para la generación de metano son muy diversos:

- Residuos de cosechas: malezas, paja, rastrojo de maíz y otros cultivos, forraje deteriorado.
- Restos de origen animal: residuos de establos (estiércol, orina, paja de camas), camas de ponedoras, boñigas (estiércol) de cabras y ovejas, desperdicios de matadero (sangre, vísceras), desperdicios de pesca, restos de lana y cuero.
- Residuos de origen humano: basura, heces, orina; Residuos agroindustriales: tortas de oleaginosas, bagazo, salvado de arroz, y desechos de tabaco y semillas, desperdicios del procesamiento de hortalizas y frutas, limos de la prensa en ingenios, residuos de té, polvo de las desmotadoras e industria textil.
- Mantillo forestal: ramitas, hojas, cortezas, ramas.

- Restos de plantas acuáticas: algas marinas, camalotes (jacinto de agua). (Nacional Research Council Report, citado por Cabrera 2017, p.165).

b. Relación Carbono/Nitrógeno

El carbono y el nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas. El carbono constituye la fuente de energía y el nitrógeno es utilizado para la formación de nuevas células. Estas bacterias consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación óptima de estos dos elementos en la materia prima se considera en unrango de 30:1 hasta 20:1 (Varnero, 2011, Guevara, 1996). Una relación C/Ncon valores de por lo menos 25:1 es recomendable para una óptima producciónde gas (Gerardi, 2003). La descomposición de materiales con alto contenido decarbono, superior a 35:1, ocurre más lentamente, porque la multiplicación y desarrollo de bacterias es bajo, por la falta de nitrógeno, pero el período de producción de biogás es más prolongado. En cambio, con una relación C/N menor de 8:1 se inhibe la actividad bacteriana debido a la formación de un excesivo contenido de amonio, el cual en grandes cantidades es tóxico e inhibeel proceso (Varnero, 2011, p.77).

c. Temperatura

La temperatura es uno de los más importantes factores que afectan la actividad microbiana dentro de un digestor anaeróbico; la producción de metano depende fuertemente de la temperatura (Gerardi, 2003). La gama de temperatura para la digestión anaeróbica varía entre 10 y 60°C (Taiganides, citado por Carrillo 2004). Existen tres rangos de temperatura en los que pueden trabajar los microorganismos anaeróbicos: psicrófilos (por debajo de 25°C), mesófilos (entre 25 y 45°C) y termófilos (entre 45 y 65°C) (Varnero, 2011). Sin embargo, las dos zonas óptimas son la mesófila (30 a 40°C) y la termófila (4 a 60°C). Casi todos los digestores funcionan dentro de los límites de temperaturas mesofílicas y la digestión óptima se obtiene a unos 35°C. La velocidad de digestión a temperaturas superiores a 45°C es mayor que a

temperaturas más bajas. Sin embargo, dentro de esta gama de temperaturas, las bacterias son sumamente sensibles a los cambios ambientales y el mantenimiento de estas temperaturas elevadas resulta costoso y a veces difícil (Taiganides, citado por Carrillo, 2004).

d. pH

La actividad enzimática o funcionamiento del digestor está influenciado por el pH. El pH en un digestor anaeróbico inicialmente disminuirá debido a la producción de ácidos volátiles. Sin embargo, como las bacterias formadoras de metano consumen estos ácidos volátiles se alcalinizará el medio, el pH del digestor se incrementa y luego se estabiliza. Una aceptable actividad enzimática de las bacterias formadoras de ácidos ocurre por encima de un pH 5,0, sin una actividad enzimática de las bacterias formadoras de metano no ocurre por debajo de un pH 6,2 (Gerardi, 2003), ya que si el valordel pH descendiera por debajo de 6,2, el medio se tornaría tóxico para las bacterias metanogénicas y se inhibiría el proceso (Kossmann et al. sé). El óptimo es entre 5,5 y 6,5 para acidogénicas y entre 7,8 y 8,2 para metanogénicas (Varnero 2011).

El proceso anaeróbico es afectado adversamente con pequeños cambios en los niveles de pH (que se encuentran fuera del rango óptimo). Los microorganismos metanogénicos son más susceptibles a las variaciones de pH que los otros microorganismos de la comunidad microbiana anaeróbica. Los diferentes grupos bacterianos presentes en el proceso dedigestión anaeróbica presentan unos niveles de actividad óptimos en torno a la neutralidad. Para que el proceso se desarrolle satisfactoriamente, el pH no debe bajar de 6 ni subir de 8 (Varnero, 2011), valores de pH inferiores a 6 o superiores a 8 son restrictivos y algo tóxicas para las bacterias formadoras de metano (Gerardi, 2003). El pH óptimo para cultivos mixtos se encuentra en el rango entre 6.8 y 7.4, siendo el pH neutro el ideal (Varnero, 2011). Gerardi (2003), indica que muchas bacterias anaerobias, incluyendo a las bacterias formadoras de metano, se desempeñan bien en un rango de pH entre 6.8 y 7.2.

Por otra parte, el pH afecta a los diferentes equilibrios químicos existentes en el medio, pudiendo desplazarlos hacia la formación de un determinado componente que tenga influencia en el proceso. Este es el caso de los equilibrios ácido-base del amoníaco y del ácido acético: al aumentar el pH se favorece la formación de amoniaco que, en elevadas concentraciones, es inhibidor del crecimiento microbiano y a pH bajos se genera mayoritariamentela forma no ionizada del ácido acético, que inhibe el mecanismo de degradación del propionato. (Martínez, 2010).

e. Volumen y mezcla de la carga

El volumen total del biodigestor ha de albergar una parte líquida y otra gaseosa. Normalmente se da un espacio del 75% del volumen total a la fase líquida, y del 25% restante a la fase gaseosa (Martí, 2008). No es conveniente que la carga a degradar esté muy concentrada ni muy diluida, se recomienda una concentración de 5 a 10%. Sobre la base de los sólidos totales de la carga pueden calcularse la concentración de los lodos, la cantidad de agua que habrá de agregar y las proporciones de los componentes (Guevara, 1996). Todos los días hay que cargar el biodigestor (de carga continua) conuna carga de estiércol mezclada 1:4 con agua. De esta manera una parte es de estiércol y cuatro de agua. En artículos y bibliografía anterior se recomendaba en todos los casos mezclas de 1:4 para biodigestores tubulares, pero en el caso de estiércol de ganado bovino, una mezcla de 1:3 es suficiente como se ha visto experimentalmente (Martí, 2008).

El contenido del digestor anaeróbico debe ser mezclado; esta mezcla mejora el proceso de digestión al distribuir las bacterias, sustrato y nutrientes en el digestor. Las actividades metabólicas de las bacterias formadoras de acetato y de las bacterias formadoras de metano, requieren este cercano contacto; una mezcla lenta y suave garantiza este contacto. Además, la mezcla permitirá un eficiente hidrolisis y producción de ácidos orgánicos y alcoholes por bacterias formadoras de ácido (García, 2010).

2.2.7. Abonos orgánicos.

2.2.7.1. Situación actual de los abonos orgánicos en el Perú

Al 2014, el mercado de los abonos orgánicos en el Perú generó US$ 200 millones anuales, y se estima que su demanda es de 8,6 millones de toneladas al año; además se proyecta que la agroexportación peruana superará los US$ 10 billones en el 2020, un sector en continuo crecimiento (MINAGRI, 2014). Según los resultados del VI Censo Nacional Agropecuario, de los 5'476'977 de Ha. de superficie agrícola que existen en el Perú, 18% corresponden a una extensión aproximada de 1 millón de hectáreas, catalogada como área mejorable, es decir que su suelo debe ser enriquecido con fertilizantes. En el Perú el número total de productores agropecuarios que utilizan algún tipo de abono orgánico es de 1.370.000; el cual representa el62% del total de productores agropecuarios (INIA, 2012), lo cual es indicativo del potencial agropecuario en el país, especialmente en zonas altoandinas (MINAG, 2010).

2.2.7.2. Efectos de los Microorganismos Eficientes (EM)

Estos microrganismos efectivos, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y antioxidantes. Cambian la microflora y microflora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades, y esta a su vez tiene la capacidad de transformase en tierra azimogénica. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica (EM Research Organization, 2007).

Según la Fundación Piedrabuena (2003), los efectos beneficiosos de la aplicación del EM son:

- Promover la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.

- Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos, y suprime los patógenos y pestes que promueven enfermedades.
- Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.

Además de los beneficios señalados anteriormente, según la Guía de la Tecnología de EM (2011), los microorganismos eficientes también generan los siguientes beneficios:

- Contribuyen al proceso de descomposición de la materia orgánica, incrementando el humus en el suelo.
- Mejoran el sistema inmunológico de plantas y animales. - Incrementan la población de microorganismos en la zona de la rizósfera, mejorando la absorción de los nutrientes.
- Contribuyen al manejo de las excretas, impidiendo la proliferación de otros microorganismos que generan la pudrición de la materia orgánica.
- Mejora la calidad del agua de bebida de animales, al mejorar su calidad microbiológica y enriquecerla con sustancias benéficas (probióticos).
- Mejora las condiciones de suelo de estanques.

2.2.7.3. Fertilizantes químicos

Los fertilizantes químicos son sustancias, generalmente mezclas químicas que se agregan al suelo para cubrir cualquier deficiencia de nutrientes de este. Existen numerosos fertilizantes químicos con diferentes nutrientes, sin embargo, los que se aportan en forma casi exclusiva y enmayores cantidades son aquellos elementos químicos denominados macro elementos primarios (N, P, K).

Según su composición se puede diferenciar en fertilizantes simples y fertilizantes compuestos (Irañeta ,2011).

- Fertilizantes simples: contienen sólo un elemento como fertilizante; los nitrogenados contienen solo nitrógeno (N) y entre ellos están la Urea, los fosfatados contiene solo fósforo (P) como el superfosfato, y los potásicos contienen sólo potasio (K) como cloruro potásico o el sulfato potásico.
- Fertilizante Compuestos: contienen dos o tres nutrientes básicos (N, P y K). se identifican con 3 números seguidos que representan su riqueza en nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

Las materias primas para la producción de fertilizantes químicos provienen principalmente de yacimientos mineros (fuentes ir renovables), cuyas extensiones son relativamente pequeñas. En manejo, transporte y la aplicación de los fertilizantes químicos, a comparación de los fertilizantes orgánicos, es más conveniente y barata debido a su elevada concentración de nutrientes y subaja humedad. Esta elevada concentración de nutrientes puede ser un problema para el suelo, agregándole más nutrientes de los que las plantas necesitan, convirtiéndose en toxico para los cultivos, y produciendo lo que comúnmente se le conoce como fertilidad de suelo en desequilibrio además como estos nutrientes se encuentran en estado soluble, son fácilmente lixiviados contaminando también a su paso cuerpos de agua (Cuvero y Vieira, 1999).

2.2.7.4. Fertilizantes orgánicos o biofertilizantes

Los biofertilizantes, también conocidos como fertilizantes orgánicos, abonos orgánicos y abonos verdes, son un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal omixto que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo agregandoimportantes cantidades de nutrientes, mejorando sus características físicas,

químicas y biológicas y aumentar productividad de los cultivos sin necesidad de utilizar fertilizantes químicos (Xelhuantzi, 2012).

Los biofertilizantes han sido relacionado principalmente al mejoramiento de los suelos, la disponibilidad de los nutrimentos de los abonos orgánicos es usualmente baja y variable si se compara con los fertilizantes químicos, debido a que los fertilizantes orgánicos requieren mineralizaciónprevia que puede durar desde semanas hasta meses, para poder ser absorbidos por la planta, sin embargo esta característica es una de las razonespor las que se mantiene los sistemas agro productivos sin ocasionar pérdidas de fertilidad de los suelos a largo plazo (Henríquez, 2014).

Los abonos orgánicos por las propias características en su composición son formadores del humus y enriquecen al suelo. Las características físicas a las cuales los abonos orgánicos favorecen son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración y conductividad hidráulica. (Cuvero, 2005). Entre los tipos de fertilizantes se encuentran aquellos procesados y sin procesar como se observa en la tabla.

Tabla 3. Tipos de fertilizantes orgánicos (Buchelli, 2014).

Estado del fertilizante	Sin procesar	Procesados
Solidos	Excretas de animales Desechos vegetales Rastrojos o follajes Abono verde	Compost Bocachi lombricompost
Liquido	Efluentes industriales	De compost Te de estiércol Biofermentos

Fuente: Fertilizantes (Meléndez, 2004).

2.2.8. Biol

Según Arana (2013), manifiesta que los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permiten aprovechar el estiércol de los animales,

sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultado un fertilizante foliar que contiene fitohormonas. (Auxinas, Giberelinas y Citoquininas).

Tabla 4. Composición química de diferentes tipos de Bioles.

Componente	**Estiércol vacuno**	**Restos de comida**	**Restos de banana hojas, tallos y frutos**
pH	7.96	8.1	No mencionada
Materia seca	4.18%	4.20%	No mencionada
Nitrogeno total	2.63 g/Kg	2.4 g/Kg	0.2 g/kg
NH_4	1.27 g /Kg	1.08 g/Kg	No mencionada
Fosforo	0.43 g /Kg	1.01	0.076 g/kg
Potasio	2.66 g /Kg	2.94	4.2 g/kg
Calcio	1.05 g /Kg	0.5	0.056 g/kg
Magnesio	0.38 g /Kg	No mencionada	0.131 g/kg
Sodio	0.404 g /Kg	No mencionada	2.1 g/kg
Azufre	No mencionada	No mencionada	6.4 g/kg
Carbono	No mencionada	No mencionada	1.1 g/kg
Aluminio	No mencionada	No mencionada	0.04 g/kg
Boro	No mencionada	No mencionada	0.56 g/kg
Zinc	No mencionada	No mencionada	No mencionada

Fuente: Aparcana (2005).

Peña (2008), indica que el biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores (un contenedor cerrado), los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales. Sin embargo, en los últimos años, esta técnica está priorizando la producción del bioabono, especialmente del abono foliar denominado biol.

Pedrique (2008), manifiesta que los abonos líquidos o bioles son una estrategia que consiente en aprovechar el estiércol de los animales, todo esto sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultado un fertilizante foliar que contiene principios hormonales vegetales (auxinas y giberelinas).

Investigaciones realizadas, permiten comprobar que aplicados foliarmente a los cultivos en una concentración entre 20% y 50% se estimula el crecimiento, mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Estos abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo (Pedrique, 2008).

El biol es un abono foliar orgánico, valioso para los pequeños productores agrícolas, en especial para aquellos cuyos terrenos son de media a baja fertilidad, el uso del biol se constituye en un complemento importante al abonamiento del suelo para la obtención de mejores rendimientos, pues su uso aporta no solo los macro y micronutrientes para el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas de cacao sino que son fuentes naturales de fitohormonas, entre otros, haciendo de la fertilización una práctica,

2.2.8.1. Biol acelerado

Los bioles acelerados son el resultado de la fermentación láctica de la materia orgánica utilizando el consorcio microbiano B-lac, estas bacterias aceleran el proceso de degradación de los residuos además deeliminar rápidamente las bacterias y otros patógenos por la producción de ácido láctico que inhibe el crecimiento y desarrollo de las otras bacterias dándole ventaja competitiva a las bacterias ácido-lácticas, estos ácidos le dan la particularidad a los bioles acelerados de tener un pH ácido (Peralta, 2016).

Además, la producción de este abono orgánico es una gran alternativa a la utilización de fertilizantes químicos debido a la baja inversión económica para su producción y su rapidez para transformar múltiples tipos residuos orgánicos que evitarán y minimizarán los impactos ambientales de estos. Al igual que los bioles la composición nutricional de los bioles acelerados varía con la composición química de los insumos utilizadosen el proceso de fermentación. En la tabla 5 se muestra la composición química de diferentes bioles acelerados.

Tabla 5. Composición química de los bioles acelerados.

Nutrientes	Composición química de los bioles acelerados			
	Biol acelerado de estiércol de vacuno	**Biol acelerado de residuos de rocoto**	**Biol acelerado de estiércol de ovino**	**Biol acelerado de residuos de poda**
N mg/l	4200	2716	1876	16800
P mg/l	744.2	259	203.4	1222
K mg/l	17200	8040	9005.6	8160
Ca mg/l	5200	836	1523.1	1520
Mg mg/l	1740	556	1044.4	864
Na mg /l	1040	214	590.8	2280

Fuente: Peralta (2010).

2.2.8.2. Fermentación acido láctica

Es un proceso celular anaeróbico en el cual la fermentación produce ácido láctico como principal producto de la transformación de hidratos de carbono. Este proceso es realizado por bacterias llamadas ácido lácticas las cuales son un grupo de bacterias Gram- positivas. Las bacterias ácido lácticas están constituidas por varios géneros como *Aerococcus, Carnobacterium, Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Pediococcus* y, *Streptococcus* (Bastardo y Pedrique, 2008). El ácido láctico, también denominado ácido 2- hidroxipropanoico, está formado por los grupos funcionales alcohol y carboxilo conformando un carbono asimétrico que le confiere su actividad óptica (García, 2010).

La fermentación acido láctica es ampliamente utilizada en la producción de alimentos, en especial de alimentos fermentados, ya que pueden producir compuestos que contribuyen con el sabor, olor, color, textura de los alimentos. Así mismo mediante esta fermentación se producen sustancias antimicrobianas, incluyendo a las bacteriocinas que tienen la capacidad de inhibir las bacterias patógenas y de deterioro de los alimentos (Mata, 1999). El ácido láctico es de amplio uso en la industria, debido a sus características benéficas, se utiliza en la industria alimentaria, en farmacia, medicina, textilería, en la industria del cuero y para la producción de plásticos biodegradables (Estela, 2007).

2.2.8.3. Ácido láctico

El ácido láctico es un ácido orgánico natural utilizado en la industria química, Farmacéutica, de alimentos y de plástico. Posee dos isómeros ópticos: el D (-) láctico y el L (+) láctico y una forma racémicaconstituida por fracciones equimolares de las formas L (+) y D (-). El isómero D (-) es perjudicial al metabolismo humano y puede generar acidosis y descalcificación, mientras que el ácido L (+) láctico es considerada sustancia GRAS (reconocido como seguro para uso como aditivo alimenticio). El ácido L (+) láctico purificado se

obtiene de procesos de separación, concentración y secado (García, 2010).

Las formas ópticamente activas como la racémica se encuentran en estado líquido y son insolubles en agua. En estado puro, el ácido láctico se encuentra en estado sólido siendo altamente higroscópico con punto de fusión bajo, el punto de ebullición se encuentra entre 125° a 140°C. Las formas isoméricas del ácido láctico pueden producir polímeros con diferentes propiedades dependiendo de la composición (Serna, 2005).

El ácido láctico puede obtenerse por vía química o biotecnológica. Por vía química se produce mediante la reacción de acetaldehído con ácido cianhídrico (HCN) para obtener lactonitrilo el cual se hidroliza para dar ácido láctico. El ácido láctico obtenido químicamente constituye solo el 10% del ácido láctico producido en el mundo debido a que éste es una mezcla de ácido láctico D y L ópticamente inactivo. El ácido láctico obtenido por vía biotecnológica es el método más empleado y se basa en la fermentación de carbohidratos por medio de bacterias u hongos los cuales forman ácido láctico D (-) o L (+) ópticamente activos. La producción por esta vía depende también del microorganismo utilizado, así como su inmovilizacióno recirculación, el pH, la temperatura, la fuente de carbono, la fuente de nitrógeno, el modo de fermentación y la formación de subproductos (Serna, 2005).

El ácido láctico que se produce durante la fermentación inhibe el crecimiento de bacterias indeseables, sin embargo, la actividad antimicrobiana del ácido láctico no se debe sólo a la acidez que ocasiona la disminución del pH del medio, sino también al efecto antimicrobiano debido a su forma no disociada (Cardenas, 2013)

2.2.8.4. Bacterias acido lácticas

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son bacilos y cocos que comprenden un gran número de bacterias gram-positivas que tienen como característica la producción de ácido láctico a partir de carbohidratos. Toleran condiciones ácidas, son no esporuladoras, no móviles, anaeróbicos,

microaerofílicos o aerotolerantes, oxidasa, catalasa y bencidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito, con metabolismo estrictamente fermentativo y obtienen su energía sólo mediante fosforilación a nivel de sustrato, la mayoría obtiene su energía solo del metabolismo de los azúcares por lo que habitan en lugares ricos en azúcar (Valin, 2010).

Las BAL son también ácido tolerante, algunas pueden crecer a pH bajos como 3,2 o a pH altos como 9.6 aunque la mayoría crece dentro de un rango de pH de 4 y 4,5 lo que les permite vivir en un medio donde otras bacterias no resistirían. Entre las BAL encontramos a las bacterias pertenecientes a los géneros *Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc y Streptococcus* (Valin, 2010).

Las bacterias ácido lácticas comprenden los siguientes géneros: Aerococcus, Alloiococcus, Carnobacterium, Dolosigranulum, Enterococcus, Globicatella, Lactobacillus, Lactococcus, Lactosphaera, Leuconostoc, Oenocuccus, Pediococcus, Streptococcus, Tetragenococcus, Vagococcus y Weissella, aunque el género Bifidobacterium no está relacionado filogenéticamente se considera dentro de las bacterias ácido lácticas ya que tiene una única vía de fermentación del azúcar (Vega, 2007).

2.2.8.5. Melaza de caña

La melaza es el efluente resultante de la preparación del azúcar mediante cristalización repetida final, de la cual no se puede extraer más azúcar. También es conocida como mieles finales o melaza “blackstrap”. Es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles que normalmente están presentes en el jugo de la caña La composición de las melazas es muy heterogénea y puede variar considerablemente dependiendo de la variedad de caña de azúcar, suelo,clima, periodo de cultivo, sistema ebullición del azúcar, tipo y capacidad de los evaporadores, entre otros. Por otro lado, la melaza de caña se caracteriza por tener entre 68 – 75% solidos disueltos y un pH de 5 a 6 (Sangama, 2010).

La melaza es muy utilizada para alimento de ganado,

producción de alcohol o para la industria alimentaria, la industria de las medicinas naturales, entre otras. (López E., 2009). Los principales componentes de la melaza son agua, sacarosa, glucosa, levulosa, cenizas, compuestos nitrogenados, compuestos no nitrogenados, ceras esteroides y esterofosfoslípidos (Vega, 2007)

2.2.8.6. Activación de Microorganismos Eficientes

Sotil (2007), recomienda: Mezclar 1 litro de EM con 1 litro de melaza de caña de azúcar y 18 litros con agua templada de una buena calidad. Dejar fermentar de siete a diez-días con una temperatura de entre 25 °C y 37 °C con el bidón cerrado. A partir del tercer día, dejar escapar un poco de aire una vez al día. El EM-A (Micoorganismos Eficientes Activados) estará listo cuando ya no se produzca más presión. El proceso de fermentación debería tener lugar, a ser posible, en la oscuridad. Este producto se puede utilizar de forma óptima durante 14 días; después, pierde en eficacia. Por ello, se debería calcular antes la cantidad exacta.

Es un producto comercial de inocuidad microbiológica, al estar compuesto por Lactobacillus y haber ausencia relativa de mohos, coliformes fecales y coliformes totales en su composición (Guccione, 2009), debido al pH ácido de 3,5 que ellos mismos generan y son capaces de tolerar, manteniéndose estables por periodos prolongados (Román, 2012). Su uso en producción de biofertilizantes transforma las excretas del ganado en un producto inocuo, ya que activa y hace desarrollar la fermentación homoláctica (Román, 2012). Se utiliza además en ganadería y agricultura para la reducción de olores desagradables y como enmienda orgánica, respectivamente. Las levaduras presentes en el Biolac realizan la fermentación de azúcares, produciendo alcohol o ácido láctico (Bylund, 2003 citado por Gordón 2013), y a pesar que se encuentran junto con las bacterias ácido lácticas, éstas no son perjudiciales (García, 2008). El Biolac también contiene bacterias mesófilas viables (3.3 x 104 UFC/ml) capaces de desarrollarse en ambientes a 30°C, las cuales toleran ambientes con pH ácido, a diferencia del resto de bacterias,

además son mesófilas, aunque son capaces de vivir en un rango de 5°C a 45°C, generalmente su temperatura óptima es de 25°C a 35°C (Martinez,2012). EM Activado consiste en 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja para que se fermente

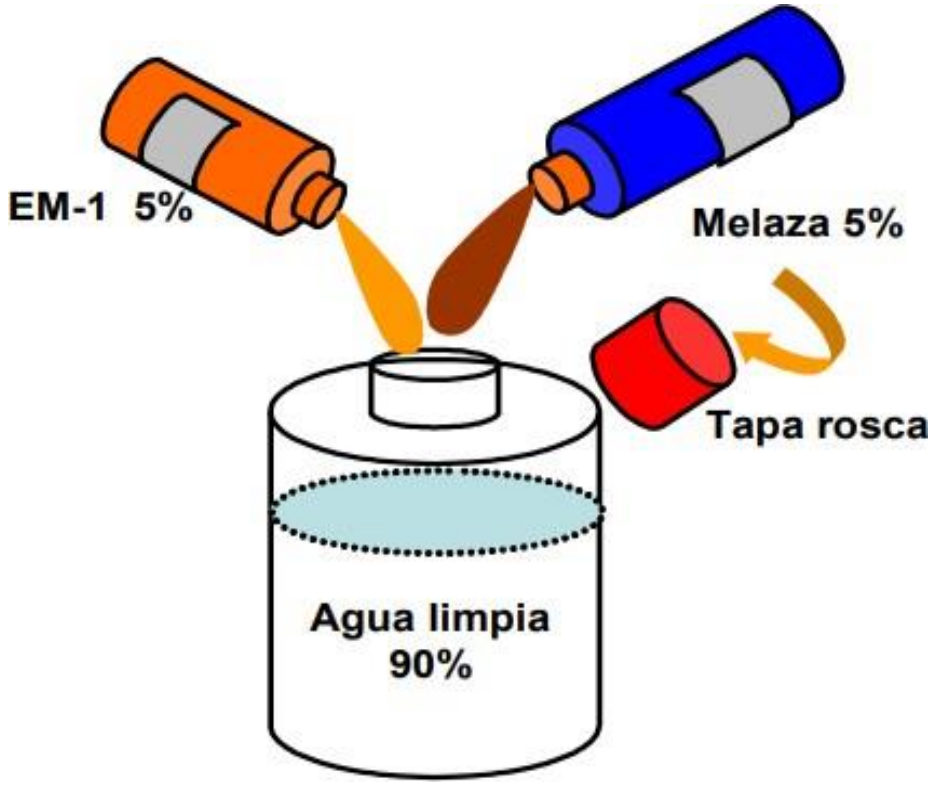


Figura 1. Activación de Microorganismos Eficientes; fuente: Guía Tecnológica EM 2019.

2.3. Definición de términos básicos

- **Abono sólido.**

Se define como un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural. En cambio, los abonos inorgánicos están fabricado por medios artesanales, como los abonos

nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, calcio, zinc. (Cárdenas, 2013).

- **Bacterias acido lácticas**

Se define como organismos inmóviles de forma esférica o bacilar Gram positivos, anaerobios aerotolerantes, que, mediante el proceso de fermentación, transforman los azúcares en ácido láctico mayormente. Para la formación de ácido láctico es preferible la utilización de bacterias termófilas de rápida fermentación con la adición mínima de nutrientes nitrogenados y que crezcan a valores reducidos de pH y para que así tengan ventajas competitivas frente a otras bacterias (Serna y Rodríguez, 2005).

- **Bacterias ácido lácticas homofermentativas**

Se define como aquellas bacterias que solo producen ácido láctico, transformando las hexosas por medio de la vía Embdem-Meyerhof. Entre estas tenemos a *Lb. caucasicus, Lb. bulgaricus, Lb. lactis, Lb. helveticus, Lb acidophilus y Lb. delbrueckii. Lb. rhamnosus, Ped. acidilactici, Ped. pentosaceus y Ped damnosus.* (Serna y Rodríguez, 2005).

- **Biol**

Se define como un abono orgánico líquido que resulta de la descomposición de los residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno y contiene nutrientes que pueden ser asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes al ataque de plagas, enfermedades y a los efectos adversos del clima (INIA, 2012).

- **Compost**

Se define como uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos. Es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo (bacterias,

hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc.) en presencia de aire oxígeno (Sangama, 2010).

- **Consorcio microbiano láctico B-lac**

Se define como el proceso desarrollado por el Laboratorio de Biorremediación del Departamento de Biología de la UNALM. En su composición el B-lac posee bacterias probióticas, ácidos orgánicos como el ácido láctico, bacteriocinas, vitaminas del complejo B, microorganismos aerobios viales y sustancias precursoras de compuestos asimilables por las plantas. (García, 2010).

- **Fermentación homoláctica**

Se define como un proceso que teóricamente degrada la glucosa a solamente a ácido láctico, mientras que la fermentación heteroláctica degradan la glucosa, a través de la vía de las hexosas fosfatadas, a cantidades equimolares de ácido láctico, ácido acético, alcohol y CO_2 (Ramírez, 2011).

- **Fertilizantes**

Se define como una sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo, mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, estimular el crecimiento vegetativo de las plantas. (Cabrera, 2017)**.**

- **Macronutrientes**

Se define como aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo. Los principales son glúcidos, proteínas, y lípidos. Otros incluyen alcohol y ácidos orgánicos. Se diferencian de los micronutrientes, las vitaminas y minerales, en que estos son necesarios en pequeñas cantidades para mantener la salud pero no paraproducir energía. (Parra, 2009).

- **Melaza**

Se define como la mezcla compleja que contiene Sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali que normalmente están presentes en el jugo de caña localizado, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar. Además de la sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa los cuales son fermentables reductores de cobre, son principalmente caramelos libre de nitrógeno producidos por el calentamiento requerido por el proceso y las melanoidinas que si contienen nitrógeno derivadas a partir de productos de condensación de azúcar y aminocompuestos (Holguín, 2009).

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El trabajo de investigación se realizó en dos fases, la primera fase se desarrolló en el distrito de Alexander Von Humboldt, de la Cooperativa Colpa de Loro de donde se obtuvo las muestras para los ensayos realizados, la segunda fase se desarrolló en el Laboratorio de microbiología y parasitología de la Universidad Nacional de Ucayali, donde se realizó el acondicionamiento, secado, molido y posteriormente tamizado (Lastra, 2019), y los análisis fisicoquímicos y de metales.

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para el presente estudio se utilizaron dos métodos de investigación: Aplicada y experimental cuantitativo.

- **Aplicada:** Debido a que los resultados pueden ser puestos en práctica inmediatamente por el sector productivo agropecuario y mejorar las condiciones del suelo con nutrientes orgánicos.

- **Cuantitativa:** Porque se determinarán las variables cualitativas que a su vez serán medidas y cuantificadas, permitiendo tener mejores resultados en la experimentación.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

a) Población.

La población total estuvo conformada por unas 450 hectáreas de cacao, cuenta con 200 socios activos, ubicado en el km 86 del distrito de Alexander Von Humbolt, pertenecientes a la Cooperativa “Colpa de loros”, de toda el área mencionada anteriormente la mitad se encuentra en crecimiento.

b. Muestra

El tipo de muestreo que se utilizó en el estudio de investigación es el de muestreo no probabilístico por conveniencia. Entonces las muestras del estudiose obtuvieron de la parcela del señor Reiles Cruz Trinidad, quien cuenta con 4 hectáreas en producción, el peso promedio de la mazorca fue de 796 gramos y las cascara representaban el 71% del peso total de la mazorca, en total se utilizaron 36 mazorcas de donde se obtuvieron un total 20 kilogramos de cascara cacao de la pos- cosecha, con coordenadas este: 0493842; norte: 9016019, de cada hectárea se tomó una muestra de 5 kilos de cascara.

3.4. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Obtención y acondicionamiento de las muestras de las cascaras de cacao de postcosechas.

Se tomaron, 20 kilogramos, de cascara de cacao en mazorcas de la post cosecha del señor Reiles Cruz Trinidad ubicado en kilómetro 86 en el distro de Alexander Von Humbolt perteneciendo a la cooperativa Colpa de Loro, lo cual las muestras se recolectaron el mismo día de su proceso de cosecha, trasladándose en costales hermético de 60 kilos de capacidad hasta el laboratorio, de microbiología y parasitología perteneciendo a la Facultad de Ciencias de Salud de la Universidad Nacional de Ucayali para su acondicionamiento respectivo.

3.4.2. Dimensionamiento y secado de las muestras.

Una vez que las muestras estuvieron en el Laboratorio de Microbiología y parasitología de Facultad de Ciencias de Salud se les comenzó a lavar a las cascaras para eliminar impurezas provenientes de las cosechas, después se procedió a picar las muestras en pequeños trozos con ayuda de cuchillos afilados para ayudar a la descomposición más rápido del residuo agroindustrial. Y posteriormente que la muestra ha sufrido el proceso de picado se le someterá al calor al aire abierto por radiación solar para secar la humedad

de las muestras.

3.4.3. Molido y tamizado de la muestra de cacao

Al mismo tiempo que las muestras ya se encontraron secas se procedió a moler de manera artesanal la cascara de cacao con ayuda de una moledora de maíz, obteniendo residuos más pequeños que pasaban por tamiz de malla de 4.7 mm. (Modelo Tyler). Repitiendo el proceso hasta obtener las muestras suficientes para realizar el proceso de laboratorio.

3.4.4. Preparación y adición de microorganismos eficientes a la muestra.

Se Mezclaron un 1 litro de EM más un 1 litro de melaza de caña de azúcar y 18 litros de buena calidad agua a temperatura ambiental. Dejando fermentar por siete días con una temperatura de entre 25 °C y 37 °C en un el bidón cerrado.

Por lo tanto, se adicionaron en recipientes herméticos de capacidad de tres litros, nueve muestras con las siguientes referencias: 300 g/1000 ml, 300g/1300 ml, 300 g/1500 ml; 400 g/1000 ml, 400g/1300 ml, 400 g/1500ml y 500 g/1000 ml, 500g/1300 ml, 500 g/1500ml.

Dejando reposar las muestras por un periodo de 7 días para su posterior extracción de las muestras sólidas y liquidas.

3.4.5. Extracción de biol y biosol de las muestras procesadas

La obtención de biol y biosol se realizó al 7 día de la descomposición acelerada extrayendo la parte liquida exprimiendo manualmente la muestra con ayuda de una tela fina separando la parte solida de la liquida, la parte solida presento un color oscuro y la liquida un color marrón claro de olor agradable; la parte solida se le puso en bolsa ciploc , la parte liquida en frascos de vidrios para su envió al laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y

Ecotoxicologia, de la Facultad de Agronomía de la UniversidadNacional Agraria de la Selva de la ciudad de Tingo María.

3.5. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Análisis de parámetros físicos-químicos y metales pesados.

a) Determinación de pH

Antes de cada medición de pH el instrumento se calibro según las instrucciones del fabricante, después se seleccionaron las muestras a analizar en la mesa de trabajo y con la tara de 10 ml se extrajo 20 ml de la muestra del interior del frasco. Luego se verterá la muestra sobre los frascos del rack (B-11). Después con un dispensador del laboratorio dispense 20 ml de agua destilada fresca. (relación 1:1) así mismo lleve el rack B-11 al agitador de muestras y agite las muestras por espacio de 10 minutos, luego apague el agitador y deje 05 minutos en reposo, a continuación, se tomó la lectura del pH y se anotó la información obtenida.

b) Determinación de nitrógeno

En un balón micro Kjeldahl de 100 mL se colocaron 1.0 g de muestra y se adiciono 1.0 g de muestra catalizadora, mas 3 mL de H_2SO_4 concentrado. Después se Calentará la unidad de digestión hasta que el color de la solución sea claro. Se dejará enfriar, seguido se adiciona agua destilada para dar volumen (+/- 15 mL).; seguido se Llevará a la unidad de destilación. Así mismo se adiciono por el tubo de seguridad NaOH que contiene fenolftaleína hasta que la solución cambie a color rojo claro (indicación de la neutralización de la acidez). Iniciando el proceso de destilación, recibiendo en 10 mL de H_3BO_3. El tiempo de destilación es de 3 - 5 minutos. 7. Titular el destilado con HCl o H_2SO_4 estandarizado

c) Determinación de potasio y zinc

Se comienzo pesando 5 g de muestra y se colocaron dentro deun tubo de centrifuga de 50 mL. Adicionar 33 mL de solución acetato de amonio. Agitar por 5 minutos en el agitador mecánico. Los tubos deben estar

tapados con tapones de jebe o polietileno. No se utilizó otro tipo porque induce a errores. Centrifugar hasta que el líquido sobrenadante sea claro. Se recaudo el líquido en un frasco volumétrico de 100 mL. Es recomendable filtrar para excluircualquier partícula. Se repitió el proceso por dos veces más y colectar el líquido. Llevar a volumen final de 100 mL. Medir el potasio K extractable en el espectrofotometro.

d) Determinación de fosforo

Se pesaron 2 g de muestra en un frasco de 250 mL. Se Adiciono 30 mL de HClO4 al 60 % más algunas granallas de vidrio. Homogenizar. Y se calentara lentamente a 100 °C, Lentamente se incrementó la temperatura a 180 °C y proseguir la digestión hasta la aparición de humos blancos de ácido. Se adiciono una pequeña cantidad de $HClO_4$, como extra, para lavar las paredes del frasco.

Se contino el calentamiento hasta ebullición por 15 a 20 minutos más. A este estado, él material insoluble se vuelve claro. La digestión total con HClO4 generalmente requiere de 40 a 60 minutos. Enfrió la mezcla. Adicionar H2O destilada para tener un volumen de 250 mL. Homogeneizar. Filtrar.

e) Determinación de cadmio

Se pesó 5 gramos de muestra en un vaso de 50 ml. Se Añadió 20 ml de agua destilada. Agitar por 30 minutos. Finamente se filtró y realizo la lectura directa de la solución en el espectrofotómetro de Absorción Atómica.

f) Determinación de plomo

Se pesaron 5 g de la muestra en un matraz Erlenmeyer, se adicionaron 20 ml de la mezcla ácida (solución de ácido nítrico y ácido perclórico en proporción 5:1). El matraz se colocó en la plancha de digestión por aproximadamente 2 horas a una temperatura de 180 a 200 ºC. Se dejaron enfriar para luego transferir la muestra a una fiola y enrasar con agua desionizada a 25 ml. Se traspasó a un tubo de ensayo y se agitó. Se tomó una alícuota de 1 ml

y se adicionaron 9 ml de agua desionizada. Se determino la concentración de plomo y zinc en un espectrofotómetro de absorción.

3.5.2. Materiales

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

Baldes de plástico de 1 L de capacidad con tapa, bolsas plásticas de 10 x 15 cm, ligas de hule, 1 pala pequeña (10 cm) de plástico, tanque de agua de polietileno de 1000 L de capacidad, carretilla, 1 pala de metal, baldes Plásticos de 20 L de capacidad, bolsas de polietileno de 80 kg de capacidad, botas de jebe, guantes de látex, bureta de 25 ml, matraces aforados de 50 ml, matraz de Erlenmeyer de 50 ml, agitador de vidrio de 15 cm, agitador de metal de 100 cm, plumón de tinta indeleble, mascarillas, piceta.

3.5.3. Reactivos y soluciones

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

Solución buffer de pH 7.01 Hanna instruments HI 7007, solución buffer de pH 4.01 Hanna instruments HI 7004, hidróxido de sodio 0.1 N, fenolftaleína, agua destilada.

3.5.4. Equipos.

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

Potenciómetro marca Hanna Instruments modelo HI 8424 microcomputer, estufa eléctrica, barnstead, balanza analítica, balanza electrónica de plataforma industrial.

3.6. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Todos los datos obtenidos se tabularon en el programa Microsoft Excel para obtener tablas, gráficos de barras y de dispersión que permitieran

evidenciar la dinámica de los diferentes parámetros evaluados durante todo el experimento.

Los datos vaciados en el programa Excel se exportaron al paquete estadístico SPSS v. 22 para el cálculo de la prueba de Tukey al 0.05 de significación para cada variable en estudio para las pruebas sensoriales.

3.7. TRATAMIENTO DE DATOS.

Los valores presentados a través del procesamiento de datos utilizando el paquete estadístico, SPSS V. 22, la prueba de Anova al 0.05 de significación para cada variable en el estudio para las pruebas sensoriales, cómo se puede observar en los resultados

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En relación a los resultados obtenidos en el trabajo de investigacióntitulado “obtención de biosol y biol, a partir de la cascara del cacao (*Theobromacacao* L.*)*, utilizando microorganismos eficientes. provincia de Padre Abad- Ucayali 2020”.

4.1. ANÁLISIS DE BIOL DE LAS MUESTRAS DE CASCARAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L).

4.1.1. Análisis del pH del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza, del pH del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 32A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1.00%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.99$, esto nos indica que el 99.00% de los valores de la variable es explicada como efectode los tratamientos y el 1% se debe a otros factores, estos valores fueron similares a los encontrado para la variable pH (Del Águila, 2019).

En relación al pH del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), se pudo determinar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos donde el T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y el T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), no presentaron diferencias significativas con un pH de 4.70 y 4.68, seguido del T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y el T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes no presentaron diferencias significativas con

un pH promedio de 4.45 y 4.44, seguido del T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), seguido del T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA),con un pH promedio de 4.29, seguido del T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), con un pH promedio de 4.25, y finalmente el T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) quien presentó un promedio 4.18 en su pH; el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no se realizó la evaluación del pH ya que no formo un biol estable. Díaz (2017) Registro valores en un rango entre 5.7 y 6.4. A partir del día 60 (2 meses) los valores de pH comenzaron a incrementarse paulatinamente (alcalinizarse) hasta el final del proceso para los tratamientos B1, B2 y B4 los que al final presentaron valores de pH cercanos a la neutralidad (entre 6,6 y 7,3). Solamente el tratamiento B3 mantuvo durante todo el proceso un pH ácido (4.1 al inicio y 5.7 al final). Hilany (2014) el pH de la muestra fue de 6.35 y para el día 2 el pH registrado fue de 3.63 manteniéndose relativamente constante durante los 30 días. En cambio, en el tratamiento piloto el pH disminuyó gradualmente, para el día 2 el pH registrado fue de 4.39, para el día 3 el pH había disminuido a 3.88 y para el día 5 alcanzó un pH de 3.72 (Del Águila, 2019).

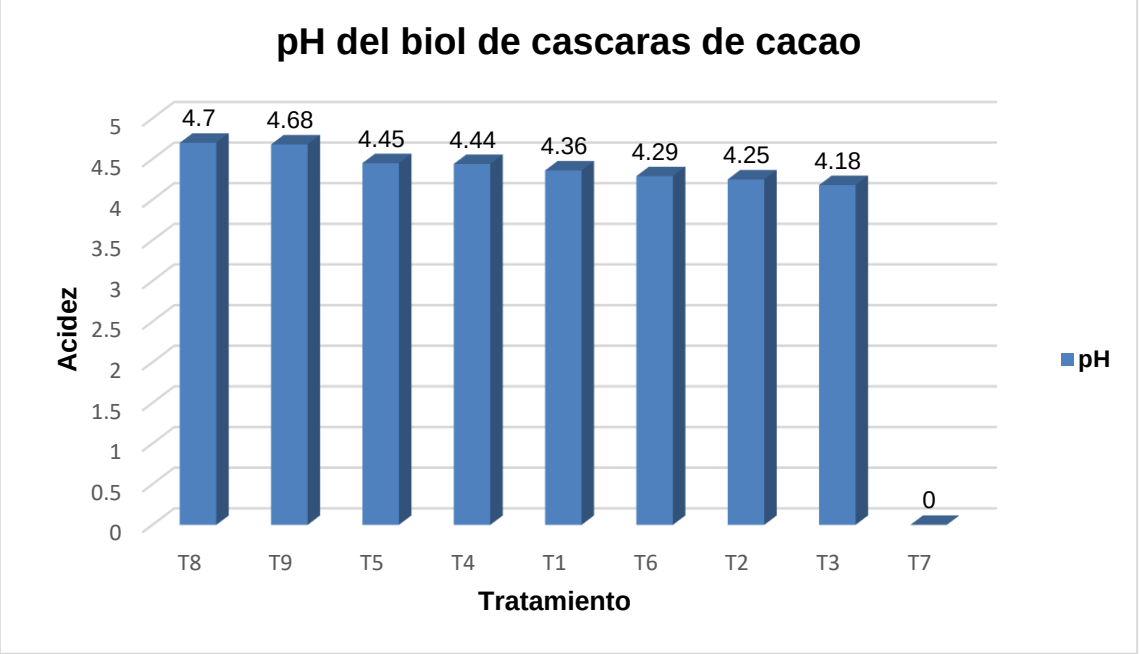


Figura 2. Muestra el pH del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tabla 6. Prueba de promedio de Tukey del pH del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones	pH	Significancia
T8	3	4.7	a
T9	3	4.68	a
T5	3	4.45	b
T4	3	4.44	b
T1	3	4.36	c
T6	3	4.29	d
T2	3	4.25	e
T3	3	4.18	f
T7	3	0	g

4.1.2. Análisis de la humedad del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza, de la humedad del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 33A), se puedo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1.00%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9900$, esto nos indica que el 99.00% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1% se debe a otros factores, estos valores fueron

similares a los encontrado para la variable humedad (Del Águila, 2019).

De acuerdo al análisis de los datos se obtuvo los siguientes porcentajes de humedad de los bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, donde el T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presento el mayor contenido de humedad con 91.15%, seguido del T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) quien obtuvo un 90.57% de humedad, seguido del T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quien obtuvo 90.22%, y finalmente los T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) presento un porcentaje de humedad de 89.60%, el T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) obtuvo un 89.40%,el T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) obtuvo un 89.36%,el T^9 (500 g de cascarade cacao y 1500 ml EMA) obtuvo un 88.19%,el T^4 (400 g de cascara de cacaoy 1000 ml EMA) obtuvo un 87.99%, el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) no se pudo determinar el contenido de humedad, en otros trabajos de investigación se encontraron niveles similares con más de 80% humedad (Del Águila, 2019).

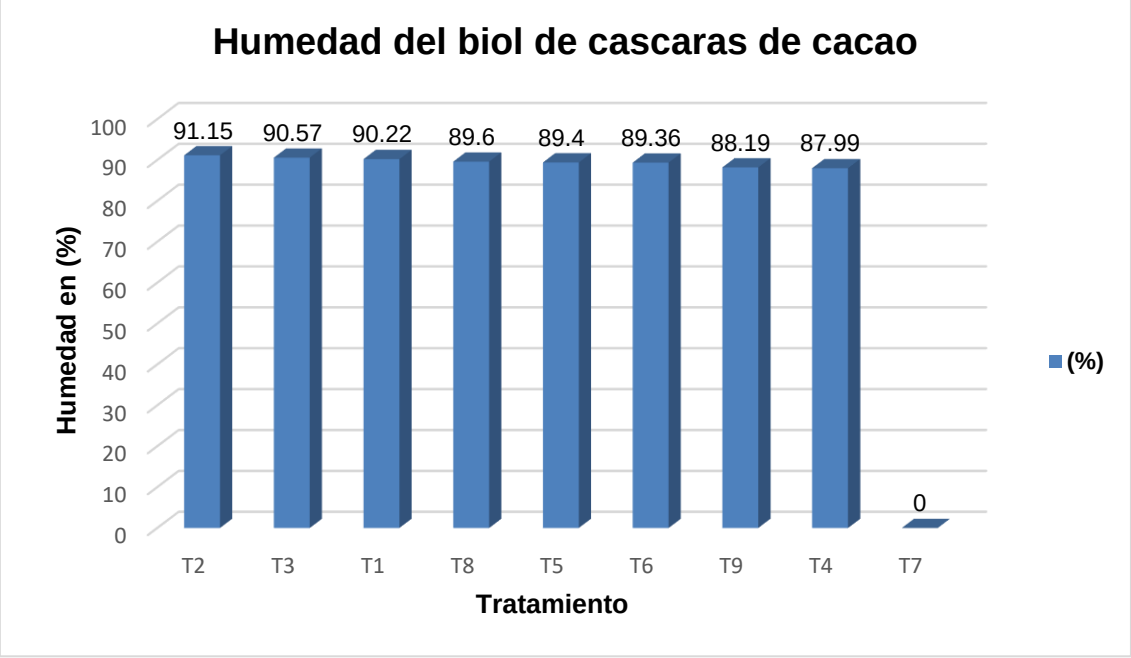


Figura 3. Humedad del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

Cano (2016) encontró que los porcentajes promedio de humedad fueron 95.18± 1.90 y 96.21 ± 2.88 %, de sólidos totales 4.81 ± 1.89 % y 3.87±

2.89 %, de sólidos volátiles 3.29± 1.40 % y 2.48 ± 2.01 % y cenizas 1.51 ± 0.50 % para los bioles bovino y porcino, respectivamente (Cano, 2016).

Tabla 7. Prueba de promedio de Tukey de la humedad del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones	Humedad (%)	Significancia
T2	3	91.15	a
T3	3	90.57	b
T1	3	90.22	c
T8	3	89.6	d
T5	3	89.4	e
T6	3	89.36	f
T9	3	88.19	g
T4	3	87.99	h
T7	3	0	i

4.1.3. Análisis en base húmeda del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

4.1.3.1. Análisis en base humedad de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza, en base húmeda de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 34A), se puedo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1.99%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar

comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9800, esto nos indica que el 98.00% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 2% se debe a otros factores, estos valores fueron similares a los encontrado para la variable humedad (Del Águila, 2019).

Tabla 8. Prueba de promedio de Tukey en base húmeda de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones	Base húmeda de la materia orgánica (%)	Significancia
T4	3	8.33	a
T9	3	7.77	b
T6	3	6.83	c
T1	3	6.36	d
T5	3	6.13	e
T2	3	5.98	f
T8	3	5.43	g
T3	3	4.65	h
T7	3	0	i

Los datos obtenidos de la evaluación de los tratamientos base húmeda de la materia orgánica de los bioles de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L), demostraron que el T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento el mayor contenido de materia orgánica en base humedad con un porcentaje 8.33%, seguido del tratamiento T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quien presento un promedio de 7.77%, seguido del T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), con un promedio de

6.83, seguido del T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron promedios similares con 6.36% y 6.13% los tratamientos T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presentaron promedios similares con 5.98% y 5.43%, y finalmente el T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presento el menor promedio con 4.65% de materia orgánica; solo el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presento características de un biol.

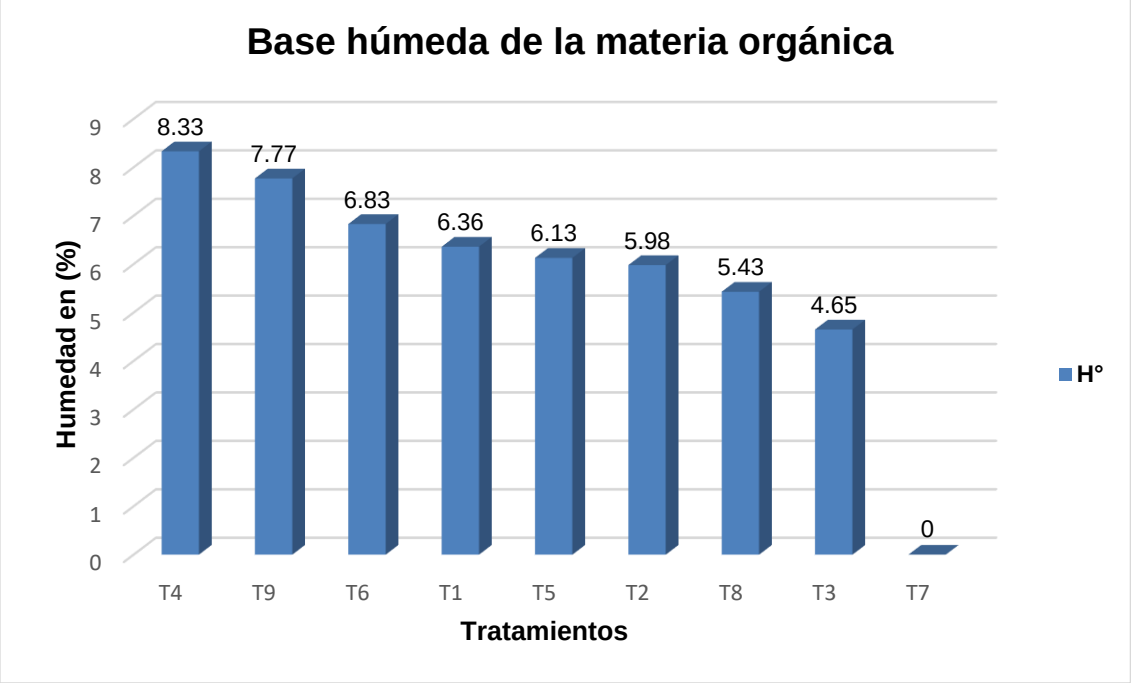


Figura 4. Contenido de humedad en base húmeda de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.3.2. Análisis en base humedad de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza, en base humedad de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 35A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 2.12%, el cual indica una mayor concentración de los datos,

es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9800, esto nos indica que el 98.00% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 2% se debe a otros factores.

Tabla 9. Prueba de promedio de Tukey en base húmeda de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Base húmeda de la ceniza (%)	Significancia
T8	4.97	a
T3	4.78	b
T5	4.47	c
T9	4.04	d
T6	3.81	e
T4	3.68	f
T1	3.42	g
T2	2.87	h
T7	0	i

Los resultados de la humedad de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, demostraron que el T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presento un mayor porcentaje de cenizas con 4.97%, seguido por los tratamientos T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quienes presentaron un porcentaje de cenizas de 4.78%, 4.47% y 4.04%; seguido delos tratamientos

T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron promedios de 3.81%, 3.68% y 3.42%; y finalmente el T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quien presentó el menor contenido de cenizas con un porcentaje de 2.87%, el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable.

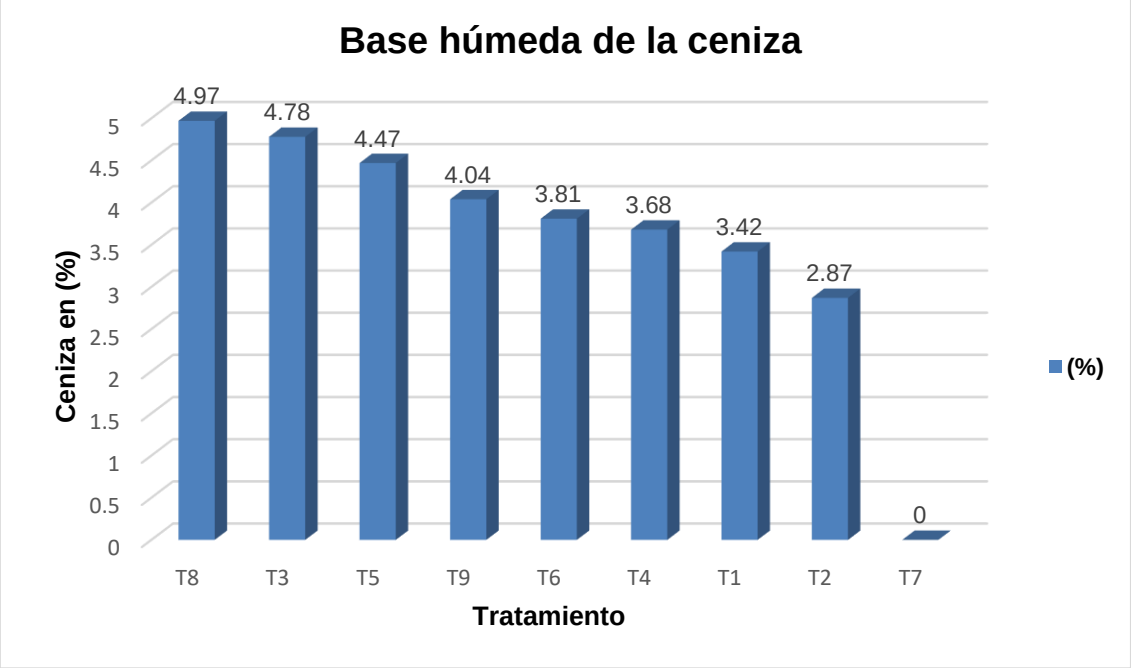


Figura 5. Contenido en base humedad de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.4. Análisis en base seca del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.).

4.1.4.1. Análisis en base seca de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza, en base seca del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 36A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1.8%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de

dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9801, esto nos indica que el 98.01% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.99% se debe a otros factores.

Cuadro 10. Prueba de promedio de Tukey en base seca del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Base seca (%)	Significancia
T4	69.39	a
T2	67.56	b
T9	65.82	c
T1	65.03	d
T6	64.18	e
T5	57.81	f
T8	52.2	g
T3	49.3	h
T7	0	i

En relación al contenido de materia orgánica en baseseca del biol de las muestras de cascaras de cacao (Theobroma cacao L.), de nueve tratamientos, se determinó que el T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento el mayor contenido de materia orgánica con 69.39%, seguidos por los tratamientos T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacaoy 1000 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), con un porcentaje de materia orgánica de 67.56%, 65.82%, 65.03 y 64.18%; seguido de los tratamientos T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^8 (500 g de cascara de cacao y

1300 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quienes presentaron promedios de 57.81%, 52.20% y 49.30%, siendo este último el tratamiento que presento un menor contenido de materia orgánica.

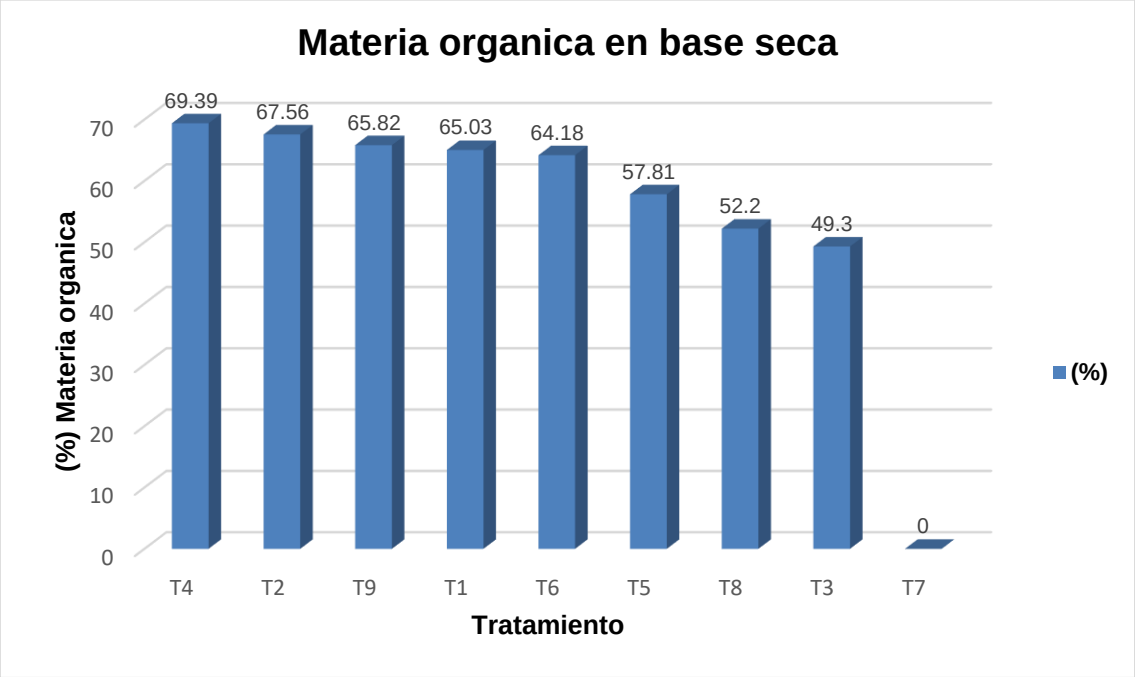


Figura 6. Contenido de materia orgánica en base seca del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.4.2. Análisis en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza, en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 37A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 4.2%, el cual indica una mayor concentración de los datos,es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9800, esto nos indica que el 98.00% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 2% se debe a otros factores.

Tabla 11. Prueba de promedio de Tukey en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), denueve tratamientos.

Tratamiento	Base seca de la ceniza (%)	Significancia
T3	50.7	a
T8	47.8	b
T5	42.19	c
T6	35.82	d
T1	34.97	e
T9	34.18	f
T2	32.44	g
T4	30.61	h
T7	0	i

Los resultados del análisis en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), determinaron que el T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presento un porcentaje de ceniza en base seca de 50.70%, seguido por los tratamientos T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un porcentaje de 47.80 y 42.19, seguidos por los tratamientos T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^9 (500 g de cascara de cacaoy 1500 ml EMA), T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron un promedio de 35.82%, 34.97%, 34.18%, 23.44% y 30.61; el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable.

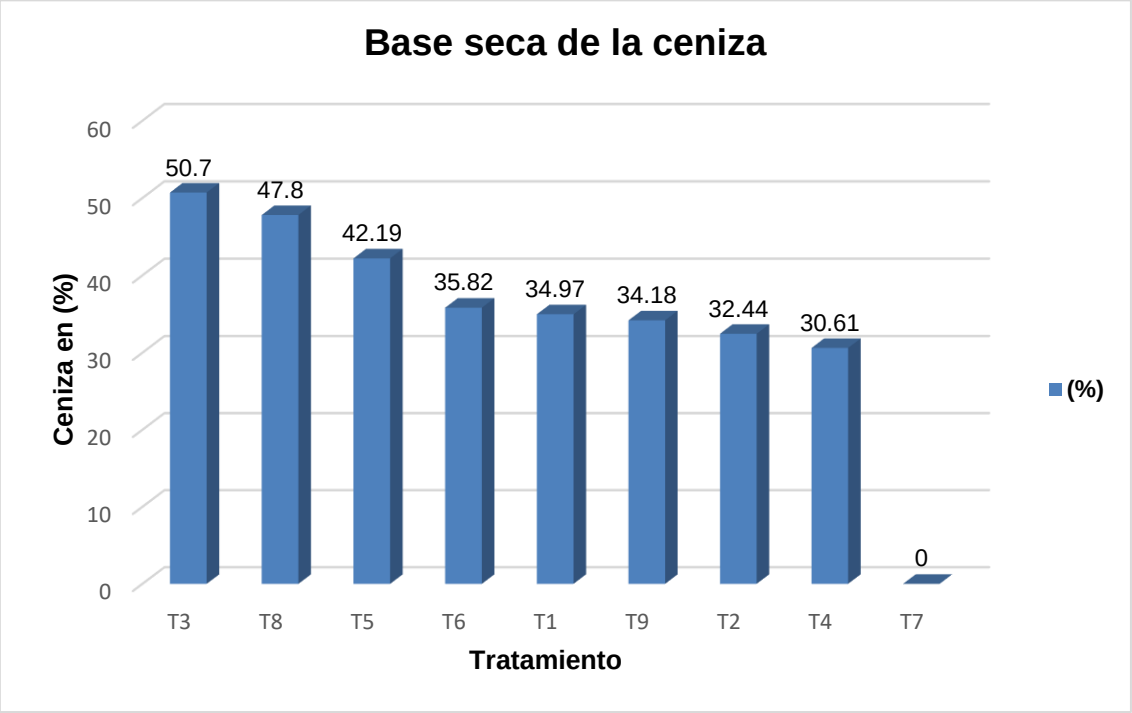


Figura 7. Contenido en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.5. Análisis del porcentaje de nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao

De acuerdo al análisis de varianza del porcentaje de nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 38A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9998, esto nos indica que el 99.98% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.02% se debe a otros factores.

En cuanto al porcentaje de nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que el T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presento el mayor

porcentaje de nitrógeno con 1.39%, seguidos por el T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un promedio de 1.27% y 1.24%; seguidos por los T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) y T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), 1.13%, 1.08%, 1.05% y 1.04, no existiendo diferencias significativas en los dos últimos tratamientos mencionados anteriormente, el T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento el menor porcentaje de nitrógeno con 0.98%, el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable. Díaz (2017) encontró un nivel de nitrógeno en promedio que fluctuó entre 905 y 3186 mg/L. Este amplio rango de valores estaría relacionado con la composición y cantidad de los insumos utilizados en cada formulación de biol, al finalizar el proceso, el contenido de nitrógeno, varió de mayor a menor en el siguiente orden: B3(3186 mg/L), B2 (2320 mg/L), B4 (1409 mg/L) y B1 (905 mg/L).

Tabla 12. Prueba de promedio de Tukey del Nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Nitrógeno (%)	Significancia
T3	1.39	a
T8	1.27	b
T5	1.24	c
T6	1.13	d
T1	1.08	e
T9	1.05	f
T2	1.04	f
T4	0.98	g
T7	0	h

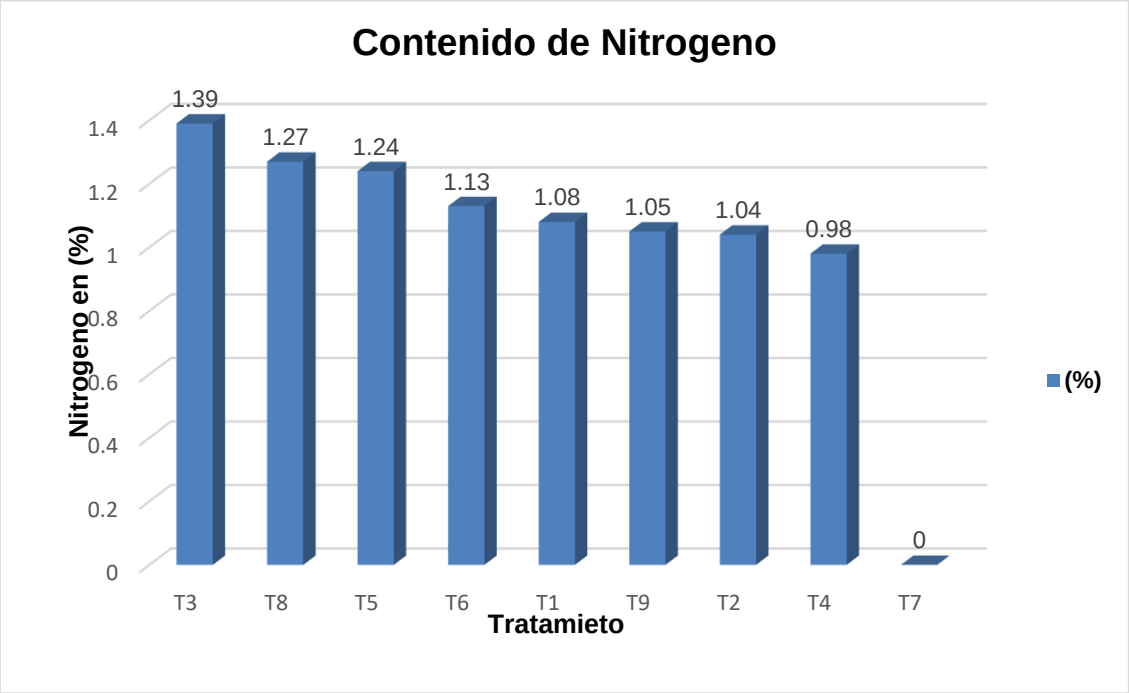


Figura 8. Contenido del porcentaje de nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.6. Análisis del porcentaje de fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.).

De acuerdo al análisis de varianza del porcentaje de fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 39A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9976, esto nos indica que el 99.76% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.024% se debe a otros factores.

Los resultados relacionados al porcentaje de fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, demostraron que el T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presento el

mayor porcentaje de fosforo con 0.68%, seguido de los tratamientos T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) y T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron promedios similares con 0.64% y 0.62% de nitrógeno, seguido de los tratamientos T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron promedios similares con 0.58%, 0.57%, 0.55%, 0.55%, no existiendo diferencias significativas entreestos tratamientos según la prueba de promedios de Tukey, el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable. Díaz (2017) Al finalizar el proceso de producción de biol se determinó el contenido de nitrógeno, varió de mayor a menor en el siguiente orden: B3(3186 mg/L), B2 (2320 mg/L), B4 (1409 mg/L) y B1 (905 mg/L), al finalizar el proceso, el contenido de fósforo total disponible entre los tratamientos, presentó el siguiente orden decreciente: B3 (290 mg/L), B4 (211 mg/L), B2 (199mg/L) y B1 (141 mg/L).

Tabla 13. Prueba de promedio de Tukey del Fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Fosforo (%)	Significancia
T9	0.68	a
T6	0.64	b
T8	0.62	b
T3	0.58	c
T2	0.57	c
T5	0.55	c
T4	0.55	c
T1	0.45	d
T7	0	e

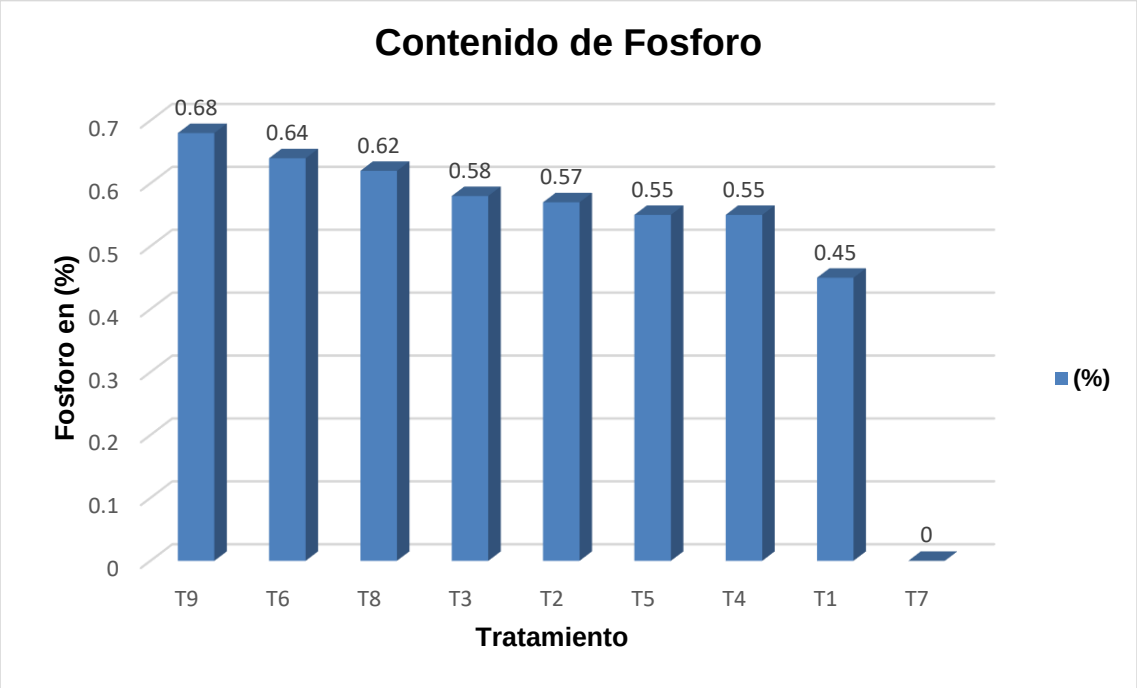


Figura 9. Contenido del porcentaje de fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.7. Análisis del porcentaje de potasio del biol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza del porcentaje de potasio del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 40A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9906, esto nos indica que el 99.06% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.94% se debe a otros factores.

En relación al contenido de potasio del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que los tratamientos T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presentaron los mayores contenidos de

potasio con 0.28%, no existiendo diferencias significativas entre ambos tratamientos, seguido del tratamiento T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quienes presentaron promedios de 0.25% y 0.2%, los tratamientos T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) y T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentaron diferencias significativos entre ellos con valores de 0.19%; 0.19% y 0.18%, y finalmente el T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento el menor contenido de potasio con0.17%; el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable. Díaz (2017) determino el contenido de potasio para cada tratamiento, registró valores similares al comparar los contenidos iniciales y finales del proceso de elaboración, en promedio, el contenido de potasio para todos los tratamientos, fluctuó entre 1265 y 4360 mg/L. Según los tratamientos, el contenido de potasio fue de mayor a menor enel siguiente orden: B2 (4360 mg/L), B4 (3773 mg/L), B3 (3333 mg/L) y B1 (1265mg/L).

Tabla 14. Prueba de promedio de Tukey del potasio del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Nitrógeno (%)	Significancia
T9	0.28	a
T8	0.28	a
T6	0.25	b
T5	0.2	c
T3	0.19	c d
T2	0.19	c d
T4	0.18	c d
T1	0.17	d
T7	0	e

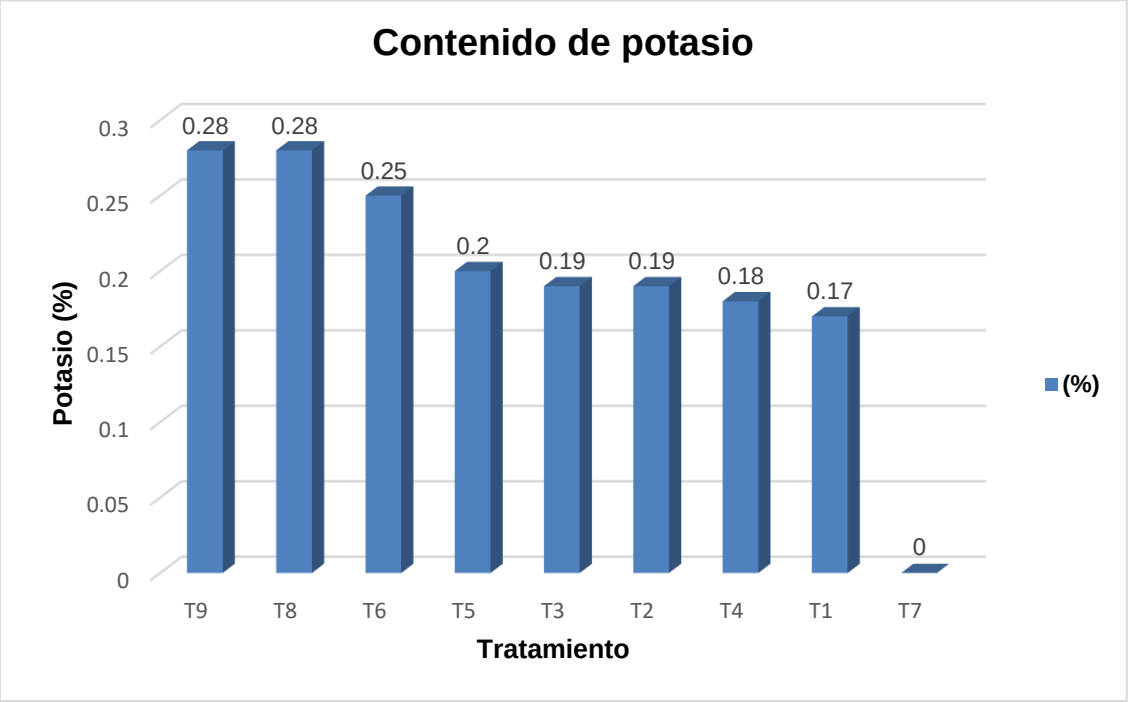


Figura 10. Contenido de potasio de los bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.8. Análisis de la relación carbono nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza de la relación carbono/nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 41A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1%, el cual indica una mayor concentración de losdatos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9999$, esto nos indica que el 99.99% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.01% se debe a otros factores.

Tabla 15. Prueba de promedio de Tukey de la relación carbono/nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Carbono/nitrógeno (%)	Significancia
T1	33.18	a
T4	33.04	b
T2	32.48	c
T5	25.58	d
T6	25.27	e
T9	23.68	f
T3	22.83	g
T8	21.05	h
T7	0	i

Según los resultados obtenidos de la relación carbono/nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que el T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento la mejor relación con un valor de 33.18, seguido de los tratamientos T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron valores similares con 33.04 y 32.48, seguido de los tratamientos T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quienes presentaron valores similares con una relación carbono/nitrógeno de 25.58 y 25.27, los tratamientos T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) y T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300ml EMA), presentaron la menor relación carbono/nitrógeno con valores de23.68, 22.83 y 21.05, el T^7 (500

g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable. Hilany (2014) encontró la proporción carbono-nitrógeno es 11.8, es decir, la concentración de carbono es 11.8 veces mayor a la concentración de nitrógeno en el biofertilizante. Mientras Espíndola (2018) encontró una relación del carbono nitrógeno es un factor que influye sobre la velocidad de descomposición de la materia orgánica fresca en residuos orgánicos de los suelos la relación es variable. Los valores de C/N obtenidos en esta investigación se encuentran entre 8,02; 7,45; 7,26 y 7,32, porlo tanto, se considera que la relación es muy estrecha y existe perdida de nitrógeno asimilable (Espíndola, 2018).

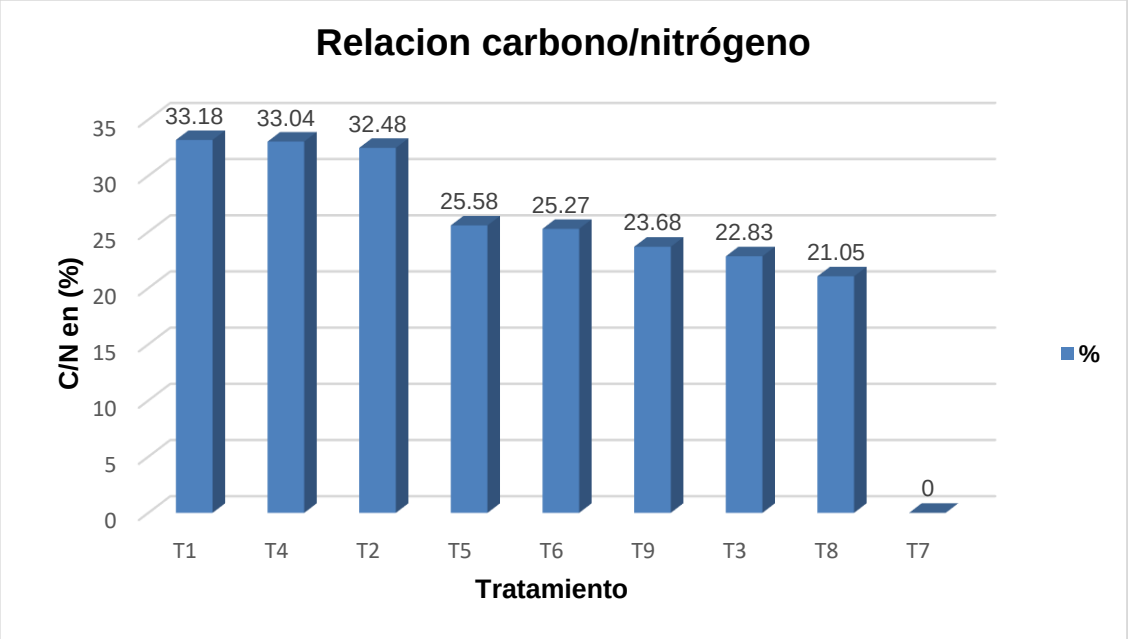


Figura 11. Relación Carbono/nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.9. Análisis del porcentaje de cadmio del biol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza del contenido de Cadmio de los bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 42A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir,

que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9996$, esto nos indica que el 99.96% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.04% se debe a otros factores.

Tabla 16. Prueba de promedio de Tukey del Cadmio del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Cadmio (%)	Significancia
T8	1.25	a
T5	1.15	b
T4	1.14	b
T9	0.87	c
T2	0.71	d
T1	0.66	e
T3	0.36	f
T6	0.29	g
T7	0	h

En cuanto al contenido de Cadmio en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que el T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presento el mayor contenido de cadmio con 1.25%, seguido de los tratamientos T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron un promedio de 1.15 y 1.14, no existiendo diferencias significativas entre ambos tratamientos, seguido de los tratamientos T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^2 (300 g de cascara de cacaoy 1300 ml EMA) y T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron valores inferiores con un contenido de 0.87%, 0.71%, 0.66%; y finalmente los

T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presentaron los menores contenidos de cadmio en su composición con niveles inferiores con un nivel promedio de 0.36% y 0.29%, el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable. Hilany (2014) indica que existe presencia de metales pesados en el biofertilizante líquido producido. Al analizar las condiciones iniciales de la mezcla de bagazo de cebada excretas de vacuno y suero de quesería, se determinó que existe presencia de metales pesados con 0.1 mg/L.

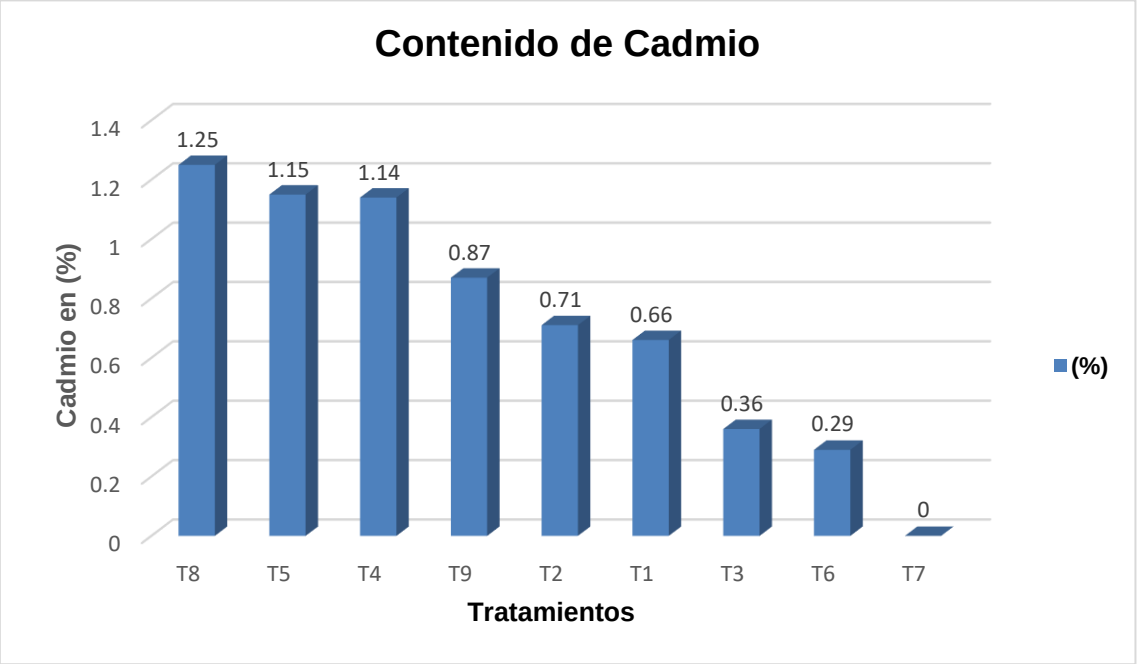


Figura 12. Contenido de Cadmio en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.10. Análisis del porcentaje de plomo del biol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza del contenido de plomo de los bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 43A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir,

que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9995$, esto nos indica que el 99.95% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.05% se debe a otros factores.

Tabla 17. Prueba de promedio de Tukey del Plomo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Plomo (%)	Significancia
T8	1.89	a
T4	1.67	b
T9	1.49	c
T5	1.37	d
T1	1.3	e
T2	1.28	e
T6	1.1	f
T3	1.09	f
T7	0	g

En relación al contenido de Cadmio en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que el T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presento el mayor contenido de plomo con 1.89%, seguido de los tratamientos T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron niveles más bajo de plomo con 1.67%, 1.49%,1.37% y 1.3%; y finalmente los tratamientos presentaron valoresinferiores a los tratamientos mencionados anteriormente con niveles promedio de 1.28%, 1.1% y 1.09% respectivamente, el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable. Hilany (2014) indica que existe presencia de metales pesados en el biofertilizante líquido

producido. Al analizar las condiciones iniciales de la mezcla de bagazo de cebada excretas de vacuno y suero de quesería, se determinó que existe presencia de metales pesados con 0.12 mg/L.

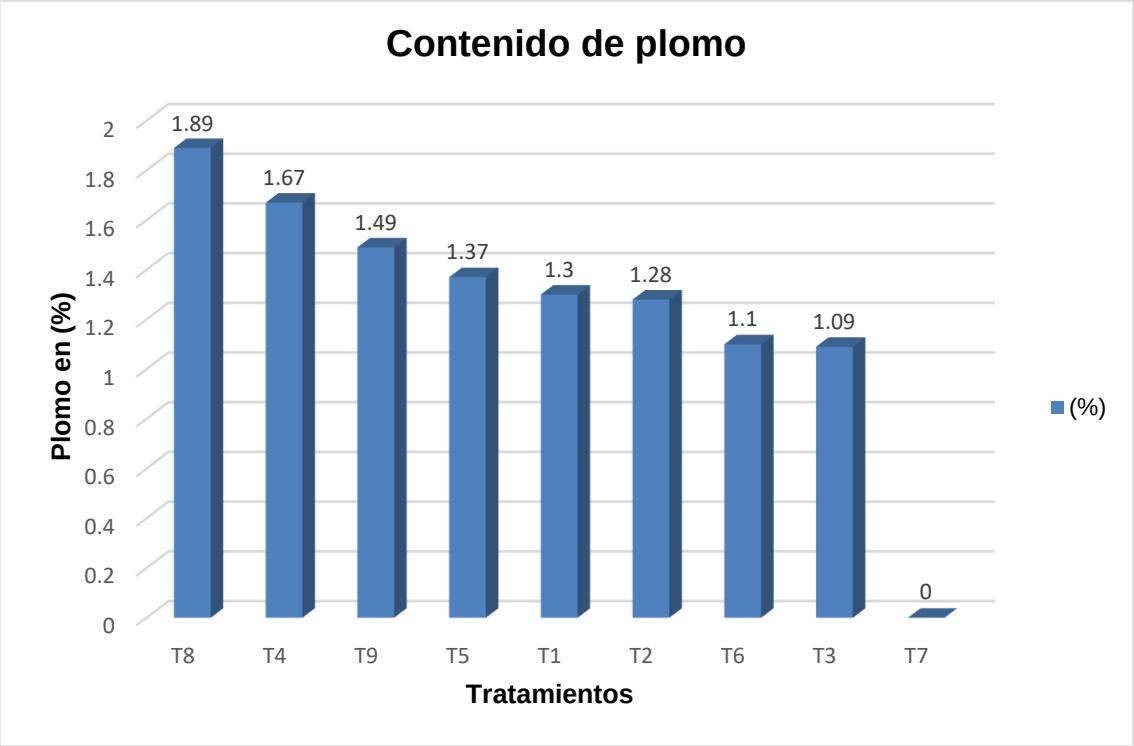


Figura 13. Contenido de Plomo en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.1.11. Análisis del porcentaje de zinc del biol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza del contenido de zinc de los bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 44A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1.5%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 =

0.9995, esto nos indica que el 99.95% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.05% se debe a otros factores.

Tabla 18. Prueba de promedio de Tukey del Zinc del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Zinc (%)	Significancia
T9	14.3	a
T8	14.11	b
T6	13.87	c
T5	12.18	d
T4	11.44	e
T3	11.13	f
T2	9.83	g
T1	8.87	h
T7	0	i

Según la prueba de promedio de Tukey para la variable contenido de Zinc en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que los tratamientos T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), el T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y el T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presentaron el mayor contenido de zinc con un promedio de 14.3%, 14.11% y 13.87%, seguido de lostratamientos T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quienes presentaron un promedio de 12.18%, 11.44% 11.13%, finalmente los tratamientos T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presentaron el menor porcentaje de zinc con

un promedio de 9.83% y 8.87%, el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), no presentó características de un biol estable.Díaz (2017)menciono que el contenido de zinc para todos los tratamientos, al finalizar el proceso varió entre 1.3 y 8.3 mg/L. Cuadro 21. En orden decreciente, el contenido de zinc presente en los tratamientos es el siguiente: B2 (8.3 mg/L),B4 (7.6 mg/L), B3 (2.4 mg/L) y B1 (1.3 mg/L). Los valores de estos micronutrientes en general fueron bajos. Para Cobre (0,84mg/L), Hierro (36,87 mg/L) y Zinc (1,87 mg/L), el tratamiento de control adquirió valores más altosen comparación con los otros tratamientos. Los valores para Calcio y Magnesio, el Tratamiento testigo presentó los valores más altos: 2821 mg/L de Ca, 2566 mg/L de Mg (Espíndola, 2018).

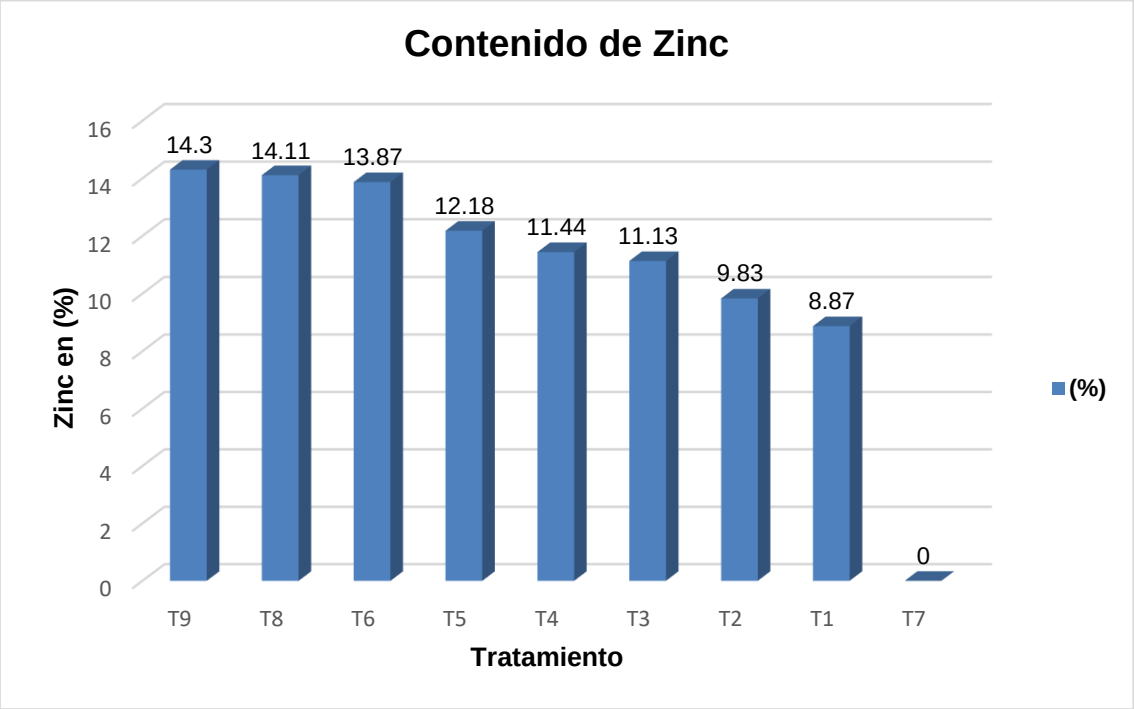


Figura 14. Contenido de Zinc en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2. ANÁLISIS DE BIOSOL DE LAS MUESTRAS DE CASCARAS DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L.).

4.2.1. Análisis del pH del biosol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza del pH del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 45A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 2%,el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9972$, esto nos indica que el 99.72% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.28% se debe a otros factores.

Tabla 19. Prueba de promedio de Tukey del pH del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	pH (%).	Significancia
T7	5.83	**a**
T9	5.4	**b**
T4	5.18	**c**
T1	5.14	**c d**
T8	5.12	**d**
T5	4.97	**e**
T3	4.89	**f**
T6	4.85	**f**
T2	4.73	**g**

De acuerdo a la prueba de promedio de Tukey para la variable pH del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve

tratamientos, se determinó que el T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento un mayor índice de pH con 5.82, seguido de los tratamientos T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un pH menor con un índice de 5.4, 5.18, 5.14 y 5.12, los tratamientos T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 mlEMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) y T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un mayor índice de acidez conrespecto a los demás tratamientos con valores de 4.97, 4.89, 4.85 y 4.73 siendo el ultimo tratamiento mencionado el que presento el índice más bajo.

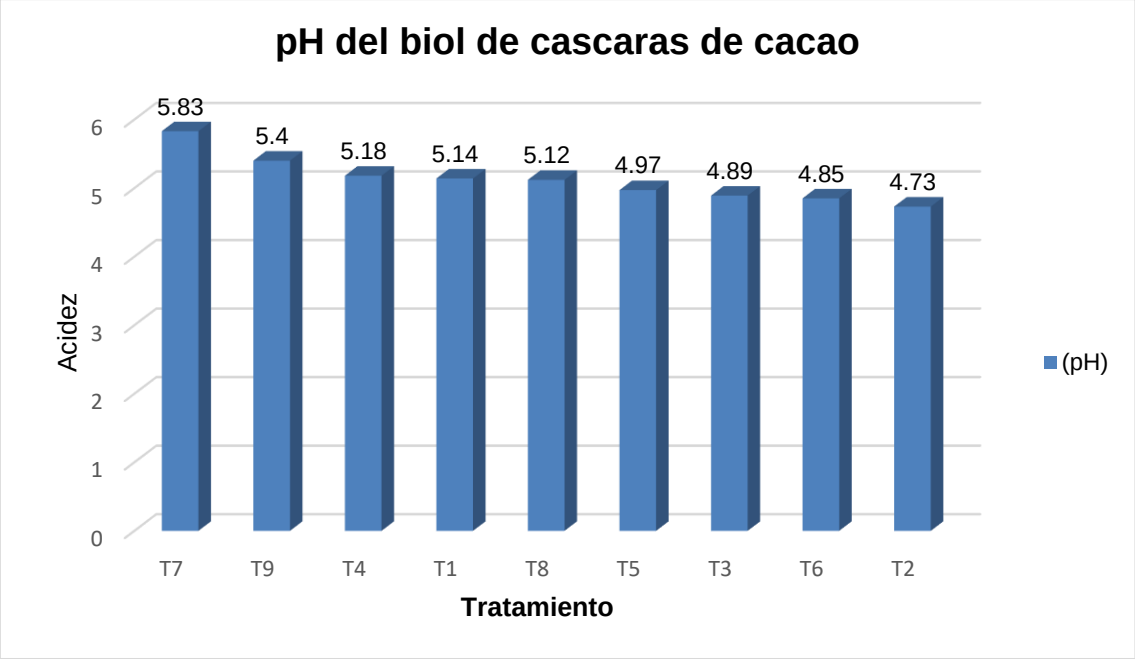


Figura 15. Muestra el pH del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.2. Análisis de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en

el (Cuadro 46A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 2%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9970, esto nos indica que el 99.70% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.3% se debe a otros factores.

Tabla 20. Prueba de promedio de Tukey de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Humedad (%).	Significancia
T2	77.15	**a**
T3	74.48	**b**
T1	73.62	**c**
T9	73.4	**d**
T6	72.68	**e**
T5	71.09	**f**
T4	69.71	**g**
T8	69.57	**h**
T7	69.25	**i**

Según los resultados obtenidos de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que el tratamiento T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presento el mayor contenido de humedad con 77.15%, seguido de los tratamientos T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^6

(400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un contenido de humedad de 74.48%, 73.62%, 73.4%, 72.68% y 71.09%, los tratamientos T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presentaron un menor contenido de humedad con un porcentaje de 69.71%, 69.57% y 69.25%.

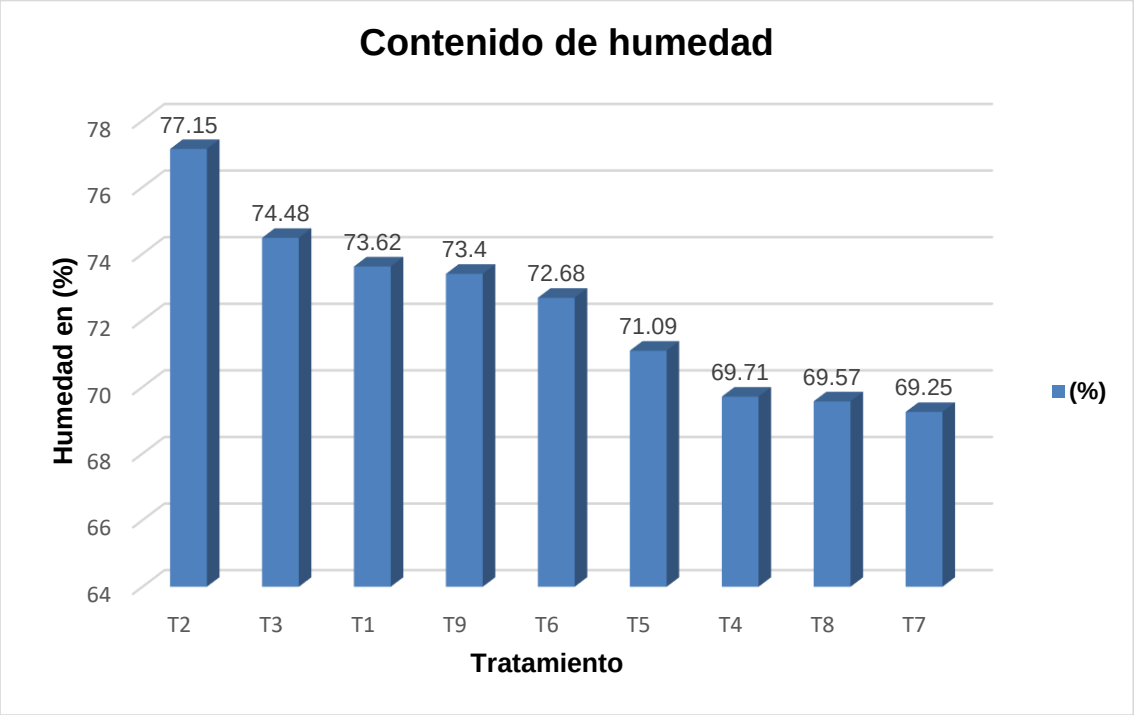


Figura 16. Muestra el contenido de humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.3. Análisis en base húmeda del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

4.2.3.1. Análisis en base humedad de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza de la humedad en base húmeda del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L),

tal como se observa en el (Cuadro 47A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 2%, el cual indica una mayor concentración de losdatos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9802, esto nos indica que el 98.02% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.98% se debe a otros factores.

Tabla 21. Prueba de promedio de Tukey de la base húmeda de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Base húmeda de la materia orgánica (%).	Significancia
T7	19.57	**a**
T4	19.38	**b**
T8	18.31	**c**
T5	17.35	**d**
T9	16.75	**e**
T6	16.47	**f**
T1	15.93	**g**
T3	15.67	**h**
T2	12.57	**i**

En cuanto a la base húmeda de la materia orgánica delbiosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que los tratamientos T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presentaron el mayor porcentaje de materia orgánica con 19.57% y 19.38%, seguido de los

tratamientos T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quienes presentaron un porcentaje de 18.31%, 17.35%, 16.47%, 15.93% y 15.67% de materia orgánica, el T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA),presento el menor contenido de materia orgánica con 12.57%.

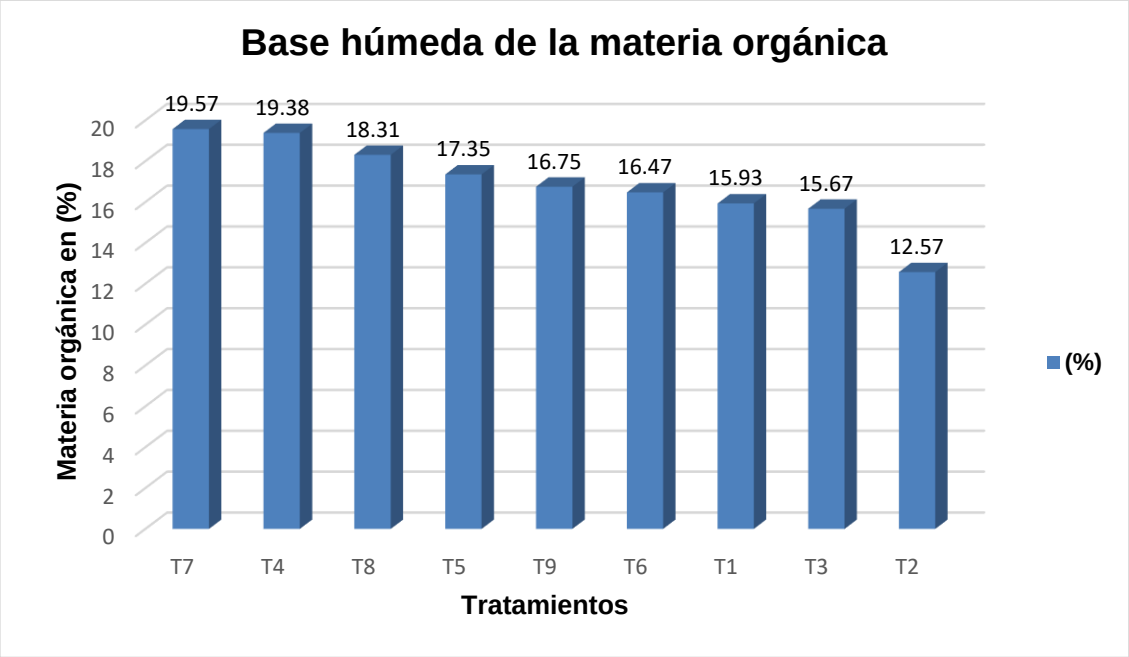


Figura 17. Muestra el contenido en base húmeda de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.3.2. Análisis en base humedad de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao*L).

De acuerdo al análisis de varianza, en base humedad de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 48A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 3.5%, el cual indica una mayor concentración de los datos,es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones

entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9984, esto nos indica que el 99.84% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.16% se debe a otros factores.

Tabla 22. Prueba de promedio de Tukey en base húmeda de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Base húmeda de la materia orgánica (%).	Significancia
T8	12.12	**a**
T5	11.56	**b**
T7	11.18	**c**
T4	10.9	**d**
T6	10.85	**d**
T1	10.45	**e**
T2	10.28	**f**
T9	9.85	**g**
T3	9.85	**g**

Los resultados de la humedad de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (Theobroma cacao L.), de nueve tratamientos, demostraron que el T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presento un mayor porcentaje de cenizas con 12.12%, seguido de los tratamientos T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un promedio de 11.56%, 11.18%, 10.9%, 10.85%, 10.45%y 10.28%, los tratamientos T^9 (500 g

de cascara de cacao y 1500 ml EMA) y T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presentaron en menor porcentaje de cenizas no existiendo diferencias significativas entre ambos tratamientos.

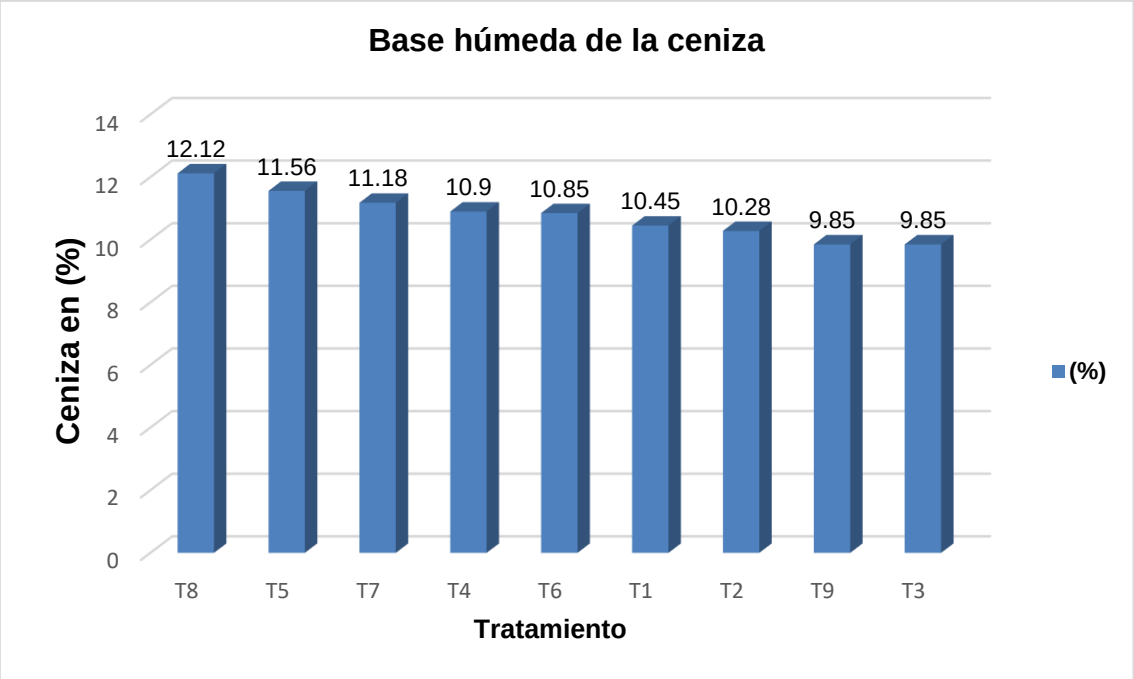


Figura 18. Muestra el contenido en base húmeda de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.4. Análisis en base seca del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

4.2.4.1. Análisis en base seca de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza de la humedad en base seca del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 49A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de

variabilidad de 4%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9998$, esto nos indica que el 99.98% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.02% se debe a otros factores.

Tabla 23. Prueba de promedio de Tukey de la base seca de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Base seca de la materia orgánica (%).	Significancia
T4	64.02	**a**
T7	63.63	**b**
T9	62.96	**c**
T3	61.39	**d**
T1	60.4	**e**
T6	60.27	**f**
T8	60.18	**f**
T5	60.01	**g**
T2	55.02	**h**

En relación a la base seca de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que los tratamientos T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presentaron el mayor porcentaje de materia orgánica con 64.02% y 63.63%, seguido de los tratamientos T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^6

(400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un promedio de 62.96%, 61.39%, 60.4%, 60.27%, 60.18%y 60.01%, el T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presento el menorcontenido de materia orgánica con 55.02%.

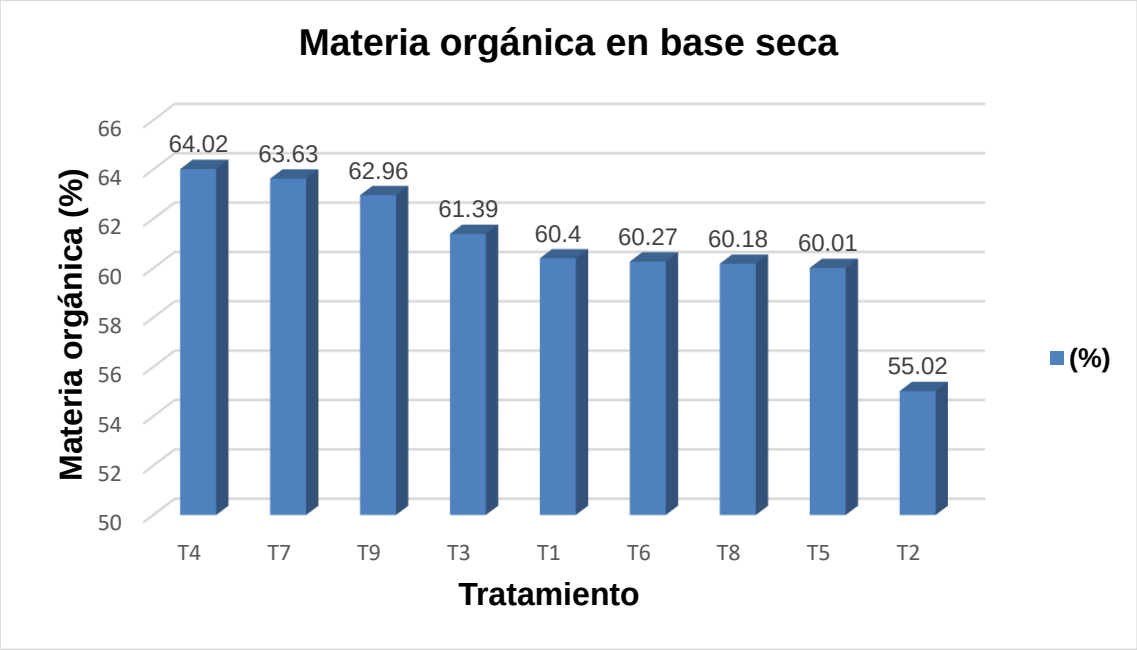


Figura 19. Muestra el contenido en base seca de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.4.2. Análisis en base seca de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza, en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 50A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1.00%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9995, esto nos indica que el 99.95% de los valores de la variable es explicada

como efecto de los tratamientos y el 0.05% se debe a otros factores.

Tabla 24. Prueba de promedio de Tukey en base húmeda de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Base seca de la ceniza (%).	Significancia
T4	44.98	**a**
T7	39.99	**b**
T9	39.82	**b c**
T3	39.73	**c d**
T1	39.6	**d**
T6	38.61	**e**
T8	37.04	**f**
T5	36.37	**g**
T2	36.01	**h**

Los resultados obtenidos en relación a la variable en base seca de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se encontró que el T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento el mayor porcentaje de cenizas con 44.98%, seguido de los tratamientos T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un porcentaje de cenizas de 39.99%, 39.82%, 39.73%, 39.6%, 38.61%, 37,04%y 36.37% respectivamente, finalmente el T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presento el menor porcentaje de cenizas con 36.01%.

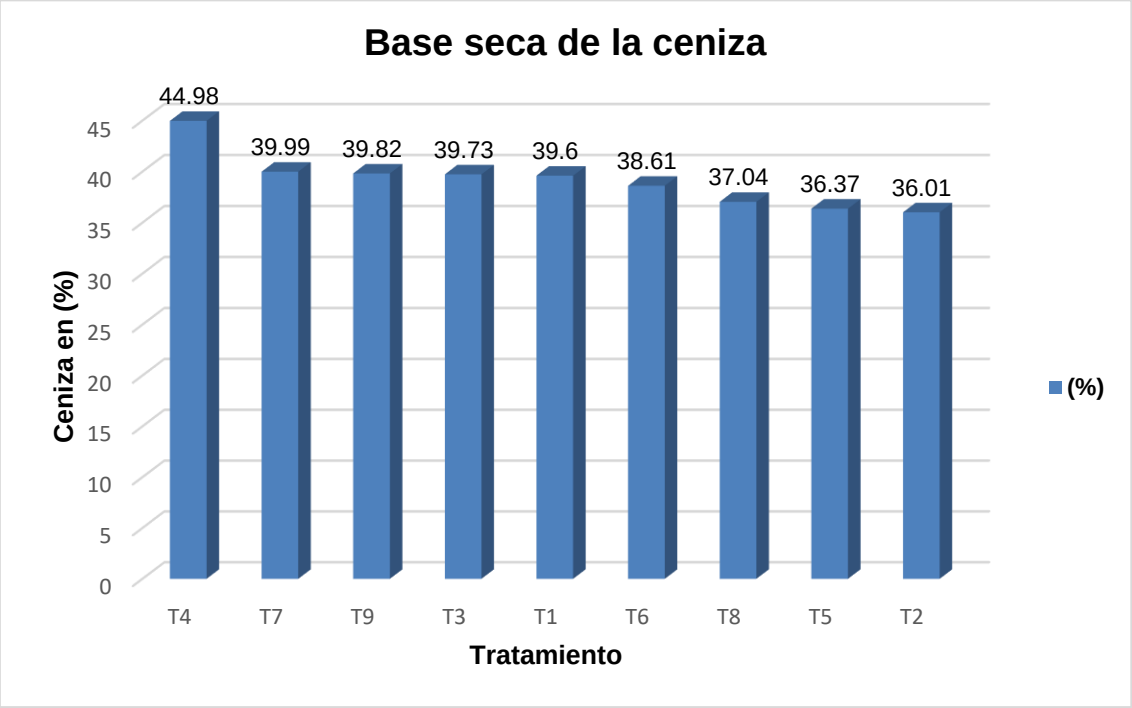


Figura 20. Muestra el contenido en seca de la ceniza del biosol de lasmuestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.5. Análisis del porcentaje de nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza del porcentaje de nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 51A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 3.8%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.8258, esto nos indica que el 82.58% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 17.42% se debe a otros factores.

En cuanto al porcentaje de nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que el T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presento el mayor porcentaje de nitrógeno con 1.32%, seguidos por el T^8 (500 g de cascara

de cacao y 1300 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^3 (300g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron un porcentaje de nitrógeno de 1.21%, 1.17%, 1.14%, 1.13%, 1.12% y 1.10% respectivamente, siendo el T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) con 1.08% el tratamiento que presento el menor porcentaje de nitrógeno.

Tabla 25. Prueba de promedio de Tukey del Nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Nitrógeno (%)	Significancia
T9	1.32	a
T8	1.21	b
T6	1.17	c
T7	1.14	d
T5	1.14	e
T3	1.13	f
T2	1.12	f
T4	1.1	g
T1	1.08	h

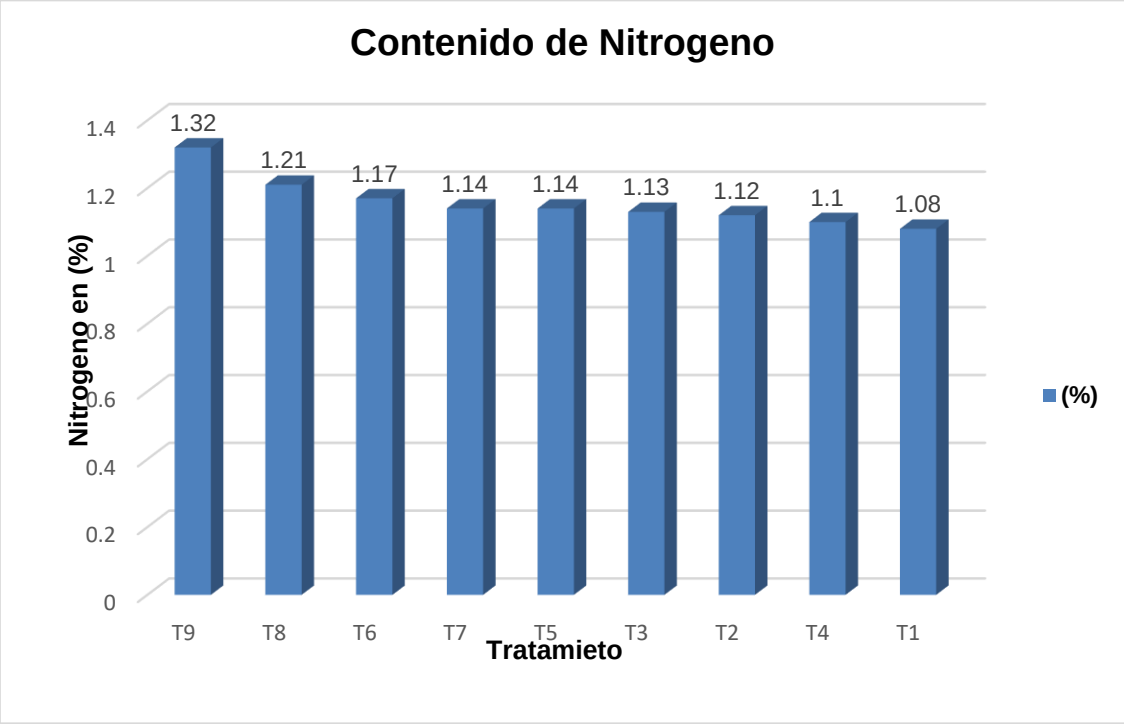


Figura 21. Contenido del porcentaje de nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.6. Análisis del porcentaje de fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza del porcentaje de fosforo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 52A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 3.33%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.547$, esto nos indica que el 59.47% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 40.53% se debe a otros factores.

Los resultados relacionados al porcentaje de fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, demostraron que el T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA),

presento el mayor porcentaje de fosforo con 0.95%, seguido de los tratamientos T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un menor contenido de fosforo con 0.92%, 0.91%, 0.90%, 0.88%, 0.88%, 0.86% y 0.86% respectivamente siendo el T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quien presento el menor contenido de fosforo con 0.84% en relación a los demás tratamientos anteriormente mencionados.

Tabla 26. Prueba de promedio de Tukey del Fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Fosforo (%)	Significancia
T9	0.95	a
T8	0.92	b
T6	0.91	b
T7	0.9	c
T5	0.88	c
T3	0.88	c
T4	0.86	c
T2	0.86	d
T1	0.84	e

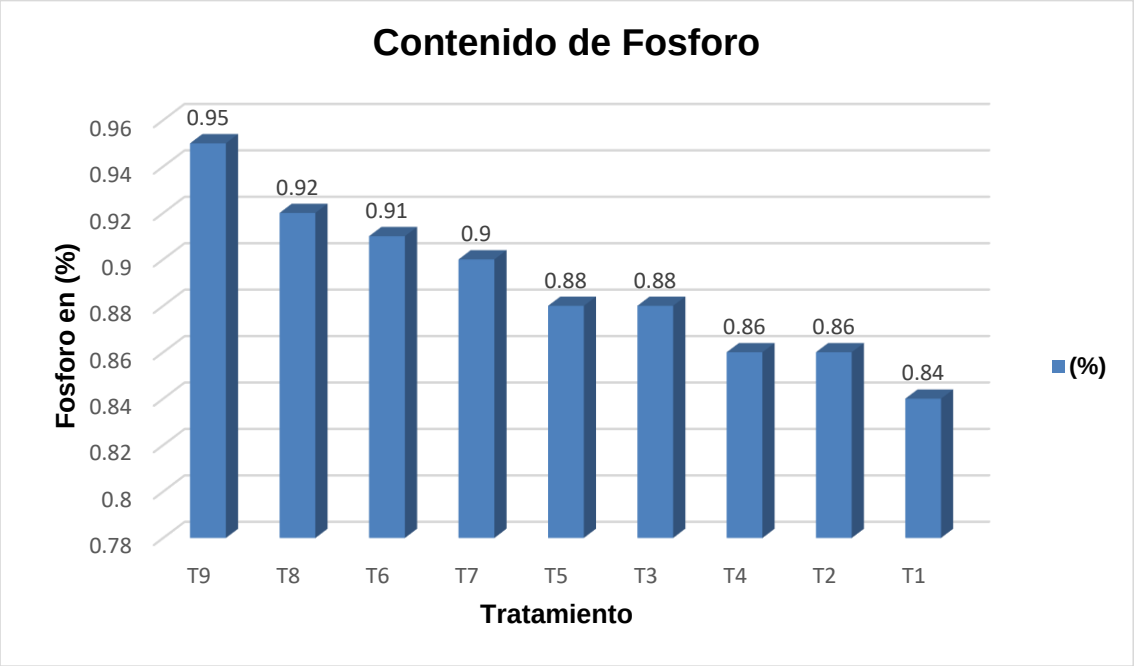


Figura 22. Contenido del porcentaje de fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.7. Análisis del porcentaje de potasio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza del porcentaje de potasio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 53A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 3.3%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.5947, esto nos indica que el 59.47% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 40.53% se debe a otros factores.

En relación al contenido de potasio del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que los tratamientos T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) y T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presentaron los mayores contenidos de

potasio con 1.07% y 1.00%, existiendo diferencias significativas entre ambos tratamientos, seguido del tratamiento T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron un contenido de potasio de 0.94%, 0.88%,0.86%, 0.84%, 0.5% y 0.45% respectivamente, y finamente el T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quien presento en menor contenido de potasio con 0.42%. Tanto en Biol como Biosol, el Potasio presenta mayor concentración (mg/L) en comparación al Nitrógeno y Fósforo (Nieves, 2019).

Tabla 27. Prueba de promedio de Tukey del potasio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Potasio (%)	Significancia
T9	1.07	a
T6	1	a
T3	0.94	b
T8	0.88	c
T5	0.86	c d
T2	0.84	c d
T7	0.5	c d
T4	0.45	d
T1	0.42	e

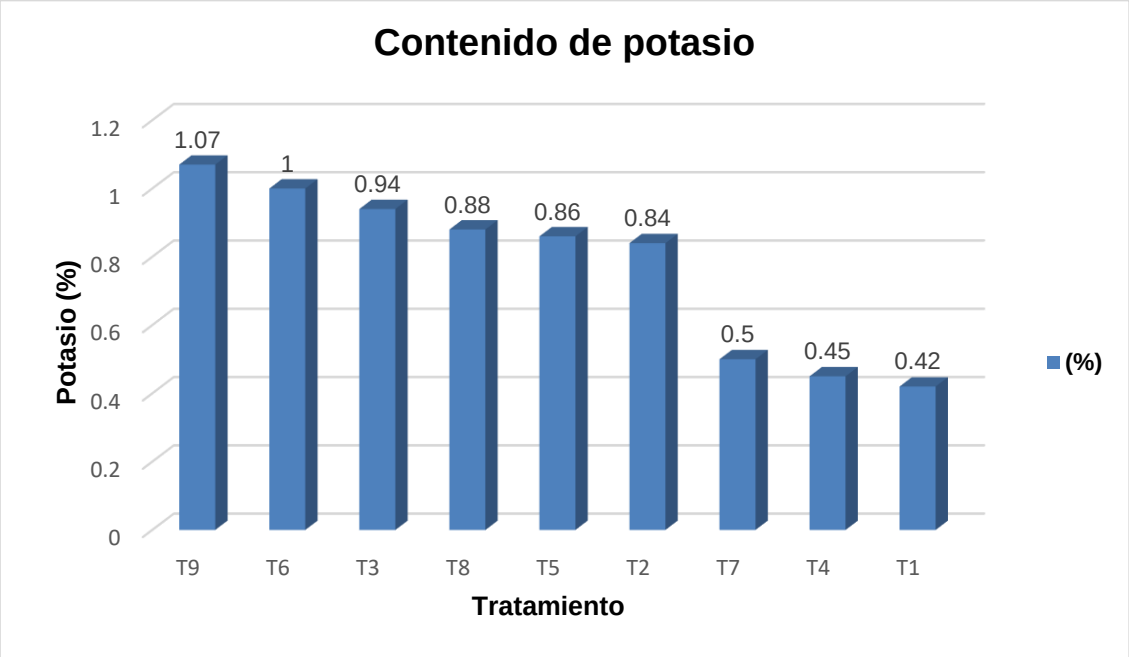


Figura 23. Contenido de potasio de los biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.8. Análisis de la relación carbono nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza de la relación carbono/nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 54A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 2.6%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo,el coeficiente de determinación R^2 = 0.9998, esto nos indica que el 99.98% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.02% se debe a otros factores.

Según los resultados obtenidos de la relación carbono/nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que el T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento la mayor relación carbono/nitrógeno con un valor de 29.09, seguido de los tratamientos T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^7 (500 g de

cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron un valor de 27.96, 27.91, 27.17, 26.32, 25.76, 24.56 y 24.56, el tratamiento que presento la relación menos significativa fue el T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quien presento una relación carbono/nitrógeno de 23.85 respectivamente.

Tabla 28. Prueba de promedio de Tukey de la relación carbono/nitrógeno del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Carbono/nitrógeno (%)	Significancia
T4	29.09	a
T1	27.96	b
T7	27.91	c
T3	27.17	d
T5	26.32	e
T6	25.76	f
T8	24.56	g
T2	24.56	h
T9	23.85	i

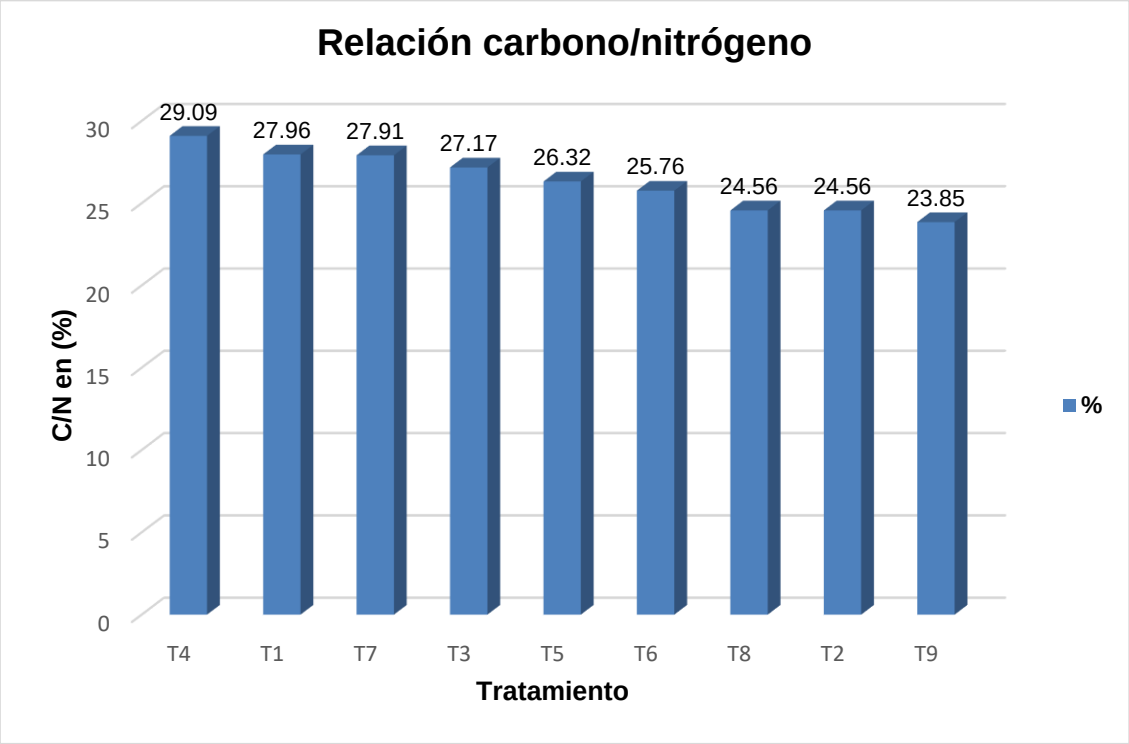


Figura 24. Relación Carbono/nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.9. Análisis del porcentaje de cadmio del biosol de las muestras de cascaras de cacao.

De acuerdo al análisis de varianza del contenido de Cadmio de los biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 55A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 2.3%, el cual indica una mayor concentración de los datos,es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9943$, esto nos indica que el 99.43% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.57% se debe a otros factores.

Tabla 29. Prueba de promedio de Tukey del Cadmio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Cadmio (%)	Significancia
T1	1.34	a
T7	1.05	b
T2	1.02	b
T3	0.88	c
T4	0.77	d
T5	0.69	e
T6	0.64	f
T8	0.58	g
T9	0.57	h

En cuanto al contenido de Cadmio en bioles de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que el T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento el mayor contenido de cadmio con 1.34%, seguido de los tratamientos T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA) y T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), quienes presentaron niveles de cadmio más bajo con 1.05%, 1.02%, 0.88%, 0.77%, 0.69% y 0.58% respectivamente, el T^9 (500 g de cascara de cacao

y 1500 ml EMA), presento el menor contenido de cadmio con 0.57%.

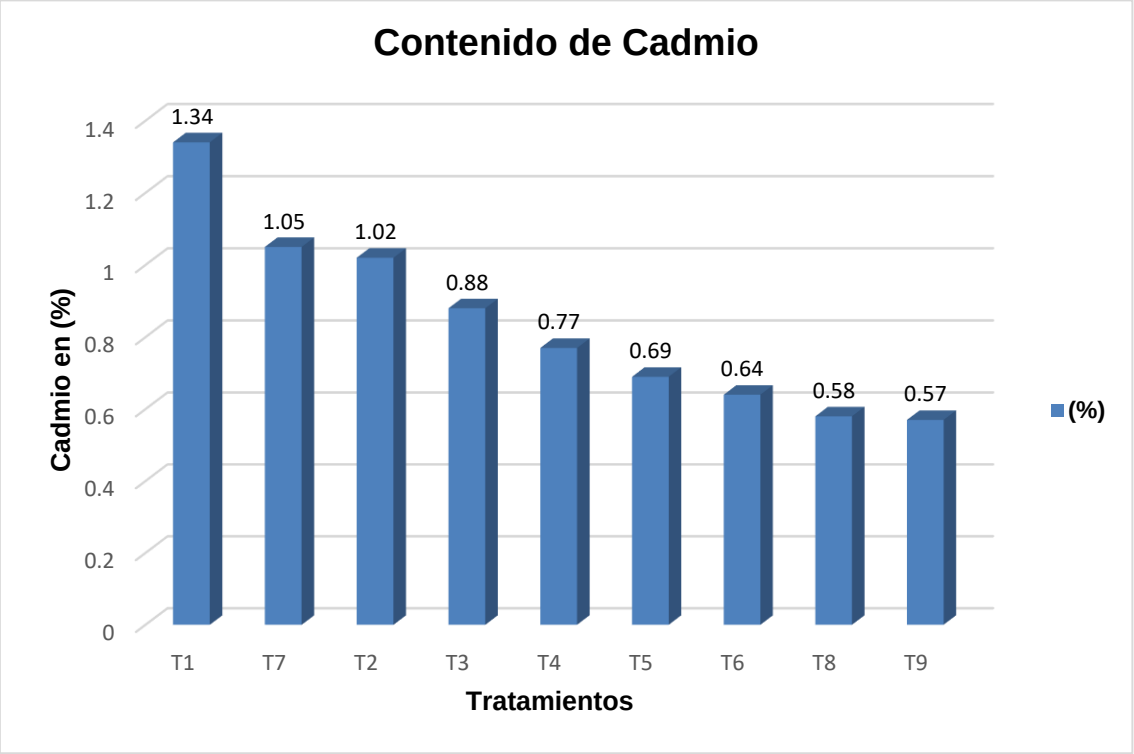


Figura 25. Contenido de Cadmio en biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.10. Análisis del porcentaje de plomo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza del contenido de plomo de los biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 56A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 4.90%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9989, esto nos indica que el 99.89% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.11% se debe a otros factores.

Tabla 30. Prueba de promedio de Tukey del Plomo del biol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Plomo (%)	Significancia
T4	4.7	a
T1	4.7	b
T2	4.59	c
T5	3.64	d
T7	3.57	e
T6	3.29	e
T8	3.08	f
T3	1.92	f
T9	0.92	g

En relación al contenido de Cadmio en biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que los tratamientos T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA) y T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presentaron el mayor contenido de plomo con 4.7%, 4.7% y 4.59%, no existió diferencias significativas entre ambos tratamientos según la pruebade promedios de Tukey, seguido de los tratamientos T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^6 (400g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA) y T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), quienes presentaron un promedio de 3.64%, 3.57%, 3.29, 3.08% y 1.92% respectivamente, siendo el

T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), siendo el tratamiento que presento el menor porcentaje de plomo con 0.92%.

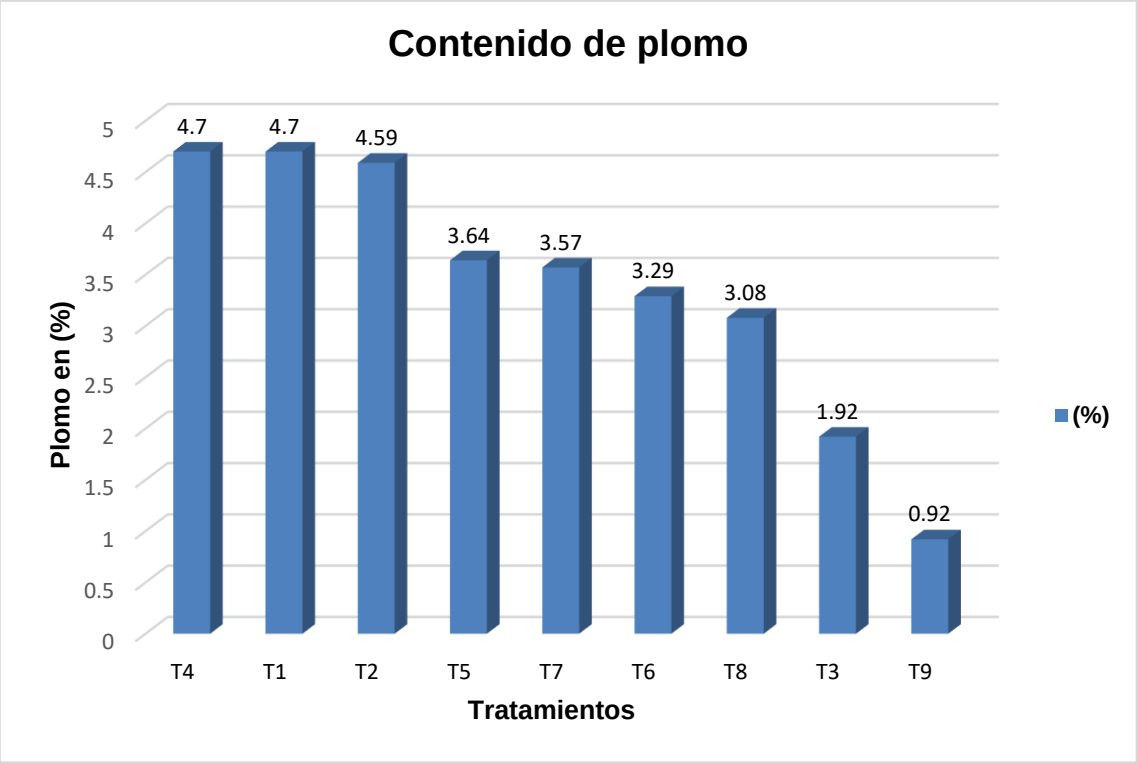


Figura 26. Contenido de Plomo en biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

4.2.11. Análisis del porcentaje de zinc del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

De acuerdo al análisis de varianza del contenido de zinc de los biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L), tal como se observa en el (Cuadro 57A), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 3.8%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9997, esto nos indica que el 99.97% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.03% se debe a otros factores.

Tabla 31. Prueba de promedio de Tukey del Zinc del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

Tratamiento	Zinc (%)	Significancia
T9	36.84	a
T6	34.5	b
T3	29.35	c
T8	29.19	d
T5	28.19	e
T2	23.81	f
T7	15.74	g
T4	13.81	h
T1	11.36	i

Según la prueba de promedio de Tukey para la variable contenido de Zinc en biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos, se determinó que los tratamientos T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^6 (400 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^3 (300 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), T^8 (500 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), presentaron el mayor contenido de zinc con un promedio de 36.84%, 34.50%, 29.35 y 29.19%, seguido de los tratamientos T^5 (400 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^2 (300 g de cascara de cacao y 1300 ml EMA), T^7 (500 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), T^4 (400 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), quienes presentaron un menor porcentaje de zinc con 28.19%, 23.81, 15.74 y 13.81% respectivamente, solo el T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento el menor porcentaje de zinc con 11.36 en

relación a los demás tratamientos.

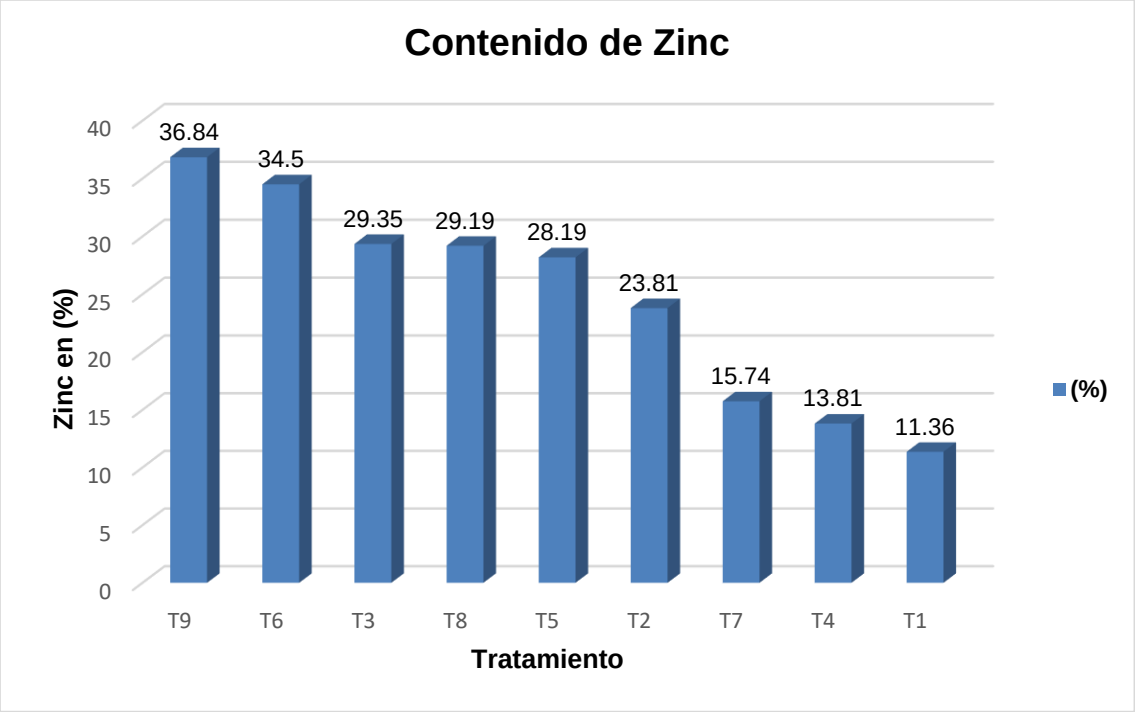


Figura 27. Contenido de Zinc en biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que se puede obtener biosol y biol, a partir de la cascara del cacao (*Theobroma cacao* L.*)*, utilizando microorganismos eficientes en la provincia de Padre Abad-Ucayali.

- El tiempo de producción de biosol y biol es de 7 días acelerando el proceso de degradación de la materia orgánica de la cascara de cacao con la incorporación de los microorganismos eficientes.

- La dosis óptima para el biol es el T^6 (1500 ml de microrganismo eficientes y 300 gramos de cascara de cacao), con un pH de 4.18, y para la obtención de biosol es el T^6 400 g de cascara de cacao y 1500 ml de microorganismos eficientes debido que presenta mejores resultados con respecto a la presencia de nutrientes y un pH de 4.85.

- En cuanto al contenido de metales pesados en el biol elaborado a partir de cascara de cacao (*Theobroma cacao* L.*)*, determinó que T^8 (500 g decascara de cacao y 1300 ml EMA), presento niveles más alto de zinc, plomo y cadmio en relación a los demás tratamientos en estudio. En relación al contenido de metales pesados en el biosol elaborado a partir de cascara de cacao (*Theobroma cacao* L.*)*, determinó que el T^9 (500 g de cascara de cacao y 1500 ml EMA), presentan el nivel más alto de zinc, mientras el T^1 (300 g de cascara de cacao y 1000 ml EMA), presento niveles altamente significativos de cadmio y plomo, según los resultados obtenidos en el laboratorio.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Combinar la utilización de otros residuos para mejorar la calidad delproducto final del compost.

- Experimentar con otros tipos de residuos que se generan de manera excesiva y no se da ningún uso.

- Al realizar la elaboración del biol o biosol tomar en cuenta los análisis proximales de los metales pesados, ya que estos pueden incrementar el contenido de estos en los granos de cacao en el tiempo.

VI. REFERENCIAS.

Agricultura. (2018). Uso de fertilizantes químicos en el Perú.p.43

Arana, S. (2013). Manual de elaboración del Biol, Soluciones Prácticas, Tecnologías desafiando la pobreza. 9 p.

Augstburger, F., Berger, J. & Censkowsky, U. (2015). Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico. Guía de Cacao. Asociación Naturland. (Alemania), 44 p.

Batista, L. (2009). Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2009. 250pp.

Buchelli Gómez, H. A. (2014). Producción de biofertilizantes de bagazo de cebada, excretas de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica.

Cabrera, E. (2017). Elaboración de fertilizantes para cultivos agropecuarios.165p.

Cano, M. Bennet-Eaton, A., Silva-Guerrero, E., Robles-González, S., Sainos-Aguirre, U., & Castorena-García, H. (2016). Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. *Agrociencia*, *50*(4), 471-479.

Cardenas, C. (2013). Elaboración de abono natural como alternativa para mejorar los cultivos agroindustriales. 12p

Case, R. (1997). Principio de microeconomía. México. 167-175p.

Cruz, J. (2011). Calidad microbiológica de abonos orgánicos. Brasil. 2p

Cubero, D., & Vieira, M. (1999). Abonos orgánicos y Fertilizantes químicos¿ Son compatibles con la agricultura. In Conferencia 70 del XI Congreso Nacional Agronómico. 11 Congreso Nacional de Suelos. Costa Rica.

Del Águila, W. 2019. "Efecto del zumo de maracuyá (*Passiflora edulis*) como agregado en las características organolépticas durante el proceso de fermentación del cacao CCN51 (*THEOBROMA CACAO L.)",* Pucallpa-Perú

Díaz, A. (2017). Características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas.Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.

Espíndola, Cáceres, J. F. (2018). Obtención de bioles y biosoles a partir del lodo que se extrae de las eras de secado del Camal Municipal del cantón Ambato (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Estela, W. RYCHTERA M., MELZOCH K., QUILLAMA E. Y EGOAVIL E. (2007). Producción de ácido láctico por Lactobacillus plantarum L10 en cultivos batch y continuo. Perú. 272 p.

Fajardo, E. Y SARMIENTO S. (2007). Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de Saccharomyces cerevisiae, Bogotá. 24 p.

García C., ARRÁZOLA G. Y DURANGO A. (2010). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. Montería, Colombia. 10 p.

García L. (2008). Uso de bacterias probióticas en el ensilado de residuos de pescado. Tesis Biología. UNALM. Perú. 79 y 86 p.

Gonzales L. (1998). Tratamientos de Residuos urbanos y purines. España. 2 p.

Gonzales M. (2012) Aspectos Medio Ambientales Asociados a los Procesos de la Industria láctea, Mundo Pecuario. Venezuela. 17p

Guccione, L. (2009). Tratamiento de los residuos orgánicos del comedor universitario de la UNALM para su uso como alimento para cerdos en crecimiento. Tesis Ingeniero Ambiental. Lima, Perú, UNALM. 122 p

Guerrero C. (27 de agosto de 2015). Diagnóstico y propuesta de parámetros para la estandarización y homogenización del tratamiento postcosecha de cacao.p.21-34

Henríquez C., CASTRO A., BERTSCH F. (2014) Capacidad de suplemento de nutrientes de los fertilizantes orgánicos. Ecuador. 1-2 p.

Herrero M. Y GIL S. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. Buenos Aires. Argentina. 273p

Hilany A. (2014). *Utilización de los residuos orgánicos de las industrias cervecera, ganadera y láctea como son el bagazo de cebada, las excretas de ganado vacuno y el suero de quesería respectivamente para generar biofertilizante mediante el proceso de fermentación homoláctica*. Universidad nacional agraria de la molina.

Hilany A. (2014). *Utilización de los residuos orgánicos de las industrias cervecera, ganadera y láctea como son el bagazo de cebada, las excretas de ganado vacuno y el suero de quesería respectivamente para generar biofertilizante mediante el proceso de fermentación homoláctica*. Universidad nacional agraria de la molina.

Holguín, M. S., Caicedo, L. A., & Veloza, L. C. (2009). Estabilidad de almacenamiento de ensilados biológicos a partir de residuos de pescado inoculados con bacterias ácido-lácticas. *Revista de la Facultad deMedicina Veterinaria y de Zootecnia*, *56*(II), 95-104.

INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario del (2012).

Irañeta J., SÁNCHEZ L., MALUMBRES A., TORRECILLA J y DÍAS E. (2011). Abonos minerales: tipos y usos. 46p

Labrador, J. (2008). Manejo del suelo en los sistemas agrícolas de producción ecológica. Sociedad Española de agricultura ecológica. Valencia (España), 56-89 p.

Lastra Salas, L. L. (2019). Efecto de la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) para la obtención de abono líquido a partir de la mezcla de excretas y lactosuero de ganado vacuno, Ucayali, Perú.

López M. (2009). Optimización del tratamiento, manejo y disposición de los Residuales de una Industria láctea de la sabana de Bogotá a través de la incorporación de un bioactivador. Celular natural. Tesis para obtener título de ecólogo. Pontificia.

Martínez M., ELICHE D., CRUZ N., CORPAS F. (2012). Utilización de bagazo de la industria cervecera para la producción de ladrillos para construcción. España. 200-202 p.

Martínez R. (2010). Descontaminación de efluentes de la industria cervecera mediante el uso de membranas UF arrolladas en espiral como barrera de seguridad. Murcia. 39 p.

Medina A., (2013). Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. Tesis de Ingeniería Ambiental. UNALM. Perú. 65-80 p.

Mejía, L.A. & Argûello O. 2002. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Publicaciones CORPOICA. Regional 7. Bucaramanga (Colombia), 140-142p.

Merino J. (2013). efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao (THEOBROMA CACAO L.) clon ccn- 51. unversidad nacional agraria de la selva.

Meza. R. (2014). elaboración de abono liquido mediante fermentación homolactica de papas de descarte utilizando el consorcio microbiano ácido láctico b-lac.Universidad nacional agraria de la molina.

Minag, (2010). Plan Estratégico MultiAnual 2012-2016, Ministerio de Agricultura. Perú.20p.

Minag. (2013). Insumos y Servicios Agropecuarios 2012. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Perú. 11p.

Mora N. Y GARCÍA A, (2007). Susceptibilidad de bacterias ácido lácticas (BAL) frente a diversos anibióticos. Tesis para obterne título de Licenciado en Química de Alimentos, Universidad Autónoma de Hidalgo, 26p.

Nieves Rodríguez, F. (2019). *Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del Biol y Biosol obtenidos a partir de Pollinaza en un Biodigestor de Geomembrana de Policloruro deVinillo* Trujillo-Perú 2018.

Orozco J. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajera con riego por goteo. Revista Terra Latinoamericana. México 328 p.

Parra R. (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Colombia. 4968 p.

Parra, D. (1994). Diagnóstico de enfermedades que afectan el cultivo del cacao en Barlovento y su comportamiento epidemiológico. Obtenido de Taller

Nacional de Cacao, Venezuela.

Pedrique M. (2008). Producción de energía en los microorganimos. Cátedra de Microbiología. Venezuela. 8 p.

Peña N. (2008). Utilización de residuos de pota (Dosidicus gigas) para la obtención de un fertilizante orgánico líquido.

Peralta R. (2010). Determinación de parámetros óptimos en la producción de fast biol usando las excretas del ganado lechero del establo de la UNALM.Perú. 11-20 p.

Peralta. F. (2016). Obtención y caracterización de abono líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. Universidad nacional agraria de la molina.

Puga, C. (2017). elaboración y utilización del abono orgánico (biol), en el cultivo de caco (teobroma cacao L). universidad nacional de agraria de la selva

Quiñones.D. (2016). Obtención y caracterización de abono líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. Universidad nacional agraria de la molina.

Ramírez J., ROSAS P., VELÁZQUEZ M., ULLOA J, ARCE F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Chile.

Ramírez M. (2005). Actividad inhibitoria de cepas de bacterias ácido lácticas frente a bacterias patógenas y deterioradoras de alimentos. Tesis para obtener Título de Lic, Químico, Universidad Autónoma del Estado de

Hidalgo 13p.

Ricapa P. y RODRÍGUEZ M. (2013). Informe de Pacific Credit Rating Para Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston. Perú. 7-8 p

Rojas, F. (2013). Guía ambiental para el cultivo del cacao. Obtenido de Federación Nacional de Cacaoteros, p.31-32.

Román C. (2012). Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. Tesis de Ingeniería Ambiental. UNALM.120-141p.

Sangama M.(2010). Elaboración de compost artesanal propuesta para mejorar las condiciones físicas del suelo.

Serna L. y RODRIGUEZ A. (2005). Producción Biotecnológica de Ácido Láctico. Reynosa, México. 55-62p.

Sotil F. (2007). Dinámica poblacional de los microorganismos del grupo coliforme en el proceso de biodegradación aeróbica y anaeróbica de los abonos líquidos orgánicos biol y purín, Tesis de Ingeniería AmbientalUNALM. Perú. 78p.

Valín L. (2010). Procedimiento para la fabricación de un fertilizante orgánico a partir de excreta ganadera y residuos agroforestales. España.

Varnero M, ROJAS C Y ORELLANA R. (2011). Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje.p,87-88-98

Vega J., DELGADO K., SIBAJA M. Y ALVARADO P. (2007). Uso alternativo de la melaza de la caña de azúcar residual para la síntesis de espuma rígidas de poliuretano de uso industria. Costa Rica. 102 p.

Xelhuantzi J., SALAZAR G., DOMINGUEZ G., ARIAS L., CHÁVEZ A. Y GALINDO J. (2012). Manual para la elaboración de abonos orgánicos a partir de técnicas como la composta y lombricomposta, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 2012, Folleto Técnico Número 2. México. 12p.

VII. ANEXOS.

Tabla 32 A. Análisis de varianza del pH del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	52.831	6.6038	84906.1	0.00
Error	18	0.0014	8E-05		
Total	26	52.832			

R^2 = 99.00; C.V. = 0.01

Tabla 33 A. Análisis de varianza de la humedad del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	21415	2676.8	4E+07	0.00
Error	18	0	0		
Total	26	21415			

R^2 = 99.00; C.V. = 0.01

Tabla 34 A. Análisis de varianza en base húmeda de la materia orgánica del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	140.45	17.556	186532.5	0.00
Error	18	0.002	0.0001		
Total	26	140.45			

R^2 = 98.00; C.V. = 0.02

Tabla 35 A. Análisis de varianza en base húmeda de la Ceniza del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L)

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	53.344	6.668	37507.22	0.00
Error	18	0.0032	0.0002		
Total	26	53.347			

R^2 = 98.00; C.V. = 0.0212

Tabla 36 A. Análisis de varianza en base seca del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	11215	12940851.3	0	0.00
Error	18	0	0		
Total	26	11215			

R^2 = 98.01; C.V. = 0.018

Tabla 37 A. Análisis de varianza en base seca de la ceniza del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	5129.4	641.176	371098.39	0.00
Error	18	0.03	0.002		
Total	26	5129.4			

R^2 = 98.00; C.V. = 0.042

Tabla 38 A. Análisis de varianza del nitrógeno del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	3.9204	0.49005	9019.33	0.00
Error	18	0.001	0.000054		
Total	26	3.9214			

R^2 = 99.98; C.V. = 0.01

Tabla 39 A. Análisis de varianza del Fosforo del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	0.9991	0.124883	936.62	0.00
Error	18	0.0024	0.000133		
Total	26	1.0015			

R^2 = 99.76; C.V. = 0.01

Tabla 40 A. Análisis de varianza del Potasio del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	0.1692	0.02115	237.64	0.00
Error	18	0.0016	0.000089		
Total	26	0.1708			

R^2 = 99.06; C.V. = 0.01

Tabla 41 A. Análisis de varianza del Carbono/Nitrógeno del biol de lasmuestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	2484.15	310.519	2070126.5	0.00
Error	18	0	0		
Total	26	2484.15			

R^2 = 99.99; C.V. = 0.01

Tabla 42 A. Análisis de varianza del Cadmio del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	4.50307	0.562883	5476.7	0.00
Error	18	0.00185	0.000103		
Total	26	4.50492			

R^2 = 99.96; C.V. = 0.01

Tabla 43 A. Análisis de varianza del Plomo del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	6.8148	0.85185	4509.79	0.00
Error	18	0.0034	0.000189		
Total	26	6.8182			

R^2 = 99.95; C.V. = 0.01

Tabla 44 A. Análisis de varianza del Zinc del biol de las muestras de cascaras del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	468.359	58.5449	569625.57	0.00
Error	18	0.002	0.0001		
Total	26	468.361			

R^2 = 99.95; C.V. = 0.015

Tabla 45 A. Análisis de varianza del biosol del pH de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	2.6604	0.33255	814.41	0.00
Error	18	0.00735	0.000408		
Total	26	2.66775			

R^2 = 99.70; C.V. = 0.02

Tabla 46 A. Análisis de varianza de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	168.877	21.1096	15352.46	0.00
Error	18	0.025	0.0014		
Total	26	168.902			

R^2 = 98.02; C.V. = 0.037

Tabla 47 A. Análisis de varianza de la humedad del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de nueve tratamientos.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	110.637	13.8296	32754.28	0.00
Error	18	0.008	0.0004		
Total	26	110.644			

R^2 = 98.02; C.V. = 0.02

Tabla 48 A. Análisis de varianza en base humedad de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	14.0159	1.75198	1433.44	0.00
Error	18	0.022	0.00122		
Total	26	14.0379			

R^2 = 99.84; C.V. = 0.035

Tabla 49 A. Análisis de varianza de la materia orgánica del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	174.592	21.824	13545.95	0.00
Error	18	0.029	0.0016		
Total	26	174.621			

R^2 = 99.98; C.V. = 0.04

Tabla 50 A. Análisis de varianza en base seca de la ceniza del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	174.029	21.7536	4574.35	0.00
Error	18	0.086	0.0048		
Total	26	174.114			

R^2 = 99.95; C.V. = 1

Tabla 51 A. Análisis de varianza de nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	0.1242	0.015525	10.67	0.00
Error	18	0.0262	0.001456		
Total	26	0.1504			

R^2 = 82.58; C.V. = 0.038

Tabla 52 A. Análisis de varianza del porcentaje de fosforo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	0.02847	0.003558	3.3	0.017
Error	18	0.0194	0.001078		
Total	26	0.04787			

R^2 = 59.47; C.V. = 0.033

Tabla 53 A. Análisis de varianza del porcentaje de potasio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	1.4838	0.185475	117.55	0.00
Error	18	0.0284	0.001578		
Total	26	1.5122			

R^2 = 59.47; C.V. = 0.033

Tabla 54A. Análisis de varianza de la relación carbono nitrógeno del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	75.5591	9.44488	13935.07	0.00
Error	18	0.0122	0.00068		
Total	26	75.5713			

R^2 = 99.98; C.V. = 0.026

Tabla 55 A. Análisis de varianza del porcentaje de cadmio del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	1.60787	0.200983	393.23	0.00
Error	18	0.0092	0.000511		
Total	26	1.61707			

R^2 = 99.43; C.V. = 0.023

Tabla 56 A. Análisis de varianza del porcentaje de plomo del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	40.0017	5.00021	2066.68	0
Error	18	0.0435	0.00242		
Total	26	40.0452			

R^2 = 99.89; C.V. = 0.049

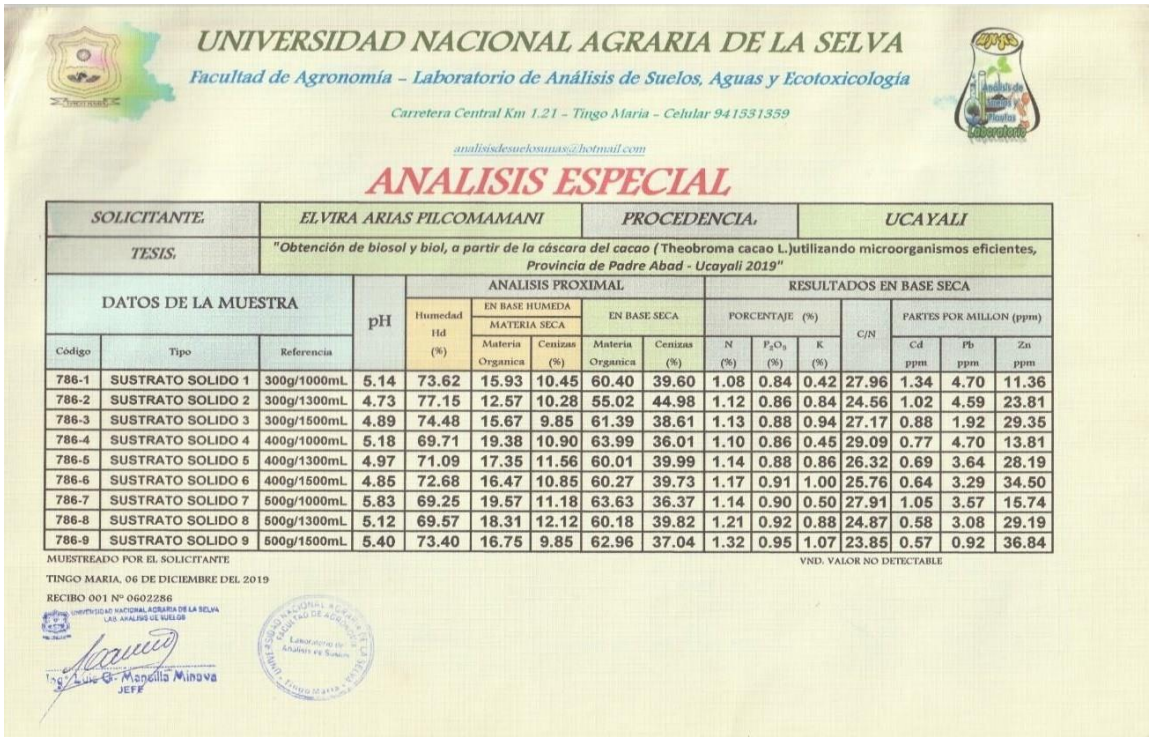
Tabla 57 A. Análisis de varianza del porcentaje de zinc del biosol de las muestras de cascaras de cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	8	2024.93	253.116	175234.42	0.00
Error	18	0.03	0.001		
Total	26	2024.96			

R^2 = 99.97; C.V. = 038

Tabla 58 A. Parámetros físico-químicos al inicio y al final del estudio para el biosol del T9.

Parámetros	Inicio del estudio	Final del estudio
Nitrógeno	0.89 %	1.32 %
Fosforo	0.11 %	0.95 %
Potasio	0.44 %	1.07 %
Cadmio	1.38 ppm	0.57 ppm
Plomo	4.83 ppm	0.92 ppm
Zinc	12.58 ppm	36.84 ppm



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 – Tingo María – Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:	ELVIRA ARIAS PILCOMAMANI	PROCEDENCIA:	UCAYALI
TESIS:	"Obtención de biosol y biol, a partir de la cáscara del cacao (Theobroma cacao L.)utilizando microorganismos eficientes, Provincia de Padre Abad - Ucayali 2019"		

DATOS DE LA MUESTRA			pH	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA						
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA MATERIA SECA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)			C/N	PARTES POR MILLON (ppm)		
Código	Tipo	Referencia			Materia Organica	Cenizas (%)	Materia Organica	Cenizas (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K (%)		Cd ppm	Pb ppm	Zn ppm
786-1	SUSTRATO SOLIDO 1	300g/1000mL	5.14	73.62	15.93	10.45	60.40	39.60	1.08	0.84	0.42	27.96	1.34	4.70	11.36
786-2	SUSTRATO SOLIDO 2	300g/1300mL	4.73	77.15	12.57	10.28	55.02	44.98	1.12	0.86	0.84	24.56	1.02	4.59	23.81
786-3	SUSTRATO SOLIDO 3	300g/1500mL	4.89	74.48	15.67	9.85	61.39	38.61	1.13	0.88	0.94	27.17	0.88	1.92	29.35
786-4	SUSTRATO SOLIDO 4	400g/1000mL	5.18	69.71	19.38	10.90	63.99	36.01	1.10	0.86	0.45	29.09	0.77	4.70	13.81
786-5	SUSTRATO SOLIDO 5	400g/1300mL	4.97	71.09	17.35	11.56	60.01	39.99	1.14	0.88	0.86	26.32	0.69	3.64	28.19
786-6	SUSTRATO SOLIDO 6	400g/1500mL	4.85	72.68	16.47	10.85	60.27	39.73	1.17	0.91	1.00	25.76	0.64	3.29	34.50
786-7	SUSTRATO SOLIDO 7	500g/1000mL	5.83	69.25	19.57	11.18	63.63	36.37	1.14	0.90	0.50	27.91	1.05	3.57	15.74
786-8	SUSTRATO SOLIDO 8	500g/1300mL	5.12	69.57	18.31	12.12	60.18	39.82	1.21	0.92	0.88	24.87	0.58	3.08	29.19
786-9	SUSTRATO SOLIDO 9	500g/1500mL	5.40	73.40	16.75	9.85	62.96	37.04	1.32	0.95	1.07	23.85	0.57	0.92	36.84

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 06 DE DICIEMBRE DEL 2019

RECIBO 001 Nº 0602286

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. Luis G. Mancilla Minaya
JEFE

Figura 28 A. Resultado del análisis proximal y en base seca del biosol a partir de la cascara de cacao (*Theobroma cacao* L).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 – Tingo María – Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:	ELVIRA ARIAS PILCOMAMANI	PROCEDENCIA:	UCAYALI
TESIS:	"Obtención de biosol y biol, a partir de la cáscara del cacao (Theobroma cacao L.)utilizando microorganismos eficientes, Provincia de Padre Abad - Ucayali 2019"		

DATOS DE LA MUESTRA			pH	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA						
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA MATERIA SECA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)			C/N	PARTES POR MILLON (ppm)		
Código	Tipo	Referencia			Materia Organica	Cenizas (%)	Materia Organica	Cenizas (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K (%)		Cd ppm	Pb ppm	Zn ppm
786-1	SUSTRATO LIQUIDO 1	300g/1000mL	4.36	90.22	6.36	3.42	65.03	34.97	0.98	0.45	0.17	33.18	0.66	1.30	8.87
786-2	SUSTRATO LIQUIDO 2	300g/1300mL	4.25	91.15	5.98	2.87	67.56	32.44	1.04	0.57	0.19	32.48	0.71	1.28	9.83
786-3	SUSTRATO LIQUIDO 3	300g/1500mL	4.18	90.57	4.65	4.78	49.30	50.70	1.08	0.58	0.19	22.83	0.36	1.09	11.13
786-4	SUSTRATO LIQUIDO 4	400g/1000mL	4.44	87.99	8.33	3.68	69.39	30.61	1.05	0.55	0.18	33.04	1.14	1.67	11.44
786-5	SUSTRATO LIQUIDO 5	400g/1300mL	4.45	89.40	6.13	4.47	57.81	42.19	1.13	0.55	0.20	25.58	1.15	1.37	12.18
786-6	SUSTRATO LIQUIDO 6	400g/1500mL	4.29	89.36	6.83	3.81	64.18	35.82	1.27	0.64	0.25	25.27	0.29	1.10	13.87
786-8	SUSTRATO LIQUIDO 8	500g/1300mL	4.70	89.60	5.43	4.97	52.20	47.80	1.24	0.62	0.28	21.05	1.25	1.89	14.11
786-9	SUSTRATO LIQUIDO 9	500g/1500mL	4.68	88.19	7.77	4.04	65.82	34.18	1.39	0.68	0.28	23.68	0.87	1.49	14.30

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

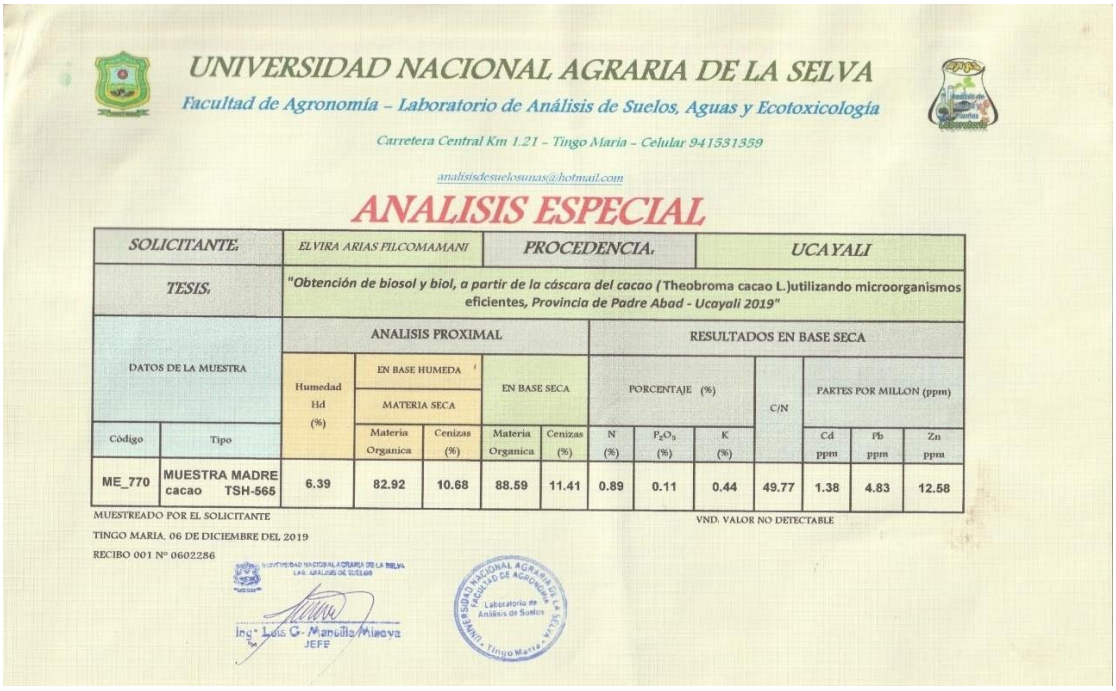
TINGO MARIA, 06 DE DICIEMBRE DEL 2019

RECIBO 001 Nº 0602286

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. Luis G. Mancilla Minaya
JEFE

Figura 29 A. Resultado del análisis proximal y en base seca del biol a partir dela cascara de cacao (*Theobroma cacao* L).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 – Tingo María – Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:	ELVIRA ARIAS FILCOMAMANI	PROCEDENCIA:	UCAYALI
TESIS:	"Obtención de biosol y biol, a partir de la cáscara del cacao (Theobroma cacao L.)utilizando microorganismos eficientes, Provincia de Padre Abad - Ucayali 2019"		

DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL					RESULTADOS EN BASE SECA						
		Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)			C/N	PARTES POR MILLON (ppm)		
			MATERIA SECA										
Código	Tipo		Materia Organica	Cenizas (%)	Materia Organica	Cenizas (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K (%)		Cd ppm	Pb ppm	Zn ppm
ME_770	MUESTRA MADRE cacao TSH-565	6.39	82.92	10.68	88.59	11.41	0.89	0.11	0.44	49.77	1.38	4.83	12.58

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 06 DE DICIEMBRE DEL 2019

RECIBO 001 Nº 0602286

Ing° Luis G. Mancilla Minaya
JEFE

Figura 30 A. Resultado del análisis proximal y en base seca del biol a partir de la cascara de cacao (*Theobroma cacao* L), de la muestra madre.



Figura 31A. Presentación del proyecto de investigación a socios de la cooperativa agraria "Colpa de Loros" en el comité zonal asunción del Aguaytillo.



Figura 32 A. Visita a socios de la cooperativa agraria “Colpa de Loros” in situ.



Figura 33 A. Obtención y acondicionamiento de la muestra.



Figura 34 A. Pesado de la cascara de cacao (*Theobroma cacao* L).



Figura 35 A. Dimensionamiento de la muestra.



Figura 36 A. Secado de la muestra para los diferentes tratamientos.



Figura 37 A. Molido de la muestra de cacao (*Theobroma cacao* L).



Figura 38 A. Preparación de la activación del microorganismo eficaz para la elaboración de biol de cascara de cacao (*Theobroma cacao* L).



Figura 39 A. Tamizado y pesado del residuo de cascara seca de cacaoaromático.



Figura 40 A. Inoculación de dosis de microorganismos eficientes.



Figura 41 A. Muestras inoculadas según tratamientos.



Figura 42 A. Muestra los tratamientos y repeticiones inoculadas y los tesistas.



Figura 43 A. Extracción de biosol y biol al séptimo día.



Figura 44 A. Preparación de las muestras en base sólida y líquido para enviarlas al laboratorio de análisis de suelos, agua y ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria De La Selva – UNAS.



Figura 45 A. Muestra Listas para ser enviadas al laboratorio.

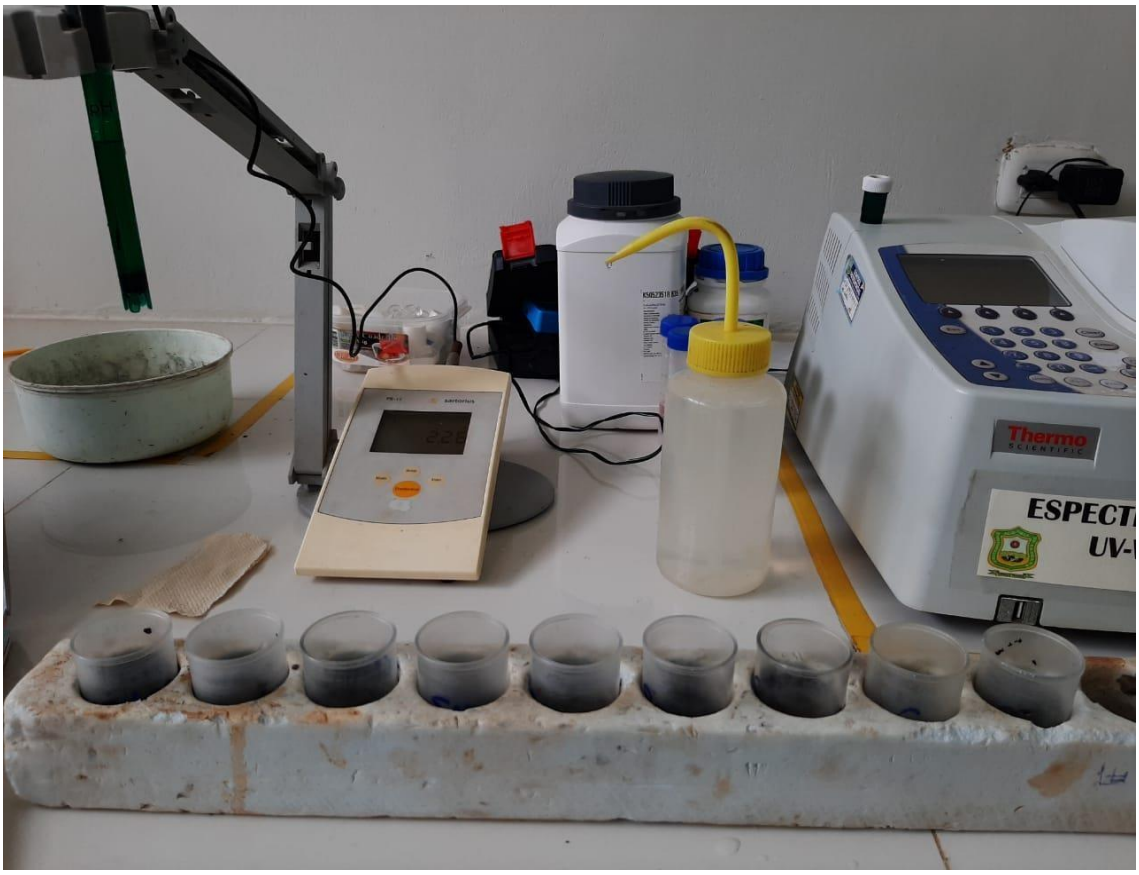


Figura 46 A. Muestra los tratamientos y repeticiones listas para los análisis.

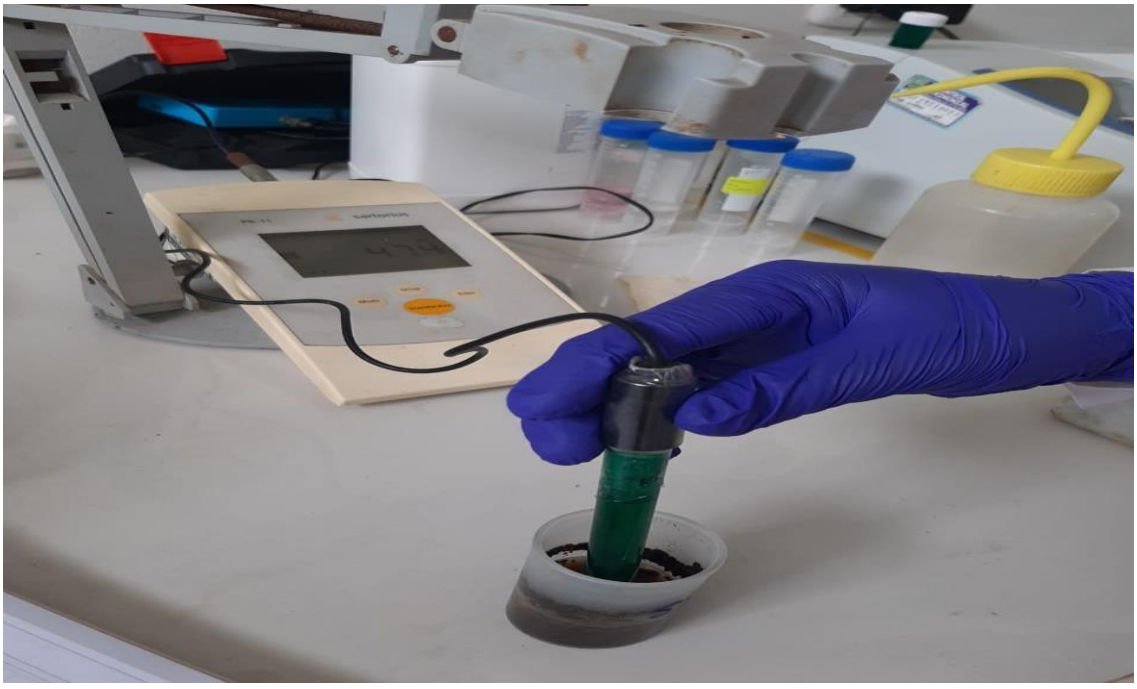


Figura 47 A. Determinación del pH de las muestras de biol y biosol.



Figura 48 A. Preparación de muestras para análisis proximal.

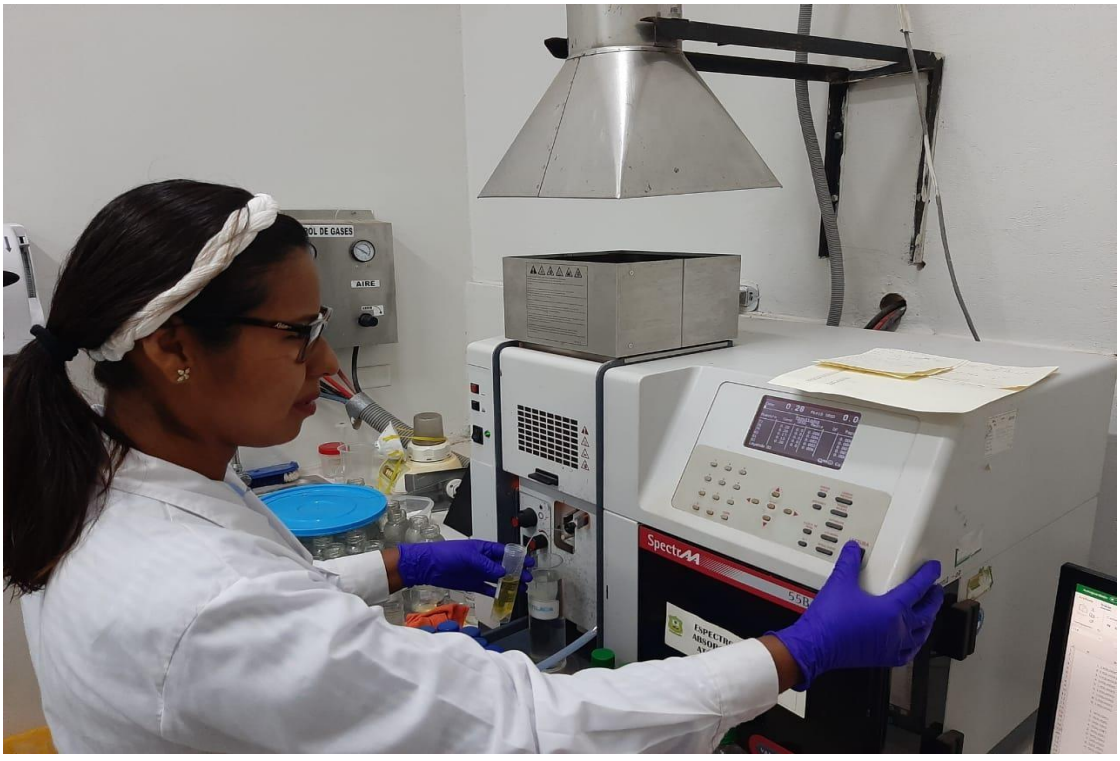


Figura 49 A. Cuantificación del análisis proximal.