

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DECANATO DE POSGRADO



**MAESTRÍA EN AGRONOMÍA
MENCIÓN SISTEMAS AGROPECUARIOS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES
DE INVESTIGACIÓN Y/O DESARROLLO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

MAGISTER EN AGRONOMÍA

ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOL ENRIQUECIDO, A
BASE DE ESTIÉRCOL OVINO DE PELO EN BIODIGESTORES DE TIPO
TRADICIONAL EN PASTAZA.

AUTOR:

Daisy Mariuxi Ortiz Freire

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Pablo Ernesto Arias MsC.

PUYO- ECUADOR

2023

FORMATO DP-UT-013A: DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Daisy Mariuxi Ortiz Freire**, con cédula de identidad **160051806-0**, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y /o desarrollo titulado “**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOL ENRIQUECIDO, A BASE DE ESTIÉRCOL OVINO DE PELO EN BIODIGESTORES DE TIPO TRADICIONAL EN PASTAZA.**” es absolutamente original autentico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de titulación son de exclusiva responsabilidad de la autora; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.



Ing. **DAISY MARIUXI ORTIZ FREIRE**

CI. **1600518060**



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-013B

**FORMATO DP-UT-013B: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE
EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN**

EL TRIBUNAL DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN

CERTIFICA QUE:

El presente trabajo “**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOL ENRIQUECIDO, A BASE DE ESTIÉRCOL OVINO DE PELO EN BIODIGESTORES DE TIPO TRADICIONAL EN PASTAZA**”, bajo la responsabilidad de la maestrante **DAISY MARIUXI ORTIZ FREIRE**, ha sido meticulosamente revisado, autorizando su presentación:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL


Dr. HERNÁN ALBERTO UVIDIA CABADIANA, PhD
PRESIDENTE DE TRIBUNAL EVALUADOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN


Dr. SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMÍREZ, PhD
MIEMBRO 1


MSc. SANDRA LUISA SORIA RE
MIEMBRO 2



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-011

FORMATO DP-UT-011: AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO TITULACIÓN

MAESTRÍA EN AGRONOMIA MENCIÓN SISTEMAS AGROPECUARIOS	
COHORTE: III, I PRÓRROGA	FECHA ELABORACIÓN: 16/01/2023

INFORME FINAL Y AVAL

Quien suscribe, PABLO ERNESTO ARIAS , portador de la cédula de identidad número: 1600220303 , en calidad de Director del trabajo de titulación denominado: “ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOL ENRIQUECIDO, A BASE DE ESTIÉRCOL DE OVINO DE PELO EN BIODIGESTORES DE TIPO TRADICIONAL EN PASTAZA.”, opción (INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O DESARROLLO) , a cargo del/la maestrante DAISY MARIUXI ORTIZ FREIRE , portador del número de cédula de identidad: 1600518060, certifico haber acompañado y revisado el documento entregado a mi persona, considero que cumple con los objetivos planteados, los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución.

Por lo antes expuesto se avala el trabajo de titulación para que sea presentado para la sustentación correspondiente.

ELABORADO POR:

Ing. Pablo Ernesto Arias, MsC.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD ESTADAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-013C

FORMATO DP-UT-013C: CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO

Quien suscribe el presente Dr/MSc PABLO ERNESTO ARIAS con CI: 1600220303, certifica que el Proyecto final de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo titulado: **“ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOL ENRIQUECIDO, A BASE DE ESTIÉRCOL OVINO DE PELO EN BIODIGESTORES DE TIPO TRADICIONAL EN PASTAZA.”** ha sido examinado a través del sistema Antiplagio Urkund y presenta un porcentaje de similitud del 3 %.

En el cantón Pastaza, a los 18 días del mes de enero del 2023.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Pablo Ernesto Arias', is written above a horizontal line.




MsC. Pablo Ernesto Arias
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Incluir la primera hoja del reporte de similitud de la herramienta antiplagio

Document Information

Analyzed document	TESIS MAESTRIA AGRONOMIA 2023 DAYSI ORTIZ (2).docx (D156249894)
Submitted	1/18/2023 3:55:00 PM
Submitted by	Karina Carrera
Submitter email	mcarrera@uea.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	mcarrera.uea@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual... Fetched: 4/13/2020 6:07:27 PM	 4
W	URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Howell_III Fetched: 12/8/2021 10:37:02 AM	 2
W	URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lydia_Ko Fetched: 3/30/2020 12:18:19 AM	 2

Entire Document

T1R3 Bovino

T2R3 Ovino T3R3 Hojarasca T2R2 Ovino T3R2 Hojarasca T1R2 Bovino T3R1 Hojarasca T1R1 Bovino T2R1 Ovino

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA DECANATO DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN SISTEMAS AGROPECUARIOS

TÍTULO A OBTENER: MAGISTER EN AGRONOMÍA

PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN Y/O DESARROLLO

TEMA:

Elaboración y caracterización de un biol enriquecido, a base de estiércol ovino de pelo en biodigestores de tipo tradicional en Pastaza.

AUTOR: Daisy Mariuxi Ortiz Freire

DIRECTOR DEL PROYECTO Ing. Pablo Ernesto Arias MsC.

PASTAZA- ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme la vida, por ser la luz que guía mi camino y fuerza para cumplir con las metas y anhelos deseados.

A la Universidad Estatal Amazónica por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa Institución. Al departamento Ciencias de la Tierra ya que ha sido pilar fundamental del desarrollo pedagógico y ético para mi formación profesional.

Al Ing. Pablo Ernesto Arias MsC. quien es mi tutor por su esfuerzo y dedicación brindando sus conocimientos adquiridos, su persistencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como estudiante, así como también haberme tenido paciencia para guiarme durante el desarrollo de nuestro proyecto, por su constancia y apoyo incondicional para la culminación de la investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme la vida, por ser la luz que guía mi camino y fuerza para cumplir con las metas y anhelos deseados.

A la Universidad Estatal Amazónica por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa Institución. Al departamento Ciencias de la Tierra ya que ha sido pilar fundamental del desarrollo pedagógico y ético para mi formación profesional.

Al Ing. Pablo Ernesto Arias Msc. quien es mi tutor por su esfuerzo y dedicación brindando sus conocimientos adquiridos, su persistencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como estudiante, así como también haberme tenido paciencia para guiarme durante el desarrollo de nuestro proyecto, por su constancia y apoyo incondicional para la culminación de la investigación.

Agradezco al Ing. Patricio Naranjo por ser el pionero y de la idea del proyecto por haberme brindado su capacidad y conocimiento que me ha ayudado al avance de este trabajo investigativo.

A mis padres, mi hermano, mi esposo, mi hija que es el principal motor de superación familiares, amigos y demás personas que de una u otra manera brindaron su apoyo para la finalización de esta investigación.

Y para finalizar, también agradezco a todos mis profesores que de una u otra manera dotaron de conocimientos y compañeros de clase ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado considerablemente con mis ganas de seguir adelante en mi formación profesional.

DEDICATORIA

Durante estos dos años y medio de constante lucha y dedicación en estos tiempos difíciles, de momentos de éxitos y fracasos no fueron obstáculos para los deseos inagotables de superarme y servir a la sociedad; es por ello que el presente proyecto de titulación es dedicado a Dios, por llenarme de sabiduría y bendiciones ya que gracias a él he logrado concluir un peldaño más en mi educación, además por permitirme poder disfrutar de este triunfo. A mi madre Laura Freire la que me llevo a tomar una decisión fuerte y seguir adelante con este proyecto la que me apoyo incondicionalmente, a mi padre Mauro Ortiz que desde el cielo sé que me cuida y me protege que fue parte fundamental para seguir adelante y mi hermano Jómany Ortiz, por su apoyo incondicional, por sus esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí; para que este sueño hoy fuera realidad, este título de maestría, es de ustedes también. A mi esposo Lenin Lasso y a mi hija Camila Lasso que es el motor principal que Dios me ha dado, porque ellos son testigos de mis triunfos y fracasos, por sus palabras, por su confianza, por su amor, por brindarme día a día su apoyo, compañía y ánimo y por ser el pilar fundamental de mi vida; además son mis motivos principales de superación. A mi abuelita Bertha Cruz, por su apoyo y contribución para que se hiciera realidad este logro. A mi amigo Danni Yambay que me apoyado y es parte de este logro a mis compañeros y a todas aquellas personas que de una u otro manera han contribuido con este logro.

DAISY

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto se realizó en la propiedad del señor Mauro Ortiz en la finca “CAMPO AMOR”, parroquia 10 de agosto, cantón Pastaza.

Los objetivos planteados fueron: Elaborar y caracterizar el biol enriquecido, mediante la fermentación anaeróbica a base de estiércol ovino de pelo en biodigestores de tipo tradicional en Pastaza y determinar cambios físicos y químicos en el proceso de fermentación del biol. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con la aplicación de tres replicas por tratamiento y por bloque. Los resultados obtenidos en esta investigación se determinaron a través de la prueba de Rango Múltiple de Tukey a $p \leq 0,05$ como estadístico en la comparación de medias. Los mejores resultados en los parámetros fueron para el T1 biol de ovino.

El análisis de la composición química, física y biológica del biol permitirá conocer el contenido de nutrientes, microorganismos y fitorreguladores que tiene el biofertilizante. La fermentación se da gracias a microorganismos que se alimentan de la materia prima utilizada, es por eso que se analizará la composición de este bio fertilizante líquido en tres etapas diferentes de fermentación, que permitirá conocer la evolución y el comportamiento de los microorganismos y los compuestos transformados durante el proceso de fermentación.

Con la información generada en esta investigación, se sumará un respaldo científico para la agricultura orgánica, que en muchas situaciones ha sido blanco de duras críticas, por basarse en conocimientos empíricos para sostener sus principios.

Palabras clave: Biol enriquecido, biodigestores, insumos, bioabono.

ABSTRACT Y KEY WORD

The project was carried out on the property of Mr. Mauro Ortiz on the "CAMPO AMOR" farm, August 10 parish, Pastaza canton.

The proposed objectives were: To elaborate and characterize the enriched biol, through anaerobic fermentation based on sheep dung in traditional biodigesters in Pastaza and to determine physical and chemical changes in the biol fermentation process. A Completely Random Block Design was used, with the application of three replicates per treatment and per block. The results obtained in this investigation were determined through Tukey's Multiple Range test at $p \leq 0.05$ as a statistic in the comparison of stockings. The best results in the parameters were for the T1 biol of sheep.

The analysis of the chemical, physical and biological composition of the biol will allow to know the content of nutrients, microorganisms and phyto regulators that the biofertilizer has. The fermentation occurs thanks to microorganisms that feed on the raw material used, that is why the composition of this liquid bio fertilizer will be analyzed in three different stages of fermentation, which will allow us to know the evolution and behavior of microorganisms and compounds. transformed during the fermentation process.

With the information generated in this research, scientific support for organic agriculture will be added, which in many situations has been the target of harsh criticism, for being based on empirical knowledge to support its principles.

Keywords: Enriched biol, biodigesters, inputs, biofertilizer

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
RESUMEN EJECUTIVO.....	IV
ABSTRACT Y KEY WORD.....	V
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA CIENTÍFICO	2
1.2. HIPOTESIS	3
1.3. OBJETIVOS	3
CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.1. ORIGEN Y DESCRIPCIÓN DEL BIOFERTILIZANTE	4
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL BIOL	5
2.3. VENTAJAS DEL BIOL.....	5
2.4. DESVENTAJAS DEL BIOL.....	6
2.5. TIPOS DE BIOL.....	6
2.6. COMPONENTES DEL BIOL.....	7
2.7. ELABORACIÓN DEL BIOL.....	9
2.8. FORMULACIÓN DEL BIOL ENRIQUECIDO CON NUTRIENTES.....	9
2.9. ETAPAS DE FERMENTACIÓN.....	11
2.10. FUENTE DE ENERGÍA EN PROCESO DE LA FERMENTACIÓN	12
2.11. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESEMPEÑO DE LA FERMENTACIÓN.....	12
2.12. USOS DEL BIOL.....	14
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
3.1. LOCALIZACIÓN.....	16
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	16
3.3. METODOS DE INVESTIGACIÓN	17
3.4. DISEÑO DEL EXPERIMENTAL	17
3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO	18
3.6. ELABORACIÓN DE MINI BIODIGESTORES	18
3.7. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.....	23
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. TEMPERATURA HUMEDAD RELATIVA	24
POTENCIAL HIDROGENO (pH).	26
4.2. COMPORTAMIENTO DE LOS MICRO Y MACRONUTRIENTES.....	27
4.3. CONTENIDO DE HONGOS Y BACTERIAS FITOPATÓGENAS.....	37
CONCLUSIONES	39

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica del experimento.	16
Figura 2: Diseño del experimento DBCA.	17
Figura 3: Recipientes y biodigestor tradicional.	19
Figura 4: Colecta de materias primas.	20
Figura 5: Pesaje de los diferentes ingredientes.	20
Figura 6: Pesaje mezcla y sellado.	21
Figura 7: Control de la temperatura y pH.	22
Figura 8: Cosecha y filtrado del biol.	23
Figura 9: Temperatura Ambiental y humedad relativa del medio ambiente.	25
Figura 10: Comportamiento diario de la temperatura interna de los biodigestores.	26
Figura 11: Evolución del nitrógeno total de los tres tipos de bioles.	28
Figura 12: Evolución de fosforo en los treinta días de fermentación.	29
Figura 13: Evolución del (K ₂ O).	30
Figura 14: Evolución de calcio.	30
Figura 15: Evolución del magnesio (Mg).	31
Figura 16: Evolución del manganeso de los tres tipos de bioles.	32
Figura 17: Evolución del hierro de los tres tipos de bioles.	33
Figura 18: Evolución del zinc de los tres tipos de bioles.	34
Figura 19: Evolución del azufre de los tres tipos de bioles.	35
Figura 20: Evolución del boro de los tres tipos de bioles.	36
Figura 21: Evolución del cobre de los tres tipos de bioles.	36
Figura 22: Carga microbiana en los tres tipos de bioles.	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ingredientes para la elaboración del biofertilizante.	10
Tabla 2: Clasificación de los microorganismos según la temperatura optima de crecimiento.	13
Tabla 3: Recursos humanos y materiales.	23
Tabla 4: Temperatura ambiental durante los treinta días de duración del experimento.	24
Tabla 5: pH por biol.	27
Tabla 6: Potasio (K_2O).	29
Tabla 7: Magnesio (Mg).	31
Tabla 8: Manganeso (Mn)	32
Tabla 9: Evolución del hierro.	33
Tabla 10: Evolución del zinc de los tres tipos de bioles.	34
Tabla 11: Bacterias ausentes en las muestras de biol.	38
Tabla 12: Informe de laboratorio 1.	46
Tabla 13: Informe de laboratorio 2.	47
Tabla 14: Informe de laboratorio 3.	48
Tabla 15: análisis micológico.	49
Tabla 16: Análisis de anova.	50
Tabla 17: Comparación de medias mediante tukey.	53

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Elaboración de contenedores.....	54
Fotografía 2: Recolecta de excretas.	54
Fotografía 4: Preparación y mezcla de los bioles.	54
Fotografía 3: Tapado y sellado hermético de los contenedores.....	54
Fotografía 6: Colado y filtrado	55
Fotografía 5: Toma de datos.	55
Fotografía 7: Muestras para análisis de laboratorio.....	55
Fotografía 8: Envasado y almacenamiento	55

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El sector ganadero en el Ecuador permite dinamizar la economía del país, pero esta actividad genera una alta cantidad de desechos que no cuentan con un manejo o disposición final adecuado, afectando a los recursos naturales como: agua, suelo y aire, por lo cual el empleo de biodigestores para la producción de bioles se ha convertido en una tecnología alternativa rentable en zonas estratégicas debido a la gran cantidad de materia prima disponible (Toala,2013).

El biol además de ser fuente de nutrientes (N, P, K, Ca, S) también es un fitorregulador de crecimiento porque contiene fitohormonas que acelera el crecimiento del follaje, induce a la floración y fructificación y acelera la maduración de los cultivos. Hay diversas fórmulas o recetas para la elaboración del biol las cuales varían según la disponibilidad de insumos y las condiciones de cada región.

La elaboración de biol en la agricultura permite mejorar la calidad del suelo; en su estructura, textura, intercambio catiónico, actividad microbiana, productividad lo que aporta a incrementar los ingresos de los agricultores, elevando el nivel de vida de la familia campesina, contribuyendo a una agricultura sostenible y sustentable que tributa a mejorar la soberanía alimentaria de los sectores más vulnerables (INTAGRI, 2019).

La agricultura del país tiene un gran problema debido a la excesiva utilización de agroquímicos los mismos que provocan deterioro y destrucción de la micro flora y micro fauna presente en el suelo, además la contaminación de ríos y vertientes, consecuentemente destrucción de la capa de ozono, lo que ha desencadenado en graves problemas de erosión, compactación, salinización, improductividad de los suelos, enfermedades para el hombre y animales. Por eso se está buscando obtener resultados iguales o mejores mediante la utilización de abonos orgánicos los mismos que tienen un alto valor para conseguirlos en el mercado, pero podemos elaborar propios abonos de con recursos propios de la zona de forma doméstica, con un precio más económico, aunque en un tiempo más largo ya que se debe seguir un proceso para su fabricación.

Por ello que es importante y fundamental crear nuevas alternativas como: elaborar abonos orgánicos de tipo líquido con materiales económicos y de fácil acceso, que mejore la calidad

el suelo siendo respetuosos con el ambiente y con nosotros mismos, para las futuras generaciones, con el fin de que aprovechen el suelo donde viven, sin deteriorarlo.

Numerosas investigaciones se han desarrollado con el fin de optimizar el uso del biol, entre las cuales citamos las realizadas por Suquilanda (1996), quien asevera que aplicando foliarmente en los cultivos, en concentraciones entre el 20 % y 50 % estimulan el crecimiento y se mejora la calidad de los productos. Además, Benzing (2001) afirma que el uso de concentraciones mayores en el cuello de las plantas favorece el desarrollo radicular.

1.1.PROBLEMA CIENTÍFICO

El Ecuador al ser un país dependiente de la importación de fertilizantes químicos es vulnerable a impactos económicos y geopolíticos que inciden en los mercados internacionales (Cadillo et al., 2016). esta dependencia se evidenció en el año 2008 con el crecimiento exponencial de los precios de los insumos agrícolas, como resultado de los elevados precios del petróleo, además la guerra ha afectado la disponibilidad de fertilizantes, desencadenando así posibles impactos de mediano y largo plazo para el sector agrícola a nivel mundial. Esto debido a que tanto Rusia como Ucrania son proveedores de fertilizantes (Urea, Amoniacó Anhidro, Nitrogenados, Potásicos y Fosfatos) Lo cual el interés de este trabajo investigativo tiene como propósito experimentar una nueva alternativa para preparar fertilizantes orgánicos de fácil acceso utilizando el estiércol de ovino como materia prima, debido a que los rebaños ovinos por su fácil manejo de producción y de poco requerimiento de espacio es de fácil manejo productivo, en la amazonia ecuatoriana la crianza de los ovinos o borregos de pelo se trabaja con un sistema de semi pastoreo el cual permanecen gran parte de su tiempo del día en los apriscos, lugar de descanso y alimentación de los animales lo cual tienen sus descargas de heces facilitando al ganadero o productor recoger volúmenes suficientes para la elaboración de los biofertilizantes.

Por ello se establece el siguiente problema científico: ¿con los bioles orgánicos se puede mejorar la producción agrícola y a la vez mejorar la calidad de vida de los productores al no emplear su dinero en agroquímicos de alto valor en la parroquia 10 de agosto, Pastaza?

1.2.HIPOTESIS

Ho: Las características físicas y químicas de los biopreparados no se modifican en las diferentes etapas del proceso de fermentación.

Hi: Las características físicas y químicas de los biopreparados se modifican en las diferentes etapas del proceso de fermentación.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un biol enriquecido de nutrimentos mediante la fermentación anaeróbica a base de estiércol de bovino, ovino y hojarasca en biodigestores de tipo tradicional en Pastaza.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros físicos de los bioles enriquecidos de la forma tradicional utilizando estiércol de ganado ovino de bovino y hojarasca.
- Analizar la composición de los micro – macro nutrientes del biol enriquecido a base de estiércol de ganado bovino, ovino y hojarasca.
- Identificar las cantidades microbianas presentes en los tres tipos de bioles.

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.ORIGEN Y DESCRIPCIÓN DEL BIOFERTILIZANTE

Álvarez (2014) en sus investigaciones detalla que la obtención de fertilizantes orgánicos se originó en la India con el método “Indore” El cual fue planteado por Albert Howard que consiste en mezclar desechos vegetales y excrementos de animales y dejar fermentar.

Álvarez, Espinoza, Ruiz, & Peralta, (2007) describe que los bioles son un tipo de biofertilizantes líquido (obtenidos anaeróbicamente), son ricos en micronutrientes, fitohormonas y microorganismos benéficos. Se utiliza como abono para estimular el crecimiento vegetal y son también inductores de respuestas fisiológicas como floración y fructificación.

Suquilanda (1996) mediante con sus experimentos recomienda que los bioles son abonos líquidos preparados con estiércol, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza, fermentado por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico además recomienda que el biol es considerado un fito-estimulante complejo que al ser aplicado al follaje de los cultivos permite aumentar la cantidad de raíces e incrementa la cantidad de fotosíntesis de las plantas.

Un fertilizante orgánico líquido se obtiene a partir de la fermentación de residuos de animales, plantas y aguas residuales (INIA, 2008).

Su función es estimular el crecimiento, actividades fisiológicas y proteger las plantas de enfermedades y plagas (FOCONDES, 2014). Además, el Biol es un subproducto de la generación de Biogás (Aparcana y Jansen, 2008).

Los componentes del Biol dependen del tipo de material orgánico que se utilice para alimentar el Biodigestor (Aparcana y Jansen, 2008). El Biol que proviene de estiércol de animales tiene en su composición química materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio (Bejarano y Méndez, 2004). Estos nutrientes son esenciales para el crecimiento, desarrollo de las plantas y son parte de funciones metabólicas o estructurales de las mismas (Gutiérrez, 2002). Este fertilizante orgánico no solo es un factor determinante para satisfacer los requerimientos de un cultivo, también ayuda a mantener la humedad del suelo, generar materia orgánica y evitar de erosión de suelo (De la Rosa Méndez, 2012).

Según Montesinos (2013), puntualiza que las aplicaciones del biol ayudan a reducir el uso de fertilizantes químicos, por lo que se considera otra alternativa de fertilización. Estudios

realizados demuestran que los cultivos que responden a este biofertilizante son algunos árboles frutales, tubérculos, pastos y cereales como maíz y arroz; se ha obtenido que en algunos cultivos como banano, cacao y flores este ha tenido un efecto enraizador, un mejor desarrollo en los tallos y un aumento en los rendimientos. Es por ello que la generación de tecnologías de bajos costos como el biol es importante ya que ayuda a mantener o incrementar los rendimientos de los cultivos que son de mucha importancia para el país, además de mejorar la estructura y fertilidad del suelo siendo una buena estrategia para la reducción de la contaminación del medio ambiente. El biol es un biofertilizante orgánico líquido, producto de la descomposición en ausencia de oxígeno de residuos producidos por animales (excretas); contiene 24 nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes” (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2008). Es considerado una fuente ya digerida de residuos animales que al agregarle orina (animal y/o humana) se añade más nitrógeno y se acelera el proceso de desintegración en donde la relación carbono/nitrógeno (C/N) se mejora (Warnars y Oppenoorth, 2014).

2.2.CARACTERÍSTICAS DEL BIOL

El biol es un excelente abono foliar que sirve para que las plantas estén verdes y den buenos frutos, esto se prepara con diferentes estiércoles que se deben fermentar durante dos a tres meses en un bidón de plástico para lograr recuperar y reactivar la vida del suelo para mejorar la fertilidad de las plantas, el biol siendo un abono que estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades y permite sustituir a una gran parte de fertilizantes químicos. Además, es importante que la humedad alcance los niveles óptimos entre 40–60%. La Relación C/N: el carbono y el nitrógeno son constituyentes básicos de la buena calidad de materia orgánica. La relación óptima es de 30/1. (Medina y Solari, 1990).

2.3.VENTAJAS DEL BIOL

- No contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos.
- Es de fácil preparación y puede adecuarse a diversos tipos de envase.
- Es de bajo costo, se produce en la misma parcela y emplea insumos que encontramos en la chacra.
- Permite incrementar la producción.

- Revitaliza las plantas que tienen estrés, por el ataque de plagas y enfermedades, sequías, heladas o granizadas, si aplicamos en el momento adecuado. Tiene sustancias (fitohormonas) que aceleran el crecimiento de la planta

(Manual de elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades”, 2010).

2.4.DESVENTAJAS DEL BIOL

- No contar con insumos para su preparación
- Su preparación es lenta, demora entre 3 a 4 meses, dependerá de la temperatura del ambiente, por lo que se debe planificar su producción antes del inicio de la elaboración del biol
- Necesita un ambiente oscuro y fresco para el almacenaje, de lo contrario perderá sus propiedades biológicas y nutritivas.
- Sólo se puede usar entre 3 a 6 meses de su cosecha, después disminuye sus propiedades.
- Se necesita contar con una mochila para su aplicación.
- El mal manejo durante su aplicación puede quemar las plantas.

(manual de elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades”, 2010).

2.5. TIPOS DE BIOL

Según Zambrano (2017) la mayoría de los bioles dependen de los insumos con que se cuentan en la zona y el modo en que se utiliza, para los abonos líquidos existen diferentes tipos del biol son:

Biolbiocida: Es muy utilizado para el control de plagas y enfermedades, repeliendo a las plagas y nutriendo a la planta evitando de este modo las enfermedades.

Las sustancias biocidas por lo general actúan a nivel de la membrana celular del microorganismo, penetrándola y destruyendo los sistemas que permiten vivir al microorganismo. El biocida provoca la lisis de la pared proteica o lipoproteica del organismo y penetra en su interior interrumpiendo las reacciones bioquímicas que sustentan la vida en el organismo (HUAYTA, 2006).

Condiciones de un buen biocida

- Debe tener un amplio espectro de actividad, es decir, debe cubrir una amplia gama de microorganismos (bacterias, virus y hongos).
- Efectivo a baja concentración: Cuanto más baja es la dosis, más económico resulta el tratamiento.
- Efectivo en un amplio rango de pH.
- Solubles en agua.
- Compatible con otras especies químicas en el medio.
- Alta persistencia: Debe ser efectivo a través del tiempo.
- Fácil de neutralizar: Debe poseer mecanismos desactivadores para su posterior neutralización.
- Baja toxicidad humana: No debe ser perjudicial en su manipulación segura por parte del operador.

Biól para suelo y hoja: Nutre a la planta y a la vez repone al suelo los nutrientes extraídos por las plantas mejorando la fertilidad del suelo.

Biól abono foliar: Es el más utilizado por los agricultores, ya que nutre directamente vía hojas, contando con el mayor número de macro y micronutrientes que planta requiere para poder producir, acelera el crecimiento de las plantas y mejora e incrementa los rendimientos (HUAYTA, 2006).

2.6.COMONENTES DEL BIOL

Para la elaboración de biól la proporción del peso y el volumen con los residuos entrantes es de 0.9 a 1, ya que contiene una fase sólida, conocida como biosól y su fase líquida conocida como biól, ambos componentes tienen extraordinarias cualidades agronómicas beneficiosas para los cultivos. Dependiendo de las características de los residuos a fermentar se tiene que en promedio el rango resultante del biodigestor presenta aproximadamente entre el 85 y 90% de la materia entrante, de esto aproximadamente el 90 % corresponde al biól y el 10% al biosól, estos porcentajes varían según los residuos a fermentar y el método de separación empleado (Aparcana, 2008).

2.6.1. El estiércol

Iglesias (2004), destaca que el estiércol es aquel material que puede ser manejado y almacenado como sólido, mientras que los purines lo son como líquidos. El estiércol además de contener heces y orines, también suele incluir restos de los alimentos del ganado, así como agua procedente de los bebederos, de la limpieza de los establos o de lluvia, y todo tipo de materiales que puedan entrar en un establo. Terry (2006), reporta que el estiércol contiene un buen número de nutrientes para las plantas. Casi la mitad del nitrógeno que contiene el estiércol está en forma amoniacal, si se maneja bien, es disponible casi inmediatamente para las plantas sirve como un material para realización del biol.

La composición del estiércol bovino está influenciada por varios factores, siendo el principal el tipo de ración y su digestibilidad; otros factores que afectan son la edad del ganado y el estado general del animal. La composición química del estiércol encontrada por varios autores fue recolectada por Albin, 1971, quien muestra que la máxima cantidad de proteína es de 19% y la mínima de 1,87% (Pérez & Viniegra, 2007).

Tiene principalmente la función de aportar los ingredientes vivos para que ocurra la fermentación del biol, aporta principalmente inóculos de levaduras, hongos, protozoos, y bacterias los cuales son los responsables de digerir, metabolizar y colocar en forma disponible para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos que se encuentran en el tanque de fermentación (Restrepo, 2007).

2.6.2. Leche

Posee una densidad de 16.03 g/ml y cerca del 87% de agua, al aplicar leche se presentan los lacto fermentos, se debe destacar su importante aporte en bacterias ácido lácticas, microorganismos que confieren propiedades especiales a este abono fermentado. Estos microorganismos juegan importantes funciones dentro del agro ecosistema: La solubilidad del fósforo entre otros nutrientes en el suelo es uno de los aspectos que se deben destacar. Además, la presencia de ácido láctico contribuye en suprimir diversos microorganismos patógenos como por ejemplo el *Fusarium sp* (Pacheco, 2007).

2.6.3. Melaza

Sirven como fuente de energía para los microorganismos, quienes se encargan de descomponer los materiales orgánicos. Además, proveen cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrientes (Salgado & Nuñez, 2010).

Es una fuente principal energética en la fermentación favoreciendo a la actividad biológica, las propiedades de la melaza se hacen más importantes en cuanto a su contenido, ya que viene a ser una rica opción tanto en vitaminas del grupo B, así como en elementos tales como el calcio, potasio, hierro, magnesio. Al tener prácticamente la mitad de las calorías del azúcar convencional (Martínez, 2010).

2.6.4. Agua

Favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad al igual que la falta de esta, afecta la obtención de un abono de buena calidad (Salgado & Núñez, 2010).

Tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplica todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaerobia del biol (Paltrinieri, 2009).

2.7.ELABORACIÓN DEL BIOL

Para elaboración del biol se puede usar desechos orgánicos de origen vegetal o animal (Medina & Solari, 1990).

Las fórmulas más comunes contienen agua, estiércol bovino, melaza, leche y leguminosas picadas. Todo esto se junta en un tanque cerrado herméticamente con una válvula de escape de gases y se deja fermentar en ausencia de oxígeno por el tiempo que sea necesario para su producción (Restrepo, 2013)

2.8.FORMULACIÓN DEL BIOL ENRIQUECIDO CON NUTRIENTES

Los bioles contienen diversas sustancias que tienen efectos positivos en cultivos, estas sustancias se forman durante la acción de microorganismos capaces de transformar el estiércol, el suero, melaza y otros materiales que integran el biofertilizante fermentado en vitaminas, minerales y ácidos orgánicos que pueden favorecer el crecimiento de plantas. (Restrepo, 2001 citado por Pacheco, 2006).

Tabla 1: Ingredientes para la elaboración del biofertilizante.

Primera etapa	Cantidad	
Agua	180	l
Estiércol de vaca	50	kg
Melaza	14	l
Leche	28	l
Roca Fosfórica	2,6	kg
Ceniza	1,3	kg
Sulfato de Zinc	2	kg
Cloruro de Calcio	2	kg
Sulfato de Magnesio	2	kg
Sulfato de Manganeso	300	g
Cloruro de Cobalto	50	g
Molibdato de Sodio	100	g
Bórax	1,5	kg
Sulfato Ferroso	300	g
Sulfato de Cobre	300	g

Fuente: (Restrepo, 2015)

Meza (2015) plantea que el biol es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre otros, en ausencia de oxígeno es una especie de vida (bio), muy fértil (fertilizante) y son ecológicamente y económicamente muy rentables. Además, contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para obtener biol es a través de “biodigestores”.

El Biol es el resultado de la fermentación de estiércol y agua a través de la descomposición y transformaciones químicas de residuos orgánicos en un ambiente anaerobio. Tras salir del biodigestor, esta materia descompuesta no contiene olores y no atrae insectos una vez utilizado en los suelos. Es un producto estable biológicamente, rico en humus y una baja carga de patógenos (Meza, 2015).

Dicho de este modo la materia orgánica, en el caso del biol de bovino podemos encontrar hasta 40.48%, y en el de porcino 22.87%. El biol agregado al suelo provee materia orgánica que resulta fundamental en la génesis y evolución de los suelos, constituye una reserva de nitrógeno y ayuda a su estructuración, particularmente la de textura fina. La capacidad de

fertilización del biol es mayor al estiércol fresco y al estiércol compostado debido a que el nitrógeno es convertido a amonio (NH_4), el cual es transformado nitratos (Ribera, 2011).

2.9. ETAPAS DE FERMENTACIÓN

Del Real (2007) menciona las tres etapas del proceso de fermentación de la materia orgánica.

2.9.1. PRIMERA ETAPA DE FERMENTACIÓN – HIDROLISIS

La solubilización de la materia orgánica cruda formada por polímeros (proteínas y polisacáridos principalmente), es hidrolizada por la acción de las enzimas, descomponiendo en sustancias simples y solubles. Las bacterias que actúan son las celulíticas, proteolíticas, sacarolíticas y lipolíticas (Del Real, 2007).

La materia orgánica es metabolizada por los microorganismos, se descomponen las cadenas largas de materia orgánica en otras más cortas, obteniéndose productos intermedios, es decir las bacterias liberan en el medio las llamadas enzimas extracelulares quienes van a promover la hidrólisis de las moléculas solubles en agua, como proteínas y carbohidratos y las transforman en moléculas menores solubles (FAO, 1995).

2.9.2. SEGUNDA ETAPA – FORMACIÓN DE ÁCIDOS

En esta etapa actúan bacterias formadoras de ácido, las mismas que son anaeróbicas facultativas, que transforman los productos de la primera etapa en ácidos orgánicos, siendo los más importantes; el acético, propiónico, láctico, fórmico (Del Real, 2007) como también etanol, dióxido de carbono e hidrógeno (Ostrem & Themelis, 2004).

El conjunto de los productos formados y sus proporciones están en función de las sustancias presentes en el sustrato alimentado y de las bacterias presentes en el cultivo (Del Real, 2007).

Estas dos fases las llevan a cabo un primer grupo de bacterias, las hidrolíticas acidogénicas y las acetogénicas que hidrolizan y fermentan las cadenas complejas de la materia orgánica en ácidos orgánicos simples (FAO, 1995).

2.9.3. TERCERA ETAPA – METANOGÉNICA

En esta etapa el grupo de metanogénicas, las hidrogenófilas, consumen el hidrógeno generado en la primera parte de la reacción y, lo convierten en biogás. En estas condiciones el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férrico y mangánico debido a la ausencia de oxígeno. Estas últimas bacterias son fundamentales para el equilibrio de las condiciones ambientales de la reacción, puesto que la acumulación de hidrógeno alteraría la biodigestión de la materia orgánica (Medina, 2000).

2.10. FUENTE DE ENERGÍA EN PROCESO DE LA FERMENTACIÓN

El proceso de fermentación o degradación anaerobia depende del sustrato utilizado, así los microorganismos son autótrofos o heterótrofos. En este sentido las bacterias utilizadas en este proceso anaerobio son de naturaleza heterótrofa, excepto las bacterias metanogénicas que requieren hidrógeno. Este proceso depende del metabolismo implicado en cada caso: en los procesos aerobios se requiere una pequeña cantidad de sustrato para producir una buena cantidad de energía, lo que no sucede con el metabolismo anaerobio en donde para alcanzar un nivel de metabolismo se requiere de una gran cantidad de sustrato frente al proceso aerobio (Del Real, 2007).

La función química esencial del metabolismo productor de energía es la de sintetizar moléculas orgánicas que poseen un alto nivel de energía potencial en forma de enlaces ricos en energía, la que luego es acoplada por medio de reacciones a las vías anabólicas (Benintende & Sanchez). En el metabolismo bacteriano al igual que en cualquier ser vivo, la fuente de energía es el ATP. En el proceso de degradación anaerobia el ATP se genera únicamente por fosforilación a nivel de sustrato (Benintende & Sanchez).

La energía que se libera durante la oxidación completa de un compuesto orgánico (respiración), es mucho mayor que la que procede de su fermentación. El rendimiento total de ATP por mol de sustrato respirado es de 38 ATP; mientras que, en la fermentación, es de 2 ATP (Benintende & Sanchez).

2.11. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESEMPEÑO DE LA FERMENTACIÓN

2.11.1. TEMPERATURA

Por lo general los microorganismos se han clasificado en tres grandes grupos dependiendo de su temperatura óptima de crecimiento (Tabla 2.), que representa el incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza después de la mezcla de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de 12 horas de haberlo preparado, el abono debe presentar - 24 - temperatura que puede superar fácilmente los 50°C, lo que es buena señal para continuar con las demás etapas del proceso (Huyata, 2006). La temperatura interna del biodigestor, aunque el proceso se lleva a cabo en un amplio rango de temperaturas desde 14 hasta 60°C, aunque la mayor eficiencia se alcanza cuando se trabaja en temperaturas de 30

a 40 °C donde la mayoría de las bacterias metanogénicas digieren la materia orgánica más eficientemente en estos rangos de temperatura (Botero & Preston, 1987).

Tabla 2: Clasificación de los microorganismos según la temperatura optima de crecimiento.

Clasificación	Temperatura optima
Psicrofilas	-5 a 30° C
Mesófitas	20 a 40°C
Termófilas	25 a 80°C

Fuente: Botero, (1987)

Varios estudios han determinado que la temperatura tiene una gran influencia sobre la actividad biológica, afectando su capacidad catalítica como a la difusión del sustrato hacia las células, a más altas temperaturas las reacciones de biodegradación requieren menos energía de transformación, aunque estos sistemas de reacción son menos estables (Del Real, 2007).

2.11.2. POTENCIAL HIDROGENO (pH)

Como en todo procedimiento bioquímico, el pH es uno de los factores que más incide en la digestión anaeróbica, disminuyendo la actividad biológica cuando las condiciones no son óptimas, mientras más alejado está el proceso de las condiciones óptimas, menor es la actividad microbiana, en la digestión anaeróbica, las bacterias metanogénicas son las más sensibles al efecto del pH dentro de la comunidad microbiana (Del Real, 2007).

Sánchez, (2000) citados por Del Real, (2007) según sus experimentos aplicados determinaron que un rango de pH entre 6.8 y 7.4 generalmente proporciona las condiciones óptimas para el hábitat metanogénico.

Atkinson, (1995) recomienda que el pH influye en los microorganismos superiores del ecosistema anaeróbico debido a que cada grupo presenta un grado de sensibilidad distinto frente a este parámetro, así las bacterias hidrolíticas presentan una actividad óptima entre 7.2 - 7.4, cercanos a 6 para las acidogénicas, entre 6.0 - 6.2 para las homoacetogénicas y 6.5 - 7.5 para las bacterias metanogénicas hidrogenófilas o acetoclásticas. Cuando el pH se encuentra por debajo de 6.5 disminuye significativamente la actividad de las bacterias acetoclásticas, por debajo de 5.5 cesa completamente.

En estas condiciones, el pH puede seguir disminuyendo debido a que se mantiene la actividad, aunque limitada, de los restantes grupos. Por debajo de 4.5 se detiene por completo la actividad de los organismos implicados en el proceso. Por otro lado, el pH también afecta

la actividad de las bacterias ácido génicas, pero en este caso afecta a sus productos de reacción, así al disminuir el pH se favorece la generación de ácidos grasos volátiles de alto peso molecular, particularmente los ácidos propiónico y butírico, disminuyendo a expensas del ácido acético (Del Real, 2007).

2.11.3. HUMEDAD RELATIVA

Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación cuando está fabricando el abono. Tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad. La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 y 60 % del peso (Cajamarca, 2015).

2.11.4. RELACIÓN MATERIA ORGÁNICA AGUA.

La cantidad de materia orgánica varía de acuerdo a su origen con respecto al agua, pero se puede trabajar en concentraciones de 50-50 o 25- 75 respectivamente, dependiendo de la disponibilidad de la materia prima, aunque lo más recomendable es utilizar 1/3 de materia orgánica y 2/3 de agua, dejando siempre un espacio de 10 a 20 cm en el borde superior del recipiente (Restrepo, 2007).

2.11.5. TIEMPO DE RETENCIÓN DE LA BIOMASA

Bajo la acción de bacterias mesofílicas se estima que en un reactor normal a 30°C el tiempo requerido para biodegradar la materia prima alimentada es de 20 días, tiempo que se puede afectar por las variaciones de la temperatura. El factor 1.3 es un coeficiente que depende de la temperatura, y para garantizar un funcionamiento óptimo del biodigestor en cualquier época del año se ha asumido el valor de 25°C (Collado 2006).

2.12. USOS DEL BIOL

Ya sea que el biol se emplee por vía foliar mediante pulverizaciones manuales, mediante riego por aspersión, o que se haga por vía radicular, a través de riegos por gravedad, traen consigo incremento en el crecimiento del sistema radicular por efecto de la tiamina, entre otros componentes que se hallan en su composición (Centro Universitario de Capacitación Agro biogenético, 1994).

El biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla o a la raíz (Suquilanda, 1996).

Restrepo (2007) recomienda que el biol interviene principalmente al interior de las plantas, impulsando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejos, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo. Los biofertilizantes enriquecidos con cenizas o sales minerales, o con harina de rocas molidas, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces las cantidades de los micronutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para ser aplicados de forma foliar, al suelo y a los cultivos en general. Además, Bernal y Claure, (1992), indican que por su contenido de nutrientes y su alta solubilidad en el agua permite hacer aplicaciones intensivas de biol, que puede ser bombeado por un sistema de irrigación por aspersores y directamente distribuido en surcos sobre pastos, al pie de las plantas o por fertiirrigación. También sugiere que se utiliza como inóculo en biodigestores al 10% de la carga diaria, como fertilizaciones de estanques de algas y otras plantas acuáticas, como abono foliar al 50% previamente filtrado, también para mejorar la germinación de las semillas y como enraizador al 25%.

Medina (1992) recomienda que el biol una vez almacenado en un digestor puede ser llevado directamente a un canal de regadío interno, a un camión cisterna, a un tanque de fertilización de riego por aspersión o goteo, o a otros depósitos como cilindros para ser asperjados posteriormente a las plantas por medio de bombas de mochila. Es necesario filtrarlo previamente en cedazos, filtros de alambre o de tela.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN

La investigación se desarrolló en el predio del Sr. Mauro Ortiz en la finca de nombre “Campo Amor” ubicada en la parroquia 10 de agosto en la provincia de Pastaza sobre la vía Puyo-Arajuno, al Este de la parroquia Puyo, a diez kilómetros de distancia de la Capital Provincial; en las coordenadas geográficas 9839855 UTM Latitud Sur y 9839901 UTM de Longitud Oeste como se puede evidenciar en la (figura1). Con una temperatura de 21°C, humedad relativa superior al 85% y una precipitación 4000 a 5000 mm Martin & Pérez (2010). El rango altitudinal de la parroquia oscila entre 935 y 1012 m.s.n.m y los límites parroquiales son: al Norte parroquia teniente Hugo Ortiz, al Sur con la parroquia Veracruz, al Este con la parroquia El Triunfo y al Oeste con las parroquias Fátima y Puyo.

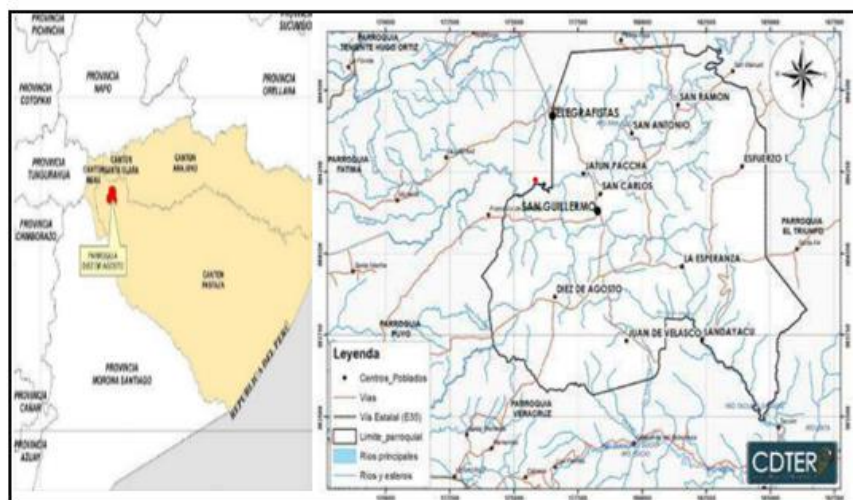


Figura 1:Ubicación Geográfica del experimento.
Fuente: SEMPLADES (2014)

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación es de tipo experimental en el que se realizó biofertilizantes de tipo líquido a base de estiércol de ganado de ovino, bovino y hojarasca, en el que se evaluó el tiempo de descomposición del estiércol, la composición físico química, el contenido de micro-macronutrientes y la carga de microorganismos.

3.3.METODOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. MANEJO DEL EXPERIMENTO

La (figura2) presenta la disposición aleatoria de los tratamientos en el área experimental.

T1R3 Bovino	T2R3 Ovino	T3R3 Hojarasca
T2R2 Ovino	T3R2 Hojarasca	T1R2 Bovino
T3R1 Hojarasca	T1R1 Bovino	T2R1 Ovino

Elaborado por: Ortiz D., 2022

Figura 2: Diseño del experimento DBCA.

3.4.DISEÑO DEL EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó fue el Diseño de Bloques al Azar (DBCA) donde se aplicó 3 réplicas por tratamiento basado en diferentes bioles enriquecidos (Ovino, Bovino, Hojarasca).

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor estimado de la variable dependiente.

μ = La media general.

β_j = Efecto proveniente de los bloques o repeticiones.

ϵ_{ij} = Error experimental.

3.4.1. DISEÑO DEL MÉTODO ESTADÍSTICO

El análisis estadístico aplicado es el estudio de un solo factor. Tipo de materias primas usadas en el biol (estiércol bovino, ovino y hojarasca). En total son tres tratamientos y tres replicas, dando un resultado de nueve unidades experimentales. En cada unidad experimental se realizan tres muestreos.

3.4.2. VARIABLES EVALUADAS

Variable independiente: Temperatura ambiental, humedad relativa, materias primas utilizadas para la formulación del biol (estiércol de bovino, ovino y hojarasca).

Variable dependiente:

- Concentraciones de los principales macro y micronutrientes N. Total, P₂O₅, K₂O, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, además otros parámetros como la materia orgánica, pH.
- Contenido de hongos y bacterias fitopatógenas.

3.4.3. UNIDADES EXPERIMENTALES

Cada unidad experimental es el contenedor en donde se fermentó el biol, teniendo un total de 9 contenedores o unidades experimentales

3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.6. ELABORACIÓN DE MINI BIODIGESTORES

Se adquirió recipientes plásticos (transparente) de 12.3 litros capacidad con tapa hermética y llave de desfogue de líquido, como se evidencia en la (figura 3) y posterior en la elaboración de los 9 mini biodigestores con acoples herméticos y salida de vapores con manguera transparente para el desfogue de los gases, para que en el proceso de fermentación anaeróbica se desarrolle favorablemente.



Figura 3:Recipientes y biodigestor tradicional.

3.6.1. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES EN EL PREDIO

El proyecto se llevó a cabo bajo cubierta en una habitación de madera ubicada en la propiedad, sus dimensiones de 120 metros cuadrados con un ambiente controlado, bajo sombra se le colocó a una altura de metro y medio de altura para aislar los contenedores del suelo y finalmente sobre esta se ubicaron los contenedores para la elaboración de los bioles. El experimento ocupó un espacio de 10 m² (5 m de largo x 2 m de ancho).

3.6.2. RECOLECCIÓN DE ESTIERCOLES Y HOJARASCA

Se recolectaron de los diferentes estiércoles frescos en horas de la mañana donde realizan los animales sus deposiciones en los diferentes apriscos donde residen el establecimiento ovino. De la misma manera se procedió en la recolecta de excretas de ganado bovino que se encuentran a media hectárea de la finca “Campo amor” y finalmente la recolecta de hojarasca de guaba, una leguminosa frutal como se detalla en la (figura4).



Figura 4:Colecta de materias primas.

3.6.3. ELABORACIÓN DE BIOLES

Según Guanopatin (2012) manifiesta que, para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la digestión (25. 35 °C), la acidez (pH) alrededor de 7.0 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se da cuando este es herméticamente cerrado.

Una vez ubicado los contenedores en el lugar a desarrollarse la investigación se procedió a elaborar los bioles para lo cual se sigue el siguiente procedimiento:

En relación Restrepo (2015) se colocó 6 kg de estiércol fresco de ovino, el agua en una relación; por cada 1 kg de estiércol, 1 litro de agua se adiciona los demás materiales sólidos como sales minerales ceniza, melaza entre otros.



Figura 5.Pesaje de los diferentes ingredientes.

3.6.4. PROCEDIMIENTO

Todos los materiales se pesaron en una balanza manual y en una balanza de precisión dependiendo de su naturaleza posterior a esto se agregaron al biodigestor en las cantidades establecidas, una vez incorporados todos los ingredientes al biodigestor se realizó una mezcla homogénea con la finalidad de que todos los ingredientes estén desintegrados. Se completó la capacidad del biodigestor con agua limpia de la lluvia obteniendo una mezcla homogénea y finalmente se selló con una tapa hermética. La tapa del biodigestor posee manguera con acople con el objeto de expulsar los gases del metano al exterior como se puede evidenciar en la (figura 6) donde se encuentra el pesaje mezcla de ingredientes y sellado de los mini biodigestores.

Tomando en cuenta la sugerencia de Aparcana, (2008) la cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor del 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación.

Cargado el biodigestor con las sustancias a descomponerse, se completa la capacidad con agua limpia, se agita los componentes con el fin de homogenizar el material, finalmente se la tapa de sellado hermético, en la tapa del biodigestor se coloca una manguera con el objeto de expulsar los gases del metano al exterior.



Figura 6: Pesaje mezcla y sellado.

3.6.5. FERMENTACIÓN.

Una vez iniciado el proceso de descomposición de la materia orgánica se deja fermentar por un tiempo de 45 a 60 días, lapso en el cual cada una de las unidades experimentales dejaron de burbujear gas indicando el fin del proceso fermentativo.

3.6.6. CONTROL Y REGISTRO DE DATOS

Se realizó un control permanente de pH y temperatura interna del biodigestor, en el proceso de elaboración del bio preparado.



Figura 7:Control de la temperatura y pH.

3.6.7. COSECHA

Ya transcurridos los treinta días que es el tiempo estimado de fermentación del biol se procede a filtrar en recipientes limpios y asépticos para garantizar la calidad del producto final, finalmente se obtuvo biofertilizantes y se procedió a envasar en recipientes con cierre hermético, debidamente etiquetados, para ser almacenados bajo sombra y en un lugar fresco a temperatura ambiente.



Figura 8:Cosecha y filtrado del biol.

Completada la formulación de los biodigestores, se midió las variables como: pH, temperatura, en cada uno de los biodigestores, además se tomaron muestras del biol y se envió al laboratorio del INIAP Estación Experimental Central de la Amazonia laboratorio de suelos, tejidos vegetales y aguas. Donde se determinó la carga microbiana y la composición química de macronutrientes: N, P, K, y de micronutrientes: Ca, Mg, Zn, Fe, Mn.

3.7.RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

Tabla 3:Recursos humanos y materiales.

RECURSOS HUMANOS	RECURSOS MATERIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Ing. Daisy Ortiz • Ing. Pablo Ernesto Arias Msc. • Director del Proyecto de titulación. • Miembros del tribunal: • Ing Sandra Soria • Dr. Hernán Alberto Uvidia • Dr. Segundo Valle 	<ul style="list-style-type: none"> • Contenedores y acoples • Materias primas • Balanza de precisión • Computadora menoría USB • Cintas de pH y termómetro • Esferos gráficos • Libreta de apuntes

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TEMPERATURA HUMEDAD RELATIVA

Los resultados obtenidos a partir del análisis de los datos obtenidos durante el monitoreo de la temperatura y humedad relativa del medio ambiente donde se desarrolló la investigación de “Elaboración y caracterización de un biol enriquecido, a base de estiércol ovino de pelo en biodigestores de tipo tradicional en Pastaza lo cual se determinó lo siguiente:

En la tabla 4 la temperatura registrada en un tiempo de veinte y cuatro horas el cual se logró evidenciar que la temperatura más alta fue 46,7°C variación presente en intervalos de las horas 11h00 y 14h00 esto es debido a que al medio día aumenta la temperatura mientras que las temperaturas más bajas fueron de 17,3 °C siendo la temperatura promedio diaria de 21,7°C Yokoyama et al., (2007) durante el proceso elaboración del biol el control de la temperatura promedio durante los dos meses de fermentación en los bioles bovino y porcino fue 22.4 y 23.13 °C \pm 1.7 °C; estas temperaturas dependieron de la hora de muestreo. Este intervalo de temperatura favorece principalmente la reproducción de microorganismos mesofílicos (20-40 °C), la baja temperatura repercute en la velocidad de producción de metano. Aunque la fermentación no se realizó en condiciones termofílicas, las cuales son consideradas óptimas.

Tabla 4: Temperatura ambiental durante los treinta días de duración del experimento.

Rango	°C	Hora
Mínimo	17,3	05h 10 – 06h10
Máximo	46,7	11h00 – 14h00
Promedio	21,7	

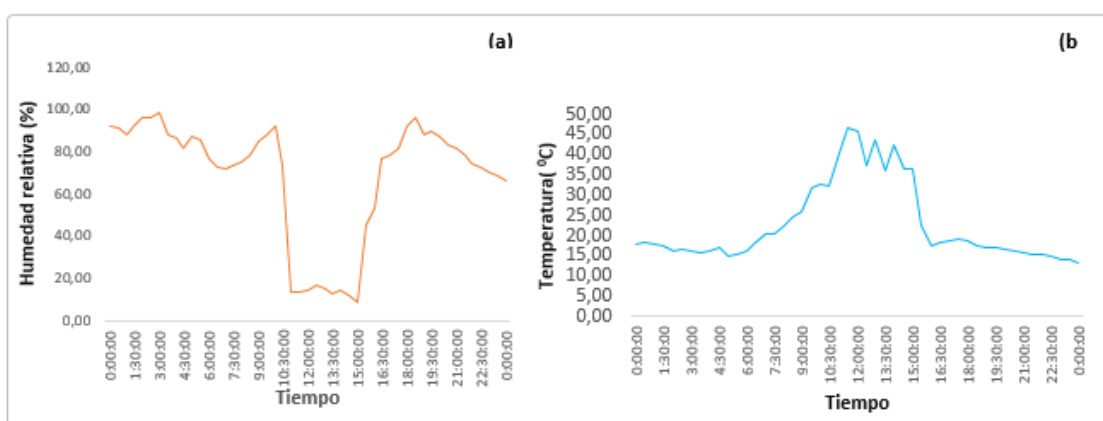
Elaborado por: Ortiz D., 2022.

La curva cinética de la humedad relativa del ambiente más baja corresponde a 9,4% registrado entre las horas 13h00 a 14h00, mientras que la más alta fue de 95,2% entre las

05h40 y 06h20, se evidencia un incremento leve y la disminución marginal de la temperatura ambiental (figura 9), esto se debe a la época del año que se desarrolló el experimento.

La humedad y la temperatura ambiental son las variables determinantes por que Intervienen en el desarrollo de la actividad de los microorganismos ya que debido al exceso de humedad al igual que la falta de afecta la obtención de un abono de buena calidad (Salgado & Nuñez, 2010).

Huyata, (2006) aporta que para que cuando la humedad relativa se encuentra por debajo del 40% hay una descomposición aeróbica muy lenta de las materias primas que hacen parte de la formulación. Por otro lado, cuando la humedad supera el 60%, la cantidad de poros que están libres de agua son muy pocos, lo que dificulta la oxigenación de la fermentación.

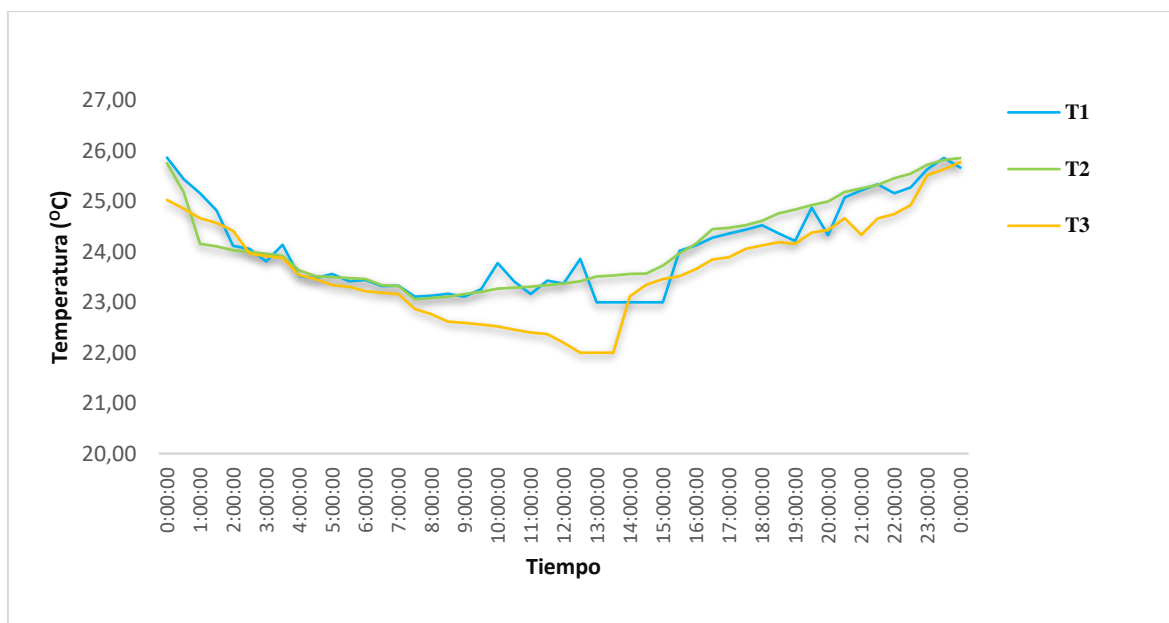


Elaborado por: Ortiz D., 2022

Figura 9: Temperatura Ambiental y humedad relativa del medio ambiente.

En la figura 10 indica curva de comportamiento de la temperatura interna del biol, en el cual para los tres tipos de biol inicia con una temperatura promedio entre 25°C y 26°C datos registrados a las 24 horas de formulación donde la temperatura desciende desde las 00h00 y 09h00 posterior a esto presenta un incremento alcanzando a la temperatura inicial, pero de acuerdo al Programa de Desarrollo Agropecuario PROAGRO (2008) indica el tiempo necesario para la fermentación de acuerdo a la temperatura interna se requiere 30 días para una adecuada descomposición en regiones que tengan una temperatura promedio de 20°C además este cambio repentino de temperatura está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes después de las 14 horas de haberse preparado, pero también debemos tener en cuenta que el aumento de la

temperatura interna es consecuencia de la variación de la temperatura ambiental y actividad microbiana se acentúa Castillo (2010). Cabe indicar que existe un rango de temperaturas para que los microorganismos puedan realizar la desintegración de la materia orgánica, estas cifras se mencionan en tabla 2 que aborda los intervalos de temperatura óptima para la proliferación de las bacterias.



Elaborado por: Ortiz D., 2022.

Figura 10: Comportamiento diario de la temperatura interna de los biodigestores.

POTENCIAL HIDROGENO (pH).

El análisis de variancia del pH en el factor tipo de biol presenta diferencias altamente significativas para el biol 2 (6,8) frente a los bioles 1 (6,5) y 3 (6,45), esto probablemente se debió a la influencia del pH de la materia prima utilizada. Al realizar la carga de las mezclas del biol enriquecido y formulado a partir de estiércol de bovino, ovino y hojarasca

El control riguroso del pH necesario para la elaboración del abono es de un 6 a 7.5. Los valores extremos perjudican la actividad microbiológica en la descomposición de los materiales (Cajamarca, 2015).

Tabla 5:pH por biol.

	tipo	Subconjunto	
		N	2
	“BIOL3”	9	1,744
HSD Tukey	“BIOL2”	9	1,7700
	“BIOL1”	9	1,7878
	Sig.	1,000	0,78

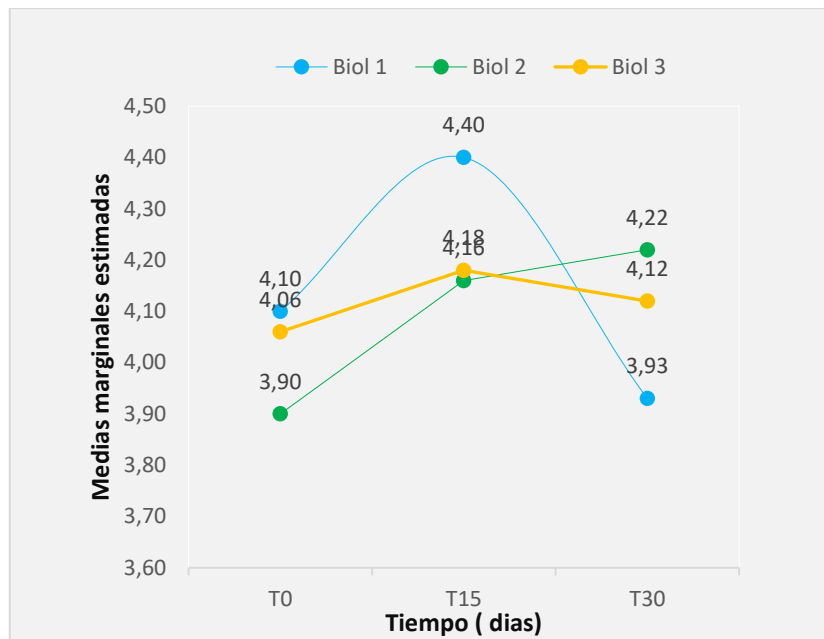
Elaborado por: Ortiz D., 2022.

4.2.COMPORTAMIENTO DE LOS MICRO Y MACRONUTRIENTES

Contenido nutricional del biol Para esta variable se parte de enviar una muestra a laboratorio para determinar los contenidos de N, P, K, Ca, S, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn, luego se realiza un análisis estadístico para cada elemento.

Evolución del nitrógeno

De los resultados de los análisis se observa que el nitrógeno con mayor concentración es el T2 (biol de ovino) con 4,22% respecto con T3 (biol e hojarasca) que presento una concentración del 4,12 % finalmente para T1(biol de bovino) su concentración fueron muy baja reportando un 3,93% de nitrógeno total en comparación con (Guzmán, 2017) indica que el alto nivel de nitrógeno mejora el crecimiento de las plantas, mejorando el color, tamaño del fruto y además reduce la posibilidad del apareamiento de enfermedades en la planta pero (Garro Alfaro,2016) menciona que “según su los tipos de biol poseen diversos nutrientes y por lo general poseen un alto contenido de nitrógeno, entre ellos se encuentran los producidos por la ganadería, avicultura, porcicultura, cunicultura, capricultura y la ovicultura (boñiga, gallinaza, cerdaza, ovejaza, conejaza y cabraza)”.

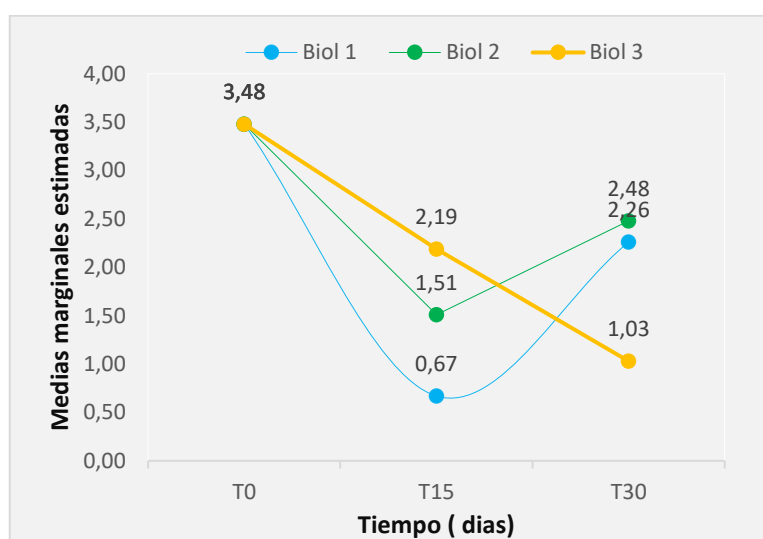


Elaborado por: Ortiz D., 2022.

Figura 11: Evolución del nitrógeno total de los tres tipos de bioles.

Evolución de fósforo (P)

En la Figura 12 se muestra la evolución y concentración del fósforo (P) en los tres tipos de bioles de acuerdo a las formulaciones lo cual presentaron respuestas negativas, ya que requiere un tiempo adecuado para que durante el proceso de la actividad microbiana logre disolver todos los nutrientes y al mismo tiempo ser asimilable se pudo evidenciar que a los 15 días de fermentación tiende a bajar en la concentración de los tratamientos 1 y 2 pero en el tratamiento 3 no presentó una baja de concentración drástica del fósforo. En concordancia con Benintende & Sanchez afirman que en el metabolismo bacteriano durante el proceso de fermentación los microorganismos requieren fuente de energía adenosín trifosfato (ATP) y la única forma que los microorganismos logran obtener ATP en un medio anaeróbico es por fosforilación a nivel de sustrato, esto explicaría que el descenso en la concentración de este elemento nutritivo a los 15 y a los 30 días de fermentación. Mientras que a los 30 días que duró el proceso de fermentación del biol se presentó diferencias entre los tres tipos de bioles por lo que T1 (biol de bovino) concentración más baja (1,41 ppm) mientras que en T2 (Biol de bovino) y el T3 (biol de hojarasca) presentan un incremento en las concentraciones de fósforo (P), se presume que es la solubilización de la roca fosfórica, que es la materia prima común entre estas dos formulaciones.



Elaborado por: Ortiz D., 2022

Figura 12: Evolución de fosforo en los treinta días de fermentación.

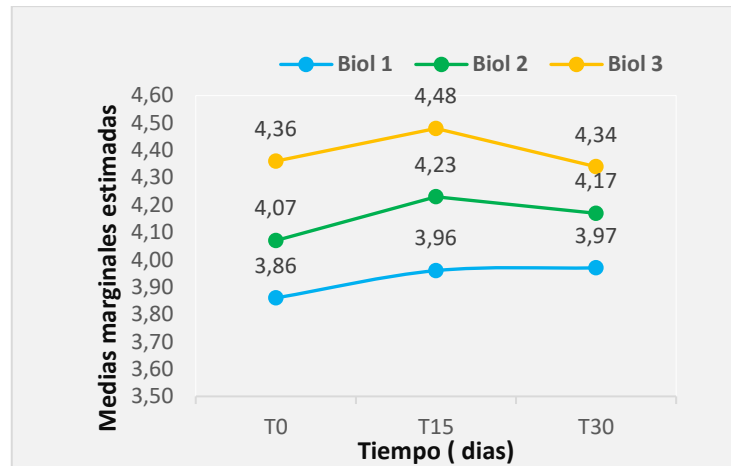
Evolución de potasio (K₂O)

Tabla 6: Potasio (K₂O)

Subconjunto				
tipo	N	1	2	3
"BIOL3"	9	3,9533	4,1744	
HSD Tukey "BIOL2"	9			
"BIOL1"	9			4,4111
Sig.		1,000	1,000	1,000

Elaborado por: Ortiz D., 2022.

En la figura 13 el potasio (K₂O) en los tres bioles, se evidencio que en el tratamiento T1 (4,34%) la concentración fue mayor seguido del biol, seguido del biol 2 (4,17%) y finalmente del biol (3,97%) Se presume concentración identificada en los análisis proviene principalmente de la ceniza, de la melaza y del contenido ruminal del bovino y el ovino. Potasio, haciendo correlación con Cordero Beltran (2015) donde describe que las excretas en el biol vienen a ser parte del componente sólido que tendrá la función de abastecer nitrógeno y en menor cantidad fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro al biol. La cantidad de excretas producido por animal está en función de su especie, peso, alimentación, e incluso etapa de crecimiento.

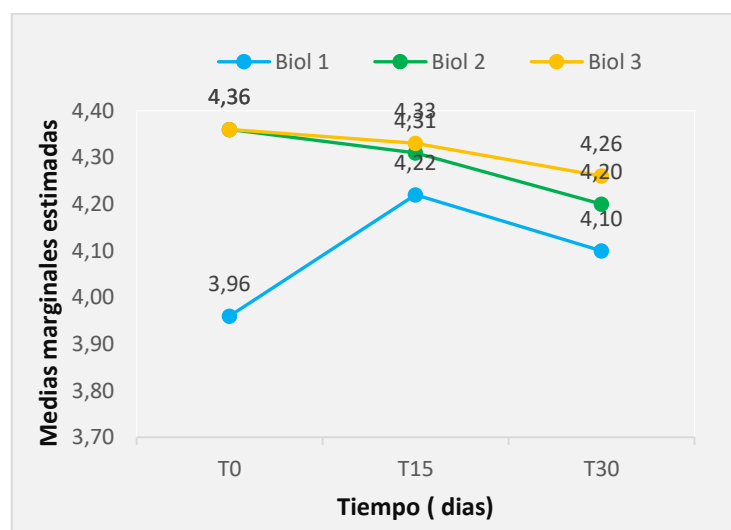


Elaborado por: Ortiz D., 2022.

Figura 13: Evolución del (K2O).

Evolución del (Ca)

Con los datos obtenidos y evaluados las concentraciones del calcio muestran que los bioles 1 y 3 estadísticamente similares. En los dos tratamientos existe una disminución de proporción considerable de este elemento nutritivo al incrementarse el tiempo de fermentación. Por otro lado, el biol 2 inicia con una concentración con (3,96 ppm) de calcio, luego empieza aumentando en el día 15 del proceso fermentativo, para finalmente descenderá 4,19 ppm en el día 30 de fermentación y mantenerse estable como se evidencia en la figura (15).



Elaborado por: Ortiz D., 2022

Figura 14: Evolución de calcio.

Evolución Magnesio (Mg)

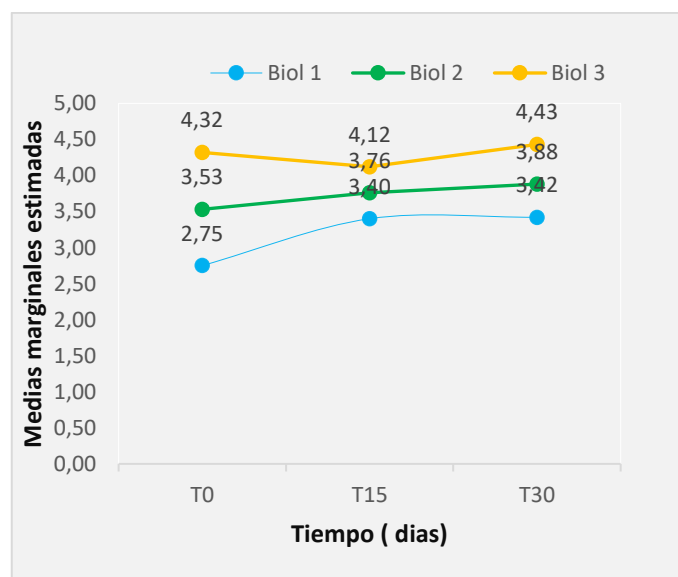
Los datos evaluados de esta variable muestran que los bioles 1 y 3 estadísticamente son similares. En los dos tratamientos existe una disminución considerable de este elemento nutritivo al incrementarse el tiempo de fermentación.

Tabla 7: Magnesio (Mg).

Subconjunto				
tipo	N	1	2	3
“BIOL3”	9	3,2167		
HSD Tukey “BIOL2”	9	3,8100		
“BIOL1”	9	4,2322		
Sig.		1,000	1,000	1,000

Elaborado por: Ortiz D., 2022

En el biol 2 presenta los valores más altos (4,23), luego biol 1 (3,81) seguido del biol 3 (3,22). El alto contenido de Mg en el biol 2 se atribuye a la materia prima sulfato de magnesio que fue adicionada en su preparación, a diferencia de biol 1 que tiene ceniza y el biol 3 roca fosfórica, respectivamente como fuentes de magnesio.



Elaborado por: Ortiz D., 2022

Figura 15: Evolución del magnesio (Mg).

Evolución del manganeso (Mn)

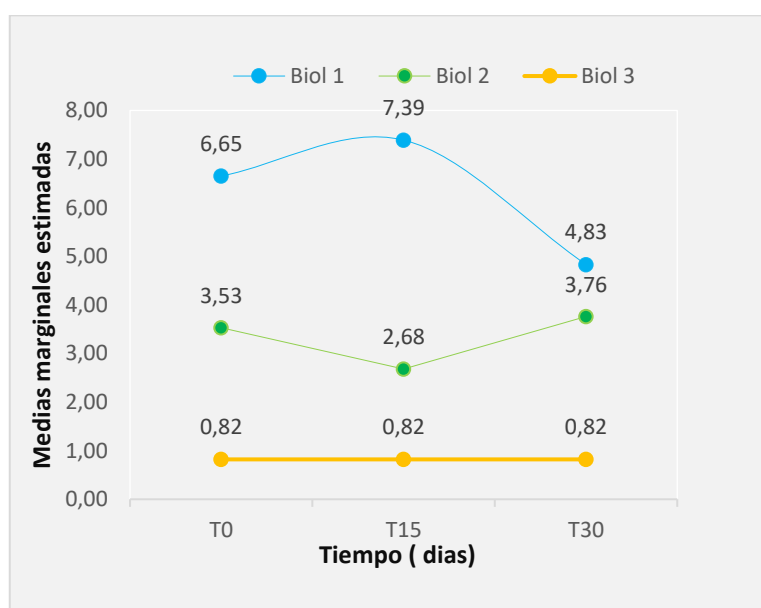
Los datos evaluados de esta variable muestran a los bioles 1 y 2 estadísticamente similares. Pero en el tercer tratamiento existe una disminución significativa de este elemento nutritivo al incrementarse el tiempo de fermentación.

Tabla 8: Manganeso (Mn)

	Subconjunto		
	Tipo	N	1 2
HSD Tukey	“BIOL3”	9	,6900
	“BIOL2”	9	,6900
	“BIOL1”	9	3,2367
Sig.		1,000	1,000

Elaborado por: Ortiz D., 2022

Como se puede evidenciar en la figura 16 el elemento manganeso en el biol 1 en el lapso de tiempo de 30 días se presencia una elevada concentración a los 15 días del proceso fermentativo además se observa una baja considerable del elemento nutritivo a los 30 días del proceso mientras que el biol 2 desde el día cero hasta el día 15 hay un descenso y posterior del proceso de fermentación hay una elevación de (Mn). Siendo así el tratamiento 3 se presenta estable en todo el proceso fermentativo del biol



Elaborado por: Ortiz D., 2022

Figura 16: Evolución del manganeso de los tres tipos de bioles.

Evolución hierro (fe)

Los datos evaluados de esta variable muestran que los tres tipos de bioles no son estadísticamente similares, los datos evaluados de esta variable muestran a los bioles 1 y 2 estadísticamente similares con una pequeña elevación al incrementarse los 15 días de fermentación del biol. Además, en los dos tratamientos existe una disminución considerable de este elemento nutritivo al incrementarse el tiempo de fermentación. Mientras que en el tratamiento 3 como se observa en la figura 18 el hierro (Fe) presenta un descenso drástico y se mantiene en el día 30 del proceso de fermentación.

Tabla 9: Evolución del hierro.

		Subconjunto			
		N	1	2	3
HSD Tukey	“BIOL3”	9	,6900		
	“BIOL2”	9		2,2933	
	“BIOL1”	9			3,4233
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Elaborado por: Ortiz D., 2022.



Elaborado por: Ortiz D., 2022.

Figura 17: Evolución del hierro de los tres tipos de bioles.

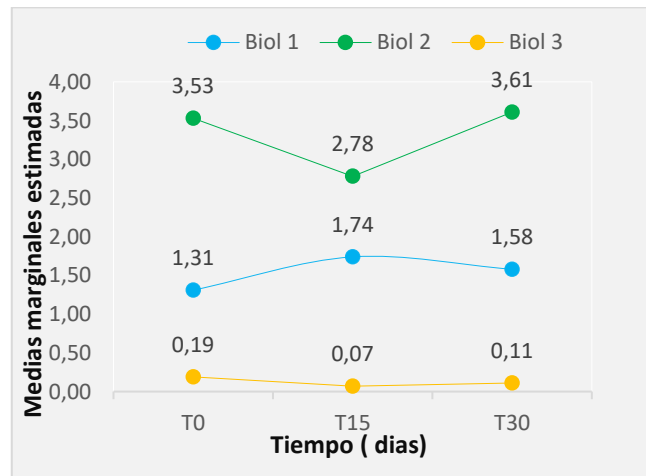
Evolución Zinc (Zn)

El Zinc no presentan diferencias significativas en el biol 1 mientras que en el biol 2 biol 3 el contenido de estos elementos es superior asumiendo así, que la materia prima sulfato de zinc adicionadas en estos tratamientos son responsables de esta variación.

Tabla 10: Evolución del zinc de los tres tipos de bioles

	Subconjunto				
	tipo	N	1	2	3
HSD Tukey	“BIOL3”	9	,7189		
	“BIOL2”	9		1,9256	
	“BIOL1”	9			3,7156
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Elaborado por: Ortiz D., 2022.

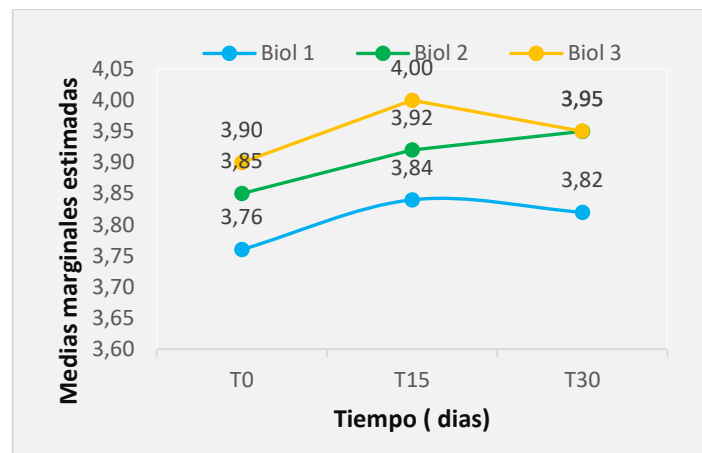


Elaborado por: Ortiz D., 2022

Figura 18: Evolución del zinc de los tres tipos de bioles.

Evolución de azufre (S)

El azufre demostró en los bioles mediante el contenido ruminal bovino, siendo este la materia prima común en los tres tipos de bioles, por lo que se asume que la variación observada en los tres tratamientos se atribuye a otros factores que no fueron analizado

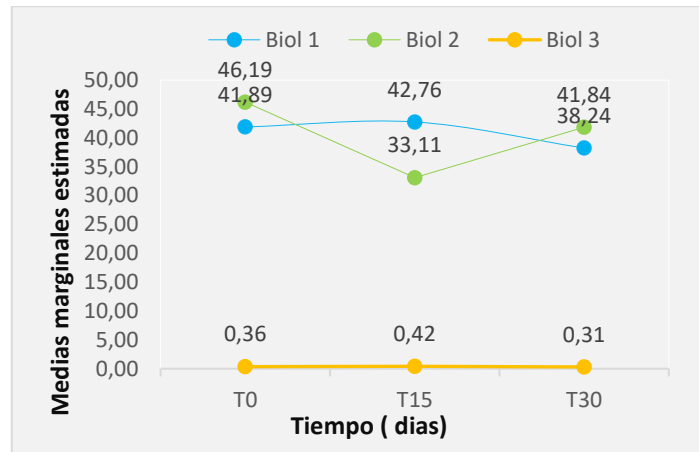


Elaborado por: Ortiz D., 2022.

Figura 19: Evolución del azufre de los tres tipos de bioles.

Evolución de boro (B)

las concentraciones del boro (B) para los tratamientos t1 y t2 presenta un comportamiento dinámico siendo así que a los 15 días el biol de ovino hay una disminución en la concentración 33,11 mg/L(ppm) demostró una baja concentración debido al proceso de la actividad microbiana presentes en el tiempo. Mientras que a los 30 días que duro este experimento de formulación del biol presentan concentraciones muy semejantes teniendo así T1:38,24 mg/L(ppm) T2: 41,84 mg/L(ppm) deduciendo que las concentraciones bajas de biol presentes en el T3 es debido al contenido de nutrientes presentes en las hojas de guaba al ser una leguminosa como se observa en la (figura 20).

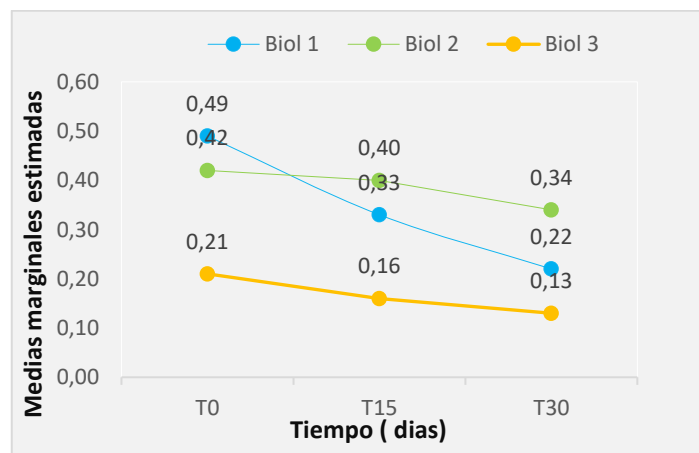


Elaborado por: Ortiz D., 2022.

Figura 20: Evolución del boro de los tres tipos de bioles.

Evolución de cobre (Cu)

En la figura 21 se observa que la concentración del cobre en las tres formulaciones presenta significativamente un descenso durante el tiempo de 30 días que duró la fermentación de biol, siendo así T2 (biol de ovino) es el que presento mejores características de concentración de 0,34 mg/L(ppm) esto es muy fundamental para contrarrestar las enfermedades fúngicas y para T3 (biol de hojarasca) formulado a partir de hojas de una leguminosa presenta una concentración de 0,34 mg/L(ppm)



Elaborado por: Ortiz D., 2022.

Figura 21: Evolución del cobre de los tres tipos de bioles.

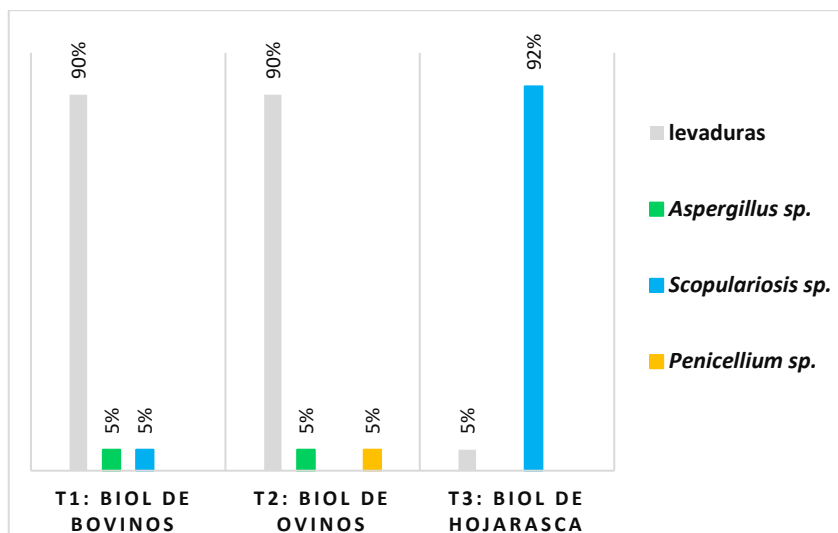
4.3. CONTENIDO DE HONGOS Y BACTERIAS FITOPATÓGENAS.

Las muestras de biol analizadas en el laboratorio de fitopatología correspondientes a los tres tratamientos presentaron crecimiento de hongos y bacterias fitopatógenas, los resultados se encuentran detallados a continuación:

En la (figura 22) los resultados de laboratorio presentaron la existencia de solo cuatro microorganismos en los tres tratamientos, siendo así que las levaduras tienen mayor incidencia en los tratamientos 1 y 2 debido que cumplen una función importante en el sistema digestivo de los rumiantes. Mientras que es *aspergillus sp.* Clasificado por el reino fungí presenta una incidencia del 5% en las dos formulaciones de biol de ovino y bovino en cuanto a la *scopularopsis sp* tiene una alta incidencia 92% que pertenece al grupo Hyphomycetes en el T3 (biol de hojarasca) mientras que en T2(biol de ovino solo se presencié 5% de este tipo de organismo este hongo.

Medina (1992) menciona que en sus investigaciones *Aspergillus sp.* es uno de los principales hongos productores de micotoxinas. Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos y secretados por el hongo durante el proceso de degradación de la materia orgánica, como mecanismo de defensa frente a otros microorganismos.

Además, con el resultado del laboratorio se determinó que el género *scopulariopsis*, la mayoría de las especies son saprofitas (descomponen la materia orgánica), aunque hay reportes que algunas especies pueden causar infecciones a los seres humanos. Las levaduras generan fermentación de la materia orgánica. Los géneros *penicillum*, y *aspergillus*, en su mayoría los aislados son saprofitas (descomponen la materia orgánica).



Elaborado por: Ortiz D., 2022.

Figura 22: Carga microbiana en los tres tipos de bioles.

Se pretendía evidenciar este tipo de bacterias debido a que cumplen un papel importante en la degradación de los nutrientes para las obtenciones de bioles con características de mejor calidad.

Tabla 11: Bacterias ausentes en las muestras de biól.

Tipo de bacterias		Clasificación
Bacterias Gram negativas		<i>Erwinia</i>
		<i>Xanthomonas sp.</i>
		<i>Pseudomonas sp.</i>

Elaborado por: Ortiz D., 2022.

CONCLUSIONES

- Los factores físicos determinantes para la elaboración del biol reporto que la temperatura ambiente promedio fue 21,7 °C, y la humedad relativa de 9,4% además el T2 (biol de ovino) presento un pH (6,8) que es el más cercano al neutral lo cual indica que no causa daño alguno a la planta.
- En los macro nutrientes reporto que para el T2 (biol de ovino) contiene mejores concentraciones de N 4,22g/ml, P2,48 g/ml, K0,73 g/ml y de micronutriente Ca4,36g/ml, Zn 3,61g/ml, S 3,85 g/ml, Mg 3,53 g/ml, Mn3,76g/ml.
- La carga de microorganismos reporto que T1 (Biol de bovino) contiene 90 % de levaduras 5% de *aspergillus sp* 5% *scopulariosis* para T2(biol de ovino) se presentó 90% de levaduras 5% *aspergillus sp* y *penicellium sp*, finalmente para T3(Biol de hojarasca) 5 % de levaduras y 92 % de *scopulariosis sp*.
- Dentro del proceso de elaboración de los biodigestores, luego de la fermentación y cosecha se alcanzó un rendimiento promedio de 144,0 litros, es decir, el 67,0 % del total.

RECOMENDACIONES

- Disolver la materia prima sólida a usar (ceniza, sales minerales, roca fosfórica, cal agrícola) antes de añadirlas al contenedor para la fermentación.
- Investigar en el campo los tres tipos de bioles, en diferentes cultivos, dosis y tipos de aplicación
- Promover el uso de abonos orgánicos para que se obtenga productos libres de contaminantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, G. (2012). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura, laboratorio de Biotecnología y fisiología molecular de plantas y microorganismos. INIFAP México. pg. 35
- Alejandro, N; et al. Biofertilizantes - simulación de impacto económico potencial a nivel regional. Argentina: Asociación Argentina de Economía Política, 1995. Reunión Anual. 57.
- Arden, B. (2017). Falta de nutrientes en las plantas. Fromm Bayer Garden: bayergarden.es/Cuida-de-tus-plantas/Plagas-del-Jardin/Faltan%20nutrientes.html
- Aguñaga-Bravo, A.; K. Medina-Dzul; R. Garruña Hernández; L. Latournerie Moreno & E. Ruíz Sánchez. 2020. Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*).
- Alvarez, F. (2010). Preparación y uso del Biol. Lima, Peru: Imprenta y Librería Vega.
- Aparcana, S. (12 de octubre de 2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaeróbica para la producción de biogás. Recuperado el 12 de diciembre de 2011, de www.germanprofec.com/upoad/
- Benzing, A. (2001). Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina. Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Alemania: Editorial Neckar-Verlag.
- Bernal, M., & Rojas, P. (2014). Optimización del proceso de elaboración y el uso de los abonos biofermentados (biol).
- Botero, R., & Preston, T. (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de estiércol. Costa Rica: MVZ.
- BUNVONG, T.; GRANGER, O. El clima y la descomposición de la hojarasca en el bosque tropical. Agri-silvicultura en América Latina - FAO. Unasyuva 31(126):45-56. 1979.
- Cayturo, O. Z. (2015). Los Biodigestores, Importancia y Beneficios. From <https://civilgeeks.com/2015/05/27/los-biodigestores-importancia-y-beneficios>
- Cajamarca, D. (2015). Procedimientos para la elaboración de abonos Organicos. Recuperado el 21 de enero de 2017, de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/tesis.pdf>

- CLAROS, Jaime; CHUNGARA, Antonio; Zeballos, Gastón. 2010. “Manual de Elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades”. AGRUCO – Agroecología Universidad Cochabamba. Bolivia. 44 pp.
- Cordero Beltran, I. M. (2015). “APLICACIÓN DE BIOL A PARTIR DE RESIDUOS: GANADEROS, DE CUY Y GALLINAZA, EN CULTIVOS DE RAPHANUS SATIVUS LA PARA DETERMINAR SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL SUELO PARA AGRICULTURA”. Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1505/13/UPSCT002009.pdf>
- FAO. (2019). Suelos Ácidos. From Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura:<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-acidos/es/>
- FAO. (1995). Trade Policy Technical Briefs. Recuperado el 5 de octubre de 2011, de <http://www.infoam.org>.
- Garro Alfaro, J. (2016). EL SUELO Y LOS ABONOS ORGÁNICOS. Costa Rica: INTA.
- Gavilanes, J. I. (1995). Agua, Suelos Abonos y Lombrices. Bogotá: Diseño del plan editorial, maqueta y coordinación de fotototecanica: Disloque Editores.
- Guanopatin Chicaiza, M. R. (2012). Repositorio. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf
- Guerra, A. M. S.; D. C. V. Osorio; D. C. C. Martínez & G. A- H. Llanos. 2015. Comparación de dos técnicas de deshidratación de “guayaba-pera” (*Psidium guajava* L.) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria. Revista Lasallista de Investigación, 12: 10-20.
- Guzmán, A. (2017). Manual de cultivo de Tomate. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Intagri. (2019). Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutricionales. From <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales>.
- Iñiguez, M. (2007). Fertilidad, fertilizantes y fertilización del suelo. Primera edición. Loja-Ecuador. p 114.

- Huamán, M. L.; F. Espinoza; A. I. Barrial Lujan & Y. Ponce. 2021. Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico de pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*, 12(1): 83-90.
- Huyata, R. (13 de agosto de 2006). Manual de elaboración de abono foliar. Recuperado el 22 de octubre de 2010, de <http://elagronómico.blogspot.com>.
- La Manna, L.; C. Buduba; V. Alonso; M. Davel; C. Puentes & J. Irisarri. 2007. Comparación de métodos analíticos para la determinación de materia orgánica en suelos de la región andino-patagónica: efectos de la vegetación y el tipo de suelo. *Ciencia del suelo*, 25(2).
- León, L.; V. Herrera & J. González. 2020. Selección de variedades trigo nativo con potencial para el malteado. *Arnaldoa*, 27(3): 769-780.
- Martínez, J. (4 de 06 de 2010). Abonosfoliares.com. Recuperado el 3 de 10 de 2014, de La maleza: <http://www.Abonosfoliares.com.es>.
- Medina, A. (2 de febrero de 2000). El biol y el biosol en la agricultura. Recuperado el 12 de enero de 2012, de <http://www.revistafuturos.info/download/download/12/sostenAmbHuellaEco.p>
- Salgado, G., & Nuñez, E. (2010). Respuesta a la soca de caña de azúcar a la fertilización N, PK. Argentina: El Alenco.
- Restrepo, J (2001). Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. San José, Costa Rica: IICA. Restrepo, J. (2007). Manual Práctico El a, b, c, de la agricultura y harina de rocas. Managua.
- Restrepo, J. (2007). Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Costa Rica: ILCA.
- Pacheco, P. F. (2010). Construcción y Evaluación de un Biodigestor Modelo Chino Mejorado. From http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/cusco_cedepac/construccion_evaluacion-fredy_almanza.pdf
- Pacheco, F. (30 de 04 de 2007). webs.chasque.net. Recuperado el 26 de 10 de 2014, de Lacto fermentos. Una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados.:

<http://webs.chasque.net/~rapaluy1/organicos/articulos/Lactofermentos. pd>

Paltrinieri, G. (2009). Sub productos animales, suelos y agua. México: Trillas.

Pérez, P., & Viniegra, G. (2007). Potencial del uso de estiércol en la alimentación de bovinos. México.

Programa de Desarrollo Agropecuario (PROAGRO). (2008). Biodigestores Familiares - Guía de diseño y manual de instalación. Bolivia.

Rendón, A. (2013) “Elaboración de abono orgánico tipo biol a partir de estiércol de codorniz enriquecido con alfalfa y roca fosfórica para elevar su contenido de nitrógeno y fósforo” (Trabajo de Investigación como requisito previo a la obtención del título Ingeniero Bioquímico). Universidad Técnica de Ambato.

Rodríguez, S. C.; C. L. De Asmundis & G. C. Martínez. 2016. Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas. *Agrotecnia*, (24): 30-34.

Salagaje, E. y Urquiza, O. 2015. Implementación de un Biodigestor para producir Biogás a partir de los residuos orgánicos generados en el Centro de Faenamiento Municipal Tena, Napo. (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Solano-Rivas, O; Faith-Vargas, M; Guillén-Watson, R. (2009). Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados a su productividad. *Tecnología en Marcha*, Vol. 23(1), pp. 39 – 46.

Suquilanda, M. (1996). Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica para el futuro. Quito, Ecuador. Funciones para el desarrollo agropecuario.



Toalombo, (2012). “Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*allium fistulosum*)” (Trabajo de investigación estructurado de manera independiente presentado como requisito para optar el Título de Ingeniera Agrónoma). Universidad Técnica de Ambato.

Toalombo, (2013). “aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de mora (*rubusglaucus benth*).” (Trabajo de investigación estructurado de manera independiente como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Ambato.

- Vera, (2016). Composición de microorganismos eficientes autóctonos de un suelo contaminado por hidrocarburos (tesis previa a la obtención del título de: ingeniero en medio ambiente). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Manabí.
- Zambrano, E. (2017). ELABORACIÓN DE BIOL A PARTIR DEL RESIDUO LIQUIDO DEL BIOFLOC DEL CULTIVO DE PECES. Obtenido de Repositorio: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3165/1/T-ZOOUTEQ-0024.pdf>
- Zhanay, W. (2016). “Evaluación de dosis de aplicación de un biol optimizando en el cultivo de Zanahoria (*Daucus carota* L.)” Universidad de Cuenca.

ANEXOS

Tabla 12: Informe de laboratorio 1.

 <p>República del Ecuador</p>	<p>ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Vía Sacha-San Carlos, Km. 3 de la Parker, Joya de los Sachas - Ecuador Teléfono: 063 700 000 correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec</p>	 <p>INiAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias</p>
--	---	--

REPORTE DE ANALISIS DE BIOLES

<p>DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : DAISY MARIUXI ORTIZ FREIRE Dirección: PUYO CENTRO Ciudad : PUYO Teléfono : 987969734 Email : mariuxi2417@hotmail.com</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : S/N Provincia : PASTAZA Cantón : PUYO Parroquia : PUYO Ubicación : CENTRO</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Muestra : BIOL No. Reporte : 25Ab17 - 25Ab14 F/ Muestreo : 10/08/2022 F/Ingreso : 19/08/2022 F/Salida : 09/09/2022</p>
---	---	--

N°.Muestr.	Laborat.	Identificación	pH	% Hum.	g/100ml (%)						mg/L (ppm)					
					M.O	N.Total	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
1	22Ab12	Bovino				4,40	0,67	3,97	4,10	3,42	3,82	1,74	0,33	0,72	7,39	42,76
1	22Ab13	Ovino				4,16	1,51	4,17	4,20	3,88	3,95	2,78	0,40	3,48	2,68	33,11
1	22Ab14	Hoja Rasca				4,18	2,19	4,34	4,26	4,43	3,95	0,07	0,16	2,47	0,82	0,42



<p style="text-align: center;">INTERPRETACION</p> <p style="text-align: center;">pH</p> <p>Mac = Muy Acido Lac = Liger. Acid Ac = Acido PN = Prac. Neutro MeAc= Media Acido N = Neutro</p>	<p style="text-align: center;">Metodología Usada</p> <p>pH = Suelo: agua (1:5) N,P,B = Colorimetría S = Turbidimetría K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn= Abs. Atómica</p>
---	---



Responsable del laboratorio

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
 Dirección: Vía Sacha - San Carlos a 3 km de la entrada a la Parker,
 Cantón Joya de los Sachas, Orellana
 Teléfono: 593-6-3700000
 www.iniap.gob.ec

Tabla 13: Informe de laboratorio 2.

 República del Ecuador	ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Vía Sacha-San Carlos, Km. 3 de la Parker, Joya de los Sachas - Ecuador Teléfono: 063 700 000 correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec	 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
--	--	--

REPORTE DE ANALISIS DE BIOLES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	DAISY MARIUXI ORTIZ FREIRE	Nombre :	S/N	Muestra :	BIOL
Dirección :	PUYO CENTRO	Provincia :	PASTAZA	No. Reporte :	19Ab32 - 19Ab14
Ciudad :	PUYO	Cantón :	PUYO	F/ Muestreo :	25/07/2022
Teléfono :	987969734	Parroquia :	PUYO	F/Ingreso :	1/08/2022
Email :	mariuxi2417@hotmail.com	Ubicación :	CENTRO	F/Salida :	20/09/2022

N°.Muestr. Laborat.	Identificación	pH	% Hum.	g/100ml (%)							mg/L (ppm)				
				M.O	N.Total	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
1	22Ab12 Bovino				4,10	3,48	3,86	4,22	3,40	3,84	1,31	0,49	0,74	6,65	41,89
1	22Ab13 Ovino				3,90	3,48	4,07	4,31	3,76	3,92	3,53	0,42	3,46	3,53	46,19
1	22Ab14 Hoja Rasca				4,06	3,48	4,36	4,33	4,12	4,00	0,19	0,21	2,43	0,82	0,36



INTERPRETACION		Metodologia Usada	
pH		pH = Suelo: agua (1:5)	
Mac = Muy Acido	Lac = Liger. Acid	N,P,B	= Colorimetría
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	S	= Turbidimetría
MeAc= Media Acido	N = Neutro	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn=	Abs. Atómica



Responsable del laboratorio

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
 Dirección: Vía Sacha - San Carlos a 3 km de la entrada a la Parker,
 Cantón Joya de los Sachas, Orellana
 Teléfono: 593-6-3700000
www.iniap.gob.ec

Tabla 14: Informe de laboratorio 3.

 República del Ecuador	ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Vía Sacha-San Carlos, Km. 3 de la Parker, Joya de los Sachas - Ecuador Teléfono: 063 700 000 correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec	 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
--	--	--

REPORTE DE ANALISIS DE BIOLES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	DAISY MARIUXI ORTIZ FREIRE	Nombre :	S/N	Muestra :	BIOL
Dirección :	PUYO CENTRO	Provincia :	PASTAZA	No. Reporte :	22Ab12 - 22Ab14
Ciudad :	PUYO	Cantón :	PUYO	F/ Muestreo :	23/08/2022
Teléfono :	987969734	Parroquia :	PUYO	F/Ingreso :	26/08/2022
Email :	mariuxi2417@hotmail.com	Ubicación :	CENTRO	F/Salida :	20/09/2022

N°.Muestr.	Identificación	pH	% Hum.	g/100ml (%)							mg/L (ppm)				
				M.O	N.Total	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
1	22Ab12 Bovino				3,93	2,26	0.60	3,96	2,75	3,76	1,58	0,22	0,68	4,83	38,24
1	22Ab13 Ovino				4,22	2,48	0.73	4,36	3,53	3,85	3,61	0,34	3,50	3,76	41,84
1	22Ab14 Hoja Rasca				4,12	1,03	0.86	4,36	4,32	3,90	0,11	0,13	1,97	0,82	0,31

INTERPRETACION	
pH	
Mac = Muy Acido	Lac = Liger. Acid
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro
MeAc= Media Acido	N = Neutro

Metodología Usada	
pH	= Suelo: agua (1:5)
N,P,B	= Colorimetría
S	= Turbidimetría
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Abs. Atómica



Responsable del laboratorio

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
 Dirección: Vía Sacha - San Carlos a 3 km de la entrada a la Parker,
 Cantón Joya de los Sachas, Orellana
 Teléfono: 593-6-3700000
www.iniap.gob.ec

Tabla 15: análisis micológico



GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE

ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA

DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

MUESTRA: Sustrato (biol) **FECHA DE NGRESO:** 26/08/2022
PROPIETARIO: DAISY MARIUXI ORTIZ FREIRE **FECHA DE SIEMBRA:** 27/08/2022
REMITENTE: YAMBAY CACOANGO DANNI JAVIER **FECHA DE ANÁLISIS:** 09/09/2022
PREDIO: S/N **N° DE MUESTRA:** 3
UBICACION: Joya de los Sachas, Enokanqui

RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICOLÓGICO

N° de Muestra	Microorganismos encontrado
Muestra 1: biol Ovinos	Levaduras 90%; <i>Scopulariopsis</i> sp. 5% y <i>Penicillium</i> sp. 5%
Muestra 2: biol Bovinos	Levaduras 90%; <i>Aspergillus</i> sp. 5% y <i>Penicillium</i> sp. 5%
Muestra 3: hojarasca	<i>Scopulariopsis</i> sp. 92% y levaduras 5%

Se conoce que del género *Scopulariopsis*, la mayoría de las especies son saprofitas (descomponen la materia orgánica), aunque hay reportes que algunas especies pueden causar infecciones a los seres humanos. Las levaduras generan fermentación de la materia orgánica. Los géneros *Penicillium*, y *Aspergillus*, en su mayoría los aislados son saprofitas (descomponen la materia orgánica).

Ing. Jimmy Pico R.
Resp. Lab. Protección Vegetal

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

Dirección: Vía Sacha - San Carlos a 3 km de la entrada a la Parker,
Cantón Joya de los Sachas, Orellana
Teléfono: 593-6-3700000
www.iniap.gob.ec



Tabla 16: Análisis de anova.

```
ONEWAY N F K Ca Na pH BY Tipo
/STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY WELCH
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY DUNCAN GH ALPHA(0.05) .
```

Unidireccional

		Descriptivos				
		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de ... Límite inferior
Nitrógeno	BIOL1	3	4,1567	,22053	,12732	3,6088
	BIOL2	3	4,0933	,17010	,09821	3,6708
	BIOL3	3	4,1200	,06000	,03464	3,9710
	Total	9	4,1233	,14509	,04836	4,0118
Fósforo	BIOL1	3	2,1367	1,40905	,81352	-1,3636
	BIOL2	3	2,4900	,98504	,56871	,0430
	BIOL3	3	2,2333	1,22557	,70759	-,8112
	Total	9	2,2867	1,06745	,35582	1,4662
Potasio	BIOL1	3	3,9300	,06083	,03512	3,7789
	BIOL2	3	4,1567	,08083	,04667	3,9559
	BIOL3	3	4,3933	,07572	,04372	4,2052
	Total	9	4,1600	,21036	,07012	3,9983
Calcio	BIOL1	3	4,0933	,13013	,07513	3,7701
	BIOL2	3	4,2900	,08185	,04726	4,0867
	BIOL3	3	4,3033	,07371	,04256	4,1202
	Total	9	4,2289	,13280	,04427	4,1268
Sodio	BIOL1	3	3,8067	,04163	,02404	3,7032
	BIOL2	3	3,9067	,05132	,02963	3,7792
	BIOL3	3	3,9500	,05000	,02887	3,8258
	Total	9	3,8878	,07596	,02532	3,8294
pH	BIOL1	3	1,7533	,08622	,04978	1,5392
	BIOL2	3	1,7667	,04726	,02728	1,6493
	BIOL3	3	1,7833	,04163	,02404	1,6799
	Total	9	1,7678	,05495	,01832	1,7255

Descriptivos

		95% del intervalo de confianza ...		
		Límite superior	Mínimo	Máximo
Nitrógeno	BIOL1	4,7045	3,97	4,40
	BIOL2	4,5159	3,90	4,22
	BIOL3	4,2690	4,06	4,18
	Total	4,2349	3,90	4,40
Fósforo	BIOL1	5,6370	,67	3,48
	BIOL2	4,9370	1,51	3,48
	BIOL3	5,2778	1,03	3,48
	Total	3,1072	,67	3,48
Potasio	BIOL1	4,0811	3,86	3,97
	BIOL2	4,3575	4,07	4,23
	BIOL3	4,5814	4,34	4,48
	Total	4,3217	3,86	4,48
Calcio	BIOL1	4,4166	3,96	4,22
	BIOL2	4,4933	4,20	4,36
	BIOL3	4,4864	4,22	4,36
	Total	4,3310	3,96	4,36
Sodio	BIOL1	3,9101	3,76	3,84
	BIOL2	4,0341	3,85	3,95
	BIOL3	4,0742	3,90	4,00
	Total	3,9462	3,76	4,00
pH	BIOL1	1,9675	1,66	1,83
	BIOL2	1,8841	1,73	1,82
	BIOL3	1,8868	1,75	1,83
	Total	1,8100	1,66	1,83

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Nitrógeno	Entre grupos	,006	2	,003	,112	,896
	Dentro de grupos	,162	6	,027		
	Total	,168	8			
Fósforo	Entre grupos	,200	2	,100	,067	,936
	Dentro de grupos	8,916	6	1,486		
	Total	9,116	8			
Potasio	Entre grupos	,322	2	,161	30,257	,001
	Dentro de grupos	,032	6	,005		
	Total	,354	8			
Calcio	Entre grupos	,083	2	,041	4,281	,070
	Dentro de grupos	,058	6	,010		
	Total	,141	8			
Sodio	Entre grupos	,032	2	,016	7,083	,026
	Dentro de grupos	,014	6	,002		
	Total	,046	8			
pH	Entre grupos	,001	2	,001	,178	,841
	Dentro de grupos	,023	6	,004		
	Total	,024	8			

Pruebas robustas de igualdad de medias

		Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Nitrógeno	Welch	,064	2	3,117	,939
Fósforo	Welch	,066	2	3,912	,937
Potasio	Welch	29,486	2	3,936	,004
Calcio	Welch	2,688	2	3,844	,186
Sodio	Welch	6,830	2	3,962	,052
pH	Welch	,168	2	3,782	,852

a. F distribuida de forma asintótica

Tabla 17: Comparación de medias mediante tukey.

		Comparaciones múltiples			
Variable dependiente		(I) Tipo	(J) Tipo	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Nitrógeno	HSD Tukey	BIOL1	BIOL2	-,3487	,4754
			BIOL3	-,3754	,4487
		BIOL2	BIOL1	-,4754	,3487
			BIOL3	-,4387	,3854
		BIOL3	BIOL1	-,4487	,3754
			BIOL2	-,3854	,4387
	Games-Howell	BIOL1	BIOL2	-,5272	,6539
			BIOL3	-,6419	,7152
		BIOL2	BIOL1	-,6539	,5272
			BIOL3	-,5256	,4723
		BIOL3	BIOL1	-,7152	,6419
			BIOL2	-,4723	,5256
Fósforo	HSD Tukey	BIOL1	BIOL2	-3,4072	2,7005
			BIOL3	-3,1505	2,9572
		BIOL2	BIOL1	-2,7005	3,4072
			BIOL3	-2,7972	3,3105
		BIOL3	BIOL1	-2,9572	3,1505
			BIOL2	-3,3105	2,7972
	Games-Howell	BIOL1	BIOL2	-4,0920	3,3853
			BIOL3	-3,9738	3,7804
		BIOL2	BIOL1	-3,3853	4,0920
			BIOL3	-3,0492	3,5625
		BIOL3	BIOL1	-3,7804	3,9738
			BIOL2	-3,5625	3,0492
Potasio	HSD Tukey	BIOL1	BIOL2	-,4094	-,0439
			BIOL3	-,6461	-,2806
		BIOL2	BIOL1	,0439	,4094
			BIOL3	-,4194	-,0539
		BIOL3	BIOL1	,2806	,6461
			BIOL2	,0539	,4194
	Games-Howell	BIOL1	BIOL2	-,4424	-,0109
			BIOL3	-,6676	-,2591

ANEXOS FOTOGRÁFICOS



Fotografía 1:Elaboración de contenedores.



Fotografía 2:Recolecta de excretas.



Fotografía 3:Preparación y mezcla de los bioles.



Fotografía 4:Tapado y sellado hermético de los contenedores.



Fotografía 6: Toma de datos.



Fotografía 5: Colado y filtrado .



Fotografía 7: Muestras para análisis de laboratorio.



Fotografía 8: Envasado y almacenamiento .