

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE ABONO ORGÁNICO
FERMENTADO – BIOL, ELABORADO A PARTIR DEL RESIDUO
LIQUIDO PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA QUESERA
(LACTOSUERO DULCE) EN LA PROVINCIA DE CONCEPCIÓN”**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

KATERIN MALLMA ENCISO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

HUANCAYO-PERÚ

2018

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE ABONO ORGÁNICO
FERMENTADO – BIOL, ELABORADO A PARTIR DEL
RESIDUO LIQUIDO PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA
QUESERA (LACTOSUERO DULCE) EN LA PROVINCIA DE
CONCEPCIÓN”**

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios por haberme dado la vida, por cada momento de felicidad y por permitirme culminar mi formación profesional satisfactoriamente, dándome su luz divina para alcanzar cada una de las metas que me propuse. A mis padres, Vicente Mallma Morales y Angelica Enciso Martinez, a mis hermanos Anali y Jhonatan, por su constante apoyo incondicional, por su cariño, su comprensión y por haber creído en mí; esto es una sencilla retribución a su generosidad y nobleza.

AGRADECIMIENTOS

- Los más sinceros agradecimientos al asesor, que me brindó su apoyo externo, quien de manera desinteresada estuvo en la supervisión del proyecto de investigación desde sus inicios, dedicándole tiempo, esfuerzo y brindándome sus conocimientos, su experiencia y el soporte que hicieron posible que este proyecto se materializara, lo cual me permitió encontrar la mejor solución frente a los problemas suscitados a lo largo de esta investigación, asimismo agradezco la confianza puesta en mi persona y toda su dedicación.
- A todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la UAP por compartir sus experiencias en las aulas académicas, asimismo a mis amigos y familiares más cercanos, mis padres y hermanos que contribuyeron en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | v |
| ÍNDICE DE ABREVIATURAS | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xii |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xv |
| INTRODUCCIÓN | xvi |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1. Caracterización de la Realidad Problemática | 1 |
| 1.2. Formulación del Problema | 3 |
| 1.2.1 Problema General | 3 |
| 1.2.2 Problemas Específicos | 3 |
| 1.3. Objetivos | 4 |
| 1.3.1 Objetivo General | 4 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 1.4. Justificación | 4 |
| 1.5. Importancia | 5 |
| 1.6. Limitaciones | 6 |
| CAPÍTULO II | 7 |
| | v |

| | |
|--|----|
| 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 7 |
| 2.1. Marco Referencial | 7 |
| 2.1.1 Antecedentes de la Investigación | 7 |
| 2.1.2 Referencias Históricas | 11 |
| 2.2. Marco Legal | 11 |
| 2.2.1 Ley General del Ambiente N° 28611 | 11 |
| 2.2.2 Ley General de Residuos Sólidos - LEY N° 27314 | 12 |
| 2.2.3 Aprueban Reglamento Técnico para los Productos Orgánicos | 12 |
| Decreto SUPREMO N° 044-2006-AG | 12 |
| 2.2.4 Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda, Mediante el cual se aprobaron los Valores Máximos Admisibles - VMA de las descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario | 13 |
| 2.3. Marco Conceptual | 13 |
| 2.4. Marco Teórico | 16 |
| 2.4.1 Biol | 16 |
| 2.4.2 Lixiviado | 25 |
| 2.4.3 Lactosuero | 28 |
| 2.4.4 Principales Microorganismos en EM y su Acción | 30 |
| CAPÍTULO III | 32 |
| 3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO | 32 |
| 3.1. Metodología | 32 |
| 3.1.1 Método | 32 |
| 3.1.1.1 Ubicación del Lugar de Muestreo | 32 |
| 3.1.1.2 Ubicación Geográfica | 32 |
| 3.1.1.3 Materiales y Equipos | 33 |

| | | |
|-------------|--|----|
| 3.1.1.4 | Procedimiento para la ejecución del Trabajo de Investigación | 34 |
| 3.1.1.5 | Tipo de la Investigación | 37 |
| 3.1.1.6 | Nivel de la Investigación | 37 |
| 3.2. | Diseño de la Investigación. | 37 |
| 3.3. | Hipótesis de la Investigación | 37 |
| 3.3.1 | Hipótesis General | 37 |
| 3.3.2 | Hipótesis Específicas | 38 |
| 3.4. | Variables | 38 |
| 3.4.1 | Variable Independiente | 38 |
| 3.4.2 | Variable Dependiente | 38 |
| 3.5. | Cobertura del Estudio | 39 |
| 3.5.1 | Universo | 39 |
| 3.5.2 | Población | 39 |
| 3.5.3 | Muestra | 39 |
| 3.5.4 | Muestreo | 39 |
| 3.6. | Técnicas e Instrumentos | 39 |
| 3.6.1 | Técnicas de la Investigación. | 39 |
| 3.6.2 | Instrumentos de la Investigación. | 40 |
| 3.7. | Procesamiento estadístico de la información. | 40 |
| 3.7.1 | Estadísticos. | 40 |
| 3.7.2 | Representación. | 40 |
| 3.7.3 | Técnica de comprobación de la hipótesis. | 40 |
| CAPITULO IV | | 41 |

| | |
|--|----|
| 4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 41 |
| 4.1. Resultados | 41 |
| 4.2. Discusión de resultados | 43 |
| 4.2.1. Matriz de datos al sexto día de fermento del Biol | 45 |
| 4.2.2. Análisis de distribución normal | 45 |
| Gráfica 1: Tendencia normal pH del biol | 45 |
| 4.2.3. ANOVA de tres factores para el pH | 46 |
| 4.3. Contrastación de la hipótesis | 47 |
| 4.3.1. Planteamiento de la hipótesis del ANOVA | 47 |
| 4.3.2. Efectos de los Tratamientos | 48 |
| BIBLIOGRAFÍA | 55 |

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|-----------------|---------------------------------------|
| MINAM | : Ministerio del Medio Ambiente. |
| DIGESA | : Dirección General de Salud. |
| RSM | : Residuos sólidos municipales. |
| BIOL | : Abono natural líquido |
| M.E. | : Microorganismos eficaces. |
| T | : Temperatura |
| H | : Humedad |
| % | : porcentaje |
| MP | : materia prima |
| °C | : grados centígrados |
| C/N | : relación carbono y nitrógeno. |
| CO ₂ | : dióxido de carbono |
| T | : tiempo |
| RSU | : Residuos sólidos urbanos |
| INTEC | : Instituto Nacional Técnico |
| CE | : Conductividad Eléctrica |
| ES | : Elementos solubles |
| C.I.C. | : Capacidad de intercambio catiónico. |
| MINAGRI | : Ministerio de Agricultura y Riego. |
| Km | : Kilómetros |
| m | : metros |
| cm | : centímetros |
| OMS | : Organización Mundial de la Salud |
| ECA | : Estándar de Calidad Ambiental. |

.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Ubicación del CEPASC - Concepción..... | 33 |
|---|----|

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfica 2: Tendencia normal pH del biol | 45 |
| Gráfica 3: Grafica de efectos principales para el pH (Medias ajustadas) | 48 |
| Gráfica 4: Interacción entre factores y sus tratamientos al sexto día de fermentación | 49 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1: Composición química de los bioles | 17 |
| Cuadro 3: Relación materia prima (estiércol/agua) | 19 |
| Cuadro 4: Diluciones de Biol para aplicaciones al follaje | 21 |
| Cuadro 5: Dosis de biol recomendadas para la aplicación | 25 |
| Cuadro 6: Parámetros físicos, químicos de los lixiviados | 27 |
| Cuadro 7: Componentes de un lixiviado | 28 |
| Cuadro 8: Composición mineral de lactosuero. En mg/l | 29 |
| Cuadro 9: Composición microbiológica del Lactosuero | 29 |
| Cuadro 10: Preparación de los 48 biofermentados | 36 |
| Cuadro 11: Análisis de pH de los 48 bio - fermentados | 42 |
| Cuadro 12: Análisis descriptivo de los tratamientos | 44 |
| Cuadro 13: Matriz de resultados finales del pH con interacción de tres factores .. | 45 |
| Cuadro 14: Tabla ANOVA para el pH al 95% de confiabilidad | 48 |
| Cuadro 15: Prueba de Tukey al 95% para el % Lactosuero | 50 |
| Cuadro 16: Prueba de Tukey al 95% para el % de solución de bacterias ácido lácticas | 50 |
| Cuadro 17: Prueba de Tukey al 95% para el % Chancaca-Melaza | 51 |
| Cuadro 18: Elección del mejor tratamiento | 52 |

RESUMEN

El uso del lixiviado procedente de la descomposición del material orgánico para la elaboración de biol y su aplicación como fertilizante, es un tema fundamental, dentro de la agroecología; ya que se ayuda al mejoramiento del suelo, evitando el uso de elementos químicos que causan diferentes daños, su costo de producción es bajo y los beneficios productivos y ambientales son altos. La importancia del trabajo de investigación radica en utilizar las características químicas y físicas dos sub productos que son desechados al ambiente y que no tiene un tratamiento adecuado como son las aguas residuales provenientes de la industria láctea y el lixiviado de los residuos sólidos domiciliarios, hallando la concentración adecuada elaborar un abono orgánico líquido fermentado (BIOL), que tenga características similares a los productos que se encuentran en el mercado. El distrito de Concepción se caracteriza por el crecimiento de microempresas que se dedican a la producción de queso, mantequilla y helados, la elaboración de estos productos genera un subproducto que se conoce como lactosuero que en la mayoría de pymes son dos tipos: dulce y ácido. El no aprovechamiento de este subproducto causa contaminación ambiental que afecta física y químicamente la estructura de cualquier sistema ambiental.

En la presente investigación el tratamiento de residuos orgánicos municipales se generan lixiviados, que no tienen un uso específico, razón por la cual de manera empírica se utiliza como foliar. Teniendo estos dos insumos básicos se propone la elaboración de un abono orgánico líquido fermentado, a fin de poder aprovechar las aguas residuales provenientes de la industria láctea y mezclarlo con el lixiviado y evaluar su calidad, de esta manera se pueda utilizar de manera segura para los campos agrícolas y viveros municipales, en los tratamientos que se realizó, se evaluó el pH para la obtención de un Biol de calidad utilizando dos residuos líquidos provenientes de la industria láctea y lixiviado orgánico, teniendo 50 L aproximadamente de 04 insumos que son: Lactosuero, bacterias acidolácticas, Chancaca + Melaza y Lixiviado, Se analizaron 48 biofermentos basados en la

combinación de 3 niveles de lactosuero (20%, 35% y 50%), 4 niveles de una solución de bacterias ácido lácticas para el fermento (0%, 5%, 15 % y 20%) y 4 niveles de melaza (0%, 5%, 10%, y 20% de cada uno). Considerando mezclas de 1.00 Kg por envase, el tratamiento 32 que tiene 35% de lactosuero, 20% de bacterias, 20% de chancaca y melaza y 25% de lixiviado tiene el mayor Coeficiente de Variación que es de 18.15%, esto se debe al contar con mayor cantidad de bacterias acidolácticas que se encuentran en la solución de microorganismos eficaces (EM) y aquellas que se encuentran en el lactosuero ayudan a acidificar el abono orgánico, esto nos permitirá controlar los patógenos, coliformes y otros parámetros; asimismo la mezcla de chancaca y melaza favorece la multiplicación de la actividad microbiológica.

Lo contrario se observa con el tratamiento 33, donde solo se considera el 50% de lixiviado y el 50% de lactosuero, donde el Coeficiente de variación es 14.1, el menor de todos los tratamientos, esto se debe a la ausencia de las bacterias acidolácticas y de un catalizador que favorezca la actividad microbiana.

ABSTRACT

The use of leachate from the decomposition of organic material for the production of biol and its application as fertilizer, is a fundamental issue, within agroecology; since it helps the improvement of the soil, avoiding the use of chemical elements that cause different damages, its production cost is low and the productive and environmental benefits are high. The importance of the research work lies in using the chemical and physical characteristics of two sub products that are discarded into the environment and that do not have an adequate treatment such as wastewater from the dairy industry and leachate from household solid waste, finding the adequate concentration to elaborate a fermented liquid organic fertilizer (BIOL), which has characteristics similar to the products found in the market. The district of Concepción is characterized by the growth of micro companies that are dedicated to the production of cheese, butter and ice cream, the production of these products generates a byproduct known as whey that in the majority of SMEs are two types: sweet and sour. The non-use of this by-product causes environmental contamination that physically and chemically affects the structure of any environmental system.

In the present investigation the treatment of municipal organic waste is generated by leachates, which do not have a specific use, which is why it is empirically used as foliar. Having these two basic inputs, we propose the elaboration of a fermented liquid organic fertilizer, in order to be able to take advantage of the wastewater coming from the dairy industry and mix it with the leachate and evaluate its quality, in this way it can be used in a safe way for the agricultural fields and municipal nurseries, in the treatments that were carried out, the pH was evaluated to obtain a quality Biol using two liquid residues from the dairy industry and organic leachate, having approximately 50 L of 04 inputs: whey, lactic acid bacteria, Chancaca + Molasses and Lixiviado, 48 bioferments were analyzed based on the combination of 3 levels of whey (20%, 35% and 50%), 4 levels of a solution of lactic acid bacteria for the ferment (0%, 5%, 15% and 20%) and 4 levels of molasses (0%,

5%, 10%, and 20% of each). Considering mixtures of 1.00 Kg per container, the treatment 32 that has 35% of whey, 20% of bacteria, 20% of chancaca and molasses and 25% of leached plus has the highest Coefficient of Variation that is of 18.15%, this is it must have a greater amount of lactic acid bacteria that are found in the solution of effective microorganisms (EM) and those found in the whey help to acidify the organic fertilizer, this will allow us to control the pathogens, coliforms and other parameters; also the mixture of chancaca and molasses favors the multiplication of the microbiological activity.

The opposite is observed with treatment 33, where only 50% of leachate and 50% of whey are considered, where the Coefficient of variation is 14.1, the lowest of all treatments, this is due to the absence of lactic acid bacteria and a catalyst that promotes microbial activity.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el consumo excesivo de fertilizantes químicos están por encima de la naturaleza perjudicando a la vida del ser humano; la industria láctea con sus efluentes también contribuye a dicha contaminación

El problema radica en que la mayoría de los agricultores se dedican a cultivar con fertilizantes químicos en elevadas cantidades, y desconocen en un 40% acerca de la elaboración de biofertilizantes con la materia prima que tienen a su alrededor, las queseras artesanales el 100% se limitan en la producción del subproducto desechando el lactosuero a efluentes. De ese modo ha surgido la idea de elaborar un abono orgánico líquido fermentado con el fin de mejorar la calidad de vida de los mismos y de los consumidores; los primeros se verían beneficiados debido a que el abono a elaborar puede ser asequible gracias a su bajo costo, puesto que la materia prima a utilizar puede ser adquirida fácilmente.

La elaboración de un abono orgánico líquido fermentado a base de lactosuero y lixiviados se plantea como una alternativa para contrarrestar la problemática del uso inadecuado del suero por parte de las queseras artesanales y como fuente de motivación hacia los agricultores para inclinarse por la fertilización orgánica, pudiendo ser aprovechado dicho producto en el propio pasto que se le proporciona al ganado vacuno para su beneficio.

Una solución a esta problemática se propone la elaboración de un abono orgánico líquido fermentado, a fin de poder aprovechar las aguas residuales provenientes de la industria láctea y mezclarlo con el lixiviado, evaluar su calidad, de esta manera se pueda utilizar de manera segura para los campos agrícolas y viveros municipales.

Por tal motivo, el propósito de este trabajo de investigación es básicamente Determinar la calidad del abono orgánico fermentado-BIOL a partir del residuo de la industria quesera (lactosuero dulce) y lixiviados de residuos sólidos orgánicos domiciliarios generados en la Provincia de Concepción Huancayo.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Caracterización de la Realidad Problemática

El distrito de Concepción se caracteriza por el crecimiento de microempresas que se dedican a la producción de queso, mantequilla y helados, la elaboración de estos productos genera un subproducto que se conoce como lactosuero que en la mayoría de pymes son dos tipos: dulce y ácido.

Aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como el lactosuero que retiene cerca de 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales” (Huertas, 2009). El no aprovechamiento de este subproducto causa contaminación ambiental que afecta física y químicamente la estructura de cualquier sistema ambiental, “Lo anterior resulta en una disminución del rendimiento de cultivos agrícolas, reduciendo la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto” (Huertas, 2009). “Esto motiva a la industria láctea en búsqueda de tecnologías que permitan el aprovechamiento de este subproducto”. (Sanchez et al, 2009).

El lactosuero es de difícil colocación en el mercado, debido a que sus características no lo hacen apto para su comercialización directa. Por esta razón se desecha al ambiente. El lactosuero como efluente es muy contaminante por su alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y su alta demanda química de oxígeno (DQO)

El lactosuero es producto de la elaboración del queso y de la mantequilla. Es de difícil colocación en el mercado debido ya que no puede ser utilizado como materia prima en la elaboración de otros productos lácteos. Por ello, el suero generalmente se usa como complemento en la dieta de animales o se desecha al ambiente. En algunos países industrializados, este suero es recuperado por diversas técnicas, ya que contiene una cantidad no despreciable de proteínas, lactosa y calcio que lo hacen atractivo para la elaboración de productos lácteos. Su parecido con la leche materna hace que sea muy utilizado en la elaboración de bebidas lácteas para bebés (Strahmann, 1995).

La mayoría de las empresas no tienen resuelto aún el destino del lactosuero y esto provoca impactos ambientales negativos. Esta situación pone a muchas de estas empresas y a su entorno socioeconómico (normalmente radicadas en pequeñas poblaciones del interior del país) en situación de riesgo (clausura, limitaciones para acceder a ciertos mercados, contaminación de fuentes de agua y conflictos socio – ambientales locales).

El lactosuero es un producto contaminante muy rico en lactosa que se genera como residuo durante el proceso de elaboración del queso. Esta sustancia, que alcanza un volumen de cientos de miles de litros al año en todo el Perú y especialmente en la provincia de Concepción del departamento de Junín, constituye un problema para el sector lácteo. Las pequeñas queserías al verter los desechos al desagüe, suponen un caldo de cultivo de bacterias que consumen gran cantidad de oxígeno, por lo que deterioran la calidad del agua.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿El Abono orgánico fermentado – BIOL, elaborado a partir del residuo líquido proveniente de la industria quesera (lactosuero dulce), tendrá una adecuada calidad para ser usado como fertilizante orgánico natural?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál será la caracterización fisicoquímica del abono orgánico fermentado-BIOL, elaborado a partir del residuo líquido proveniente de la industria quesera (lactosuero dulce)?
- ¿El BIOL elaborado a partir del residuo líquido proveniente de la industria quesera (lactosuero dulce), se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – ECA en la densidad poblacional de coliformes fecales (NMP) apta para riego reglamentado por la Ley General de Aguas?
- ¿El BIOL elaborado a partir del residuo líquido proveniente de la industria quesera (lactosuero dulce) de la provincia de Concepción de la región Junín, cumplirá con los límites mencionados en lo ECA de la Ley General de Aguas respecto al número de parásitos y helmintos (org/lit)?
- ¿Habrán algún tipo de influencia de los porcentajes de lactosuero, bacterias acidolácticas y chancaca – melaza en el descenso del pH para garantizar la fermentación de la elaboración del BIOL?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la calidad del abono orgánico fermentado-BIOL, elaborado a partir del residuo de la industria quesera (lactosuero dulce) de la provincia de Concepción.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la caracterización fisicoquímica del abono orgánico fermentado-BIOL, elaborado a partir del residuo de la industria quesera (lactosuero dulce) de la provincia de Concepción.
- Identificar la densidad poblacional (NMP) de los coliformes fecales del abono orgánico fermentado-BIOL, elaborado a partir del residuo líquido de la industria quesera (lactosuero dulce) de la provincia de Concepción
- Determinar el número de parásitos y helmintos (org/lt), del abono orgánico fermentado- BIOL elaborado a partir del residuo líquido de la industria quesera (lactosuero dulce) de la provincia de Concepción de la región Junín.
- Determinar la influencia de los porcentajes de lactosuero, bacterias acidolácticas y chancaca – melaza en el descenso del pH para garantizar la fermentación de la elaboración del BIOL.

1.4. Justificación

El tratamiento de aguas residuales industriales provenientes de la elaboración de queso y mantequilla (lactosuero) es complejo debido a la elevada carga orgánica, en el distrito de Concepción todas estas aguas son vertidas directamente al desagüe, razón por la cual ingresan a la Planta de

Tratamiento de Aguas Residuales Doris Mendoza, sin embargo, sobrepasa su capacidad de tratamiento, por lo que la eficiencia disminuye.

En el tratamiento de residuos orgánicos municipales se generan lixiviados, que no tienen un uso específico, razón por la cual de manera empírica se utiliza como foliar.

Teniendo estos dos insumos básicos se propone la elaboración de un abono orgánico líquido fermentado, a fin de poder aprovechar las aguas residuales provenientes de la industria láctea y mezclarlo con el lixiviado y evaluar su calidad, de esta manera se pueda utilizar de manera segura para los campos agrícolas y viveros municipales.

Las prácticas industriales y ecológicas requieren que el lactosuero se utilice para propósitos constructivos, ya que el grado de contaminación que generan al verterlo al drenaje es muy alto.

Actualmente, el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos, no sólo ha dejado atrás la utilización del estiércol en la agricultura convencional, sino que además, viene amenazando la salud humana, la calidad del agua, del suelo y del aire. En ese sentido, resulta evidente la necesidad de investigar y analizar tratamientos simples, rápidos y poco costosos como las alternativas que se proponen en la presente investigación, mediante los cuales sea viable abordar este problema de forma eficiente en cuanto a requerimientos y resultados, al exigir pocos recursos, utilizar residuos de la industria láctea como los tipos de lactosuero y así generar un gran valor agregado sobre los residuos manejados.

1.5. Importancia

La importancia del trabajo de investigación radica en utilizar las características químicas y físicas dos sub productos que son desechados al ambiente y que no tiene un tratamiento adecuado como son las aguas residuales provenientes de la industria láctea y el lixiviado de los residuos

sólidos domiciliarios, hallando la concentración adecuada elaborar un abono orgánico líquido fermentado (BIOL), que tenga características similares a los productos que se encuentran en el mercado.

1.6. Limitaciones

Las limitaciones que se presentaron en la realización del trabajo de investigación fueron inicialmente la falta de antecedentes de caracterización del lixiviado y el lactosuero.

Asimismo, la municipalidad no cuenta con los equipos de campo para realizar el monitoreo y controlar la formación de biol (pH, temperatura y humedad).

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Marco Referencial

2.1.1 Antecedentes de la Investigación

Montesinos González, Dayal Gautama; ingeniero egresado de la Universidad del Azuay presenta el trabajo concerniente al tema “Definición de indicadores en la finca Asunción para el mejoramiento de la productividad agroecológica” para la obtención del grado de ingeniero, también es miembro de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario siendo partícipe de varias publicaciones en dicha institución. Presentó el trabajo de investigación sobre “Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de BIOL y su evaluación como fertilizante para pasto” siendo este último trabajo con el cual consigue el grado de magister en Agroecología y Ambiente. Puesto en referencia este último trabajo, el autor expone lo siguiente:

Título: USO DE LIXIVIADO PROCEDENTE DE MATERIAL ORGÁNICO DE RESIDUOS DE MERCADOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOL Y SU EVALUACIÓN COMO FERTILIZANTE PARA PASTO. (Universidad de Cuenca facultad de ciencias agropecuarias maestría en agroecología y ambiente, Cuenca – ecuador; 2013)

Resumen: El uso del lixiviado procedente de la descomposición del material orgánico para la elaboración de BIOL y su aplicación como fertilizante, es un tema fundamental, dentro de la agroecología; ya que se ayuda al mejoramiento del suelo, evitando el uso de elementos químicos que causan diferentes daños, su costo de producción es bajo y los beneficios productivos y ambientales son altos. La investigación se realizó con elaboración y aplicación directa a nivel de campo en el pasto más utilizado en la zona, el *raygrass*, que es fuente esencial para la alimentación del ganado de leche; buscando ante todo proponer y generar cambios en los ganaderos para mejorar la calidad de los pastos de manera natural con fertilización orgánica. El trabajo se realizó en la región ganadera del cantón Cuenca, en la parroquia Tarqui, aplicando en pastizales destinados para el corte. Se elaboraron dos tipos de bioles, uno a base de estiércol de caballo, pollo, alfalfa y melaza; y el segundo con estiércol de vaca, leche, cenizas y melaza, en la base de lixiviado. Cada BIOL se aplicó en parcelas de pasto de 8 m², con tratamientos de 5 galones, 10 galones y 20 galones de BIOL y un testigo, con cuatro repeticiones. Al evaluar el trabajo se observa una diferencia importante al usar los bioles, el desarrollo del pasto, utilizando ambos preparados, fue satisfactorio, el crecimiento ha sido superior que en los lugares sin aplicación y, sobre todo, no se ha causado ningún daño al suelo. (Montesinos González, 2013).

Gordón Pozo, Verónica Paola; ingeniera egresada de la Universidad Politécnica Estatal Del Carchi presenta el trabajo de investigación concerniente al tema “Utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (BIOL)” siendo a mérito de este trabajo recibe el grado de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario; puesto como referencia este último trabajo, el autor expone lo siguiente:

Título: “UTILIZACIÓN DE SUERO DE LECHE PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO (BIOL). (Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Facultad de industrias agropecuarias y ciencias ambientales, escuela de desarrollo integral agropecuario, Tulcán - Ecuador; 2013)

Resumen: Con el propósito de minimizar la contaminación ambiental del subproducto de las industrias lácteas y queseras artesanales, así como el uso inadecuado de agroquímicos se elaboró un abono orgánico (BIOL) utilizando suero de leche para contribuir con el medio ambiente y darle mayor aprovechamiento a este subproducto de la manufactura quesera. Para la producción del BIOL se utilizó 120 litros de suero de leche proveniente de la Industria Lechera Carchi S. A. el cual se lo dividió en porcentajes de acuerdo a diez tratamientos en estudio con tres repeticiones cada uno, dando así el proceso estadístico con un diseño de bloques completos al azar (D.B.C.A.) considerando un arreglo factorial de $A * B$ donde A fue cinco porcentajes de suero de leche y el factor B dos tipos de inóculos microbianos, siendo sometidos a fermentación anaerobia la cual tuvo un tiempo promedio de 50 días para la cosecha del BIOL. El tratamiento resultante con alto contenido nutricional en macro y micro nutrientes fue el T9 (50 % suero de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) en el que se recalca el uso del 50% de suero de leche y el lactofermento como inóculo microbiano obteniéndose un BIOL de

composición: nitrógeno 839,60 ppm, fósforo 226,44 ppm, potasio 5833,1 ppm, azufre 1436,26 ppm, calcio 3165,3 ppm, magnesio 73,12 ppm, zinc 10,66 ppm, cobre 1,95 ppm, hierro 3660,97 ppm, manganeso 1081,67 ppm y boro 3,58 ppm con un pH de 5,49 y una conductividad eléctrica de 16,723 mS/cm. (Pozo, 2013)

Saray Siura C, Isabel Montes Y., Susana Dávila todas ellas ingenieras agrónomas egresadas de la Universidad Nacional Agraria La Molina; actualmente son aportadoras activas de conocimientos científicos en la revista científica de la UNALM .Ellas realizaron un trabajo con fines científicos en lo que concierne al tema “Efecto del BIOL y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de espinaca (*Spinacea oleracea*) bajo cultivo orgánico” en el cual en el presente trabajo manifiestan lo siguiente:

Título: EFECTO DEL BIOL Y LA ROTACIÓN CON ABONO VERDE (CROTALARIA JUNCEA) EN LA PRODUCCIÓN DE ESPINACA (SPINACEA OLERACEA) BAJO CULTIVO ORGÁNICO. (Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú; 2018)

Resumen: Se evaluó el rendimiento y calidad de dos cultivares de espinaca (uno de polinización abierta OP y un híbrido) cultivados en una parcela de producción orgánica con y sin rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y cuatro concentraciones de aplicación foliar de BIOL (0, 20, 40 y 100%). Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar, con arreglo factorial. El rendimiento fue altamente significativo para la rotación con abono verde (24.3 t/ha), biol (25.8 t/ha) y la interacción de rotación con abono verde x cultivar (25.2 t/ha), donde el rendimiento del cultivar OP fue superior al híbrido cuando se utilizó la rotación con abono verde. Los altos rendimientos obtenidos cuando se usa la rotación con abono verde y dosis crecientes de aplicaciones foliares de biol justifican su uso en este cultivo, especialmente cuando se trata de pequeños agricultores,

contribuyendo a incrementar la producción orgánica de espinaca, aun cuando se usen cultivares de polinización abierta. (Saray Siura C., 2011).

2.1.2 Referencias Históricas

A lo largo de la historia, el hombre ha sido acompañado del problema de los residuos sólidos, para afrontarlo se recurre a las técnicas de minimización de residuos, las cuales constan de tres fases: pre recogida, recogida y tratamiento. En cuanto a las técnicas que se utilizan tenemos: segregación en la fuente, reciclaje, incineración, compostaje y centros recolectores; todas estas son alternativas al relleno sanitario; sin embargo, es necesario la aplicación de políticas e instrumentos económicos para el desarrollo sostenible. (Berent & Vedoya, 2006)

2.2. Marco Legal

2.2.1 Ley General del Ambiente Nº 28611

Artículo 1º:

“Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes”.

Artículo 67º:

“Las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local priorizan medidas de saneamiento básico que incluyan... la disposición de excretas y de los residuos sólidos en las zonas urbanas y rurales,

promoviendo la universalidad, calidad y continuidad de los servicios de saneamiento.

2.2.2 Ley General de Residuos Sólidos - LEY N° 27314

Artículo 20° . - Alimentación de animales

Queda prohibida la alimentación de animales con residuo orgánicos que no haya recibido previamente el tratamiento establecido en las normas vigentes.

Artículo 17° . - Tratamiento

Todo tratamiento de residuos previo a su disposición final, será realizado mediante métodos o tecnologías compatibles con la calidad ambiental y la salud, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento y a las normas específicas. Salvo la incineración que se lleve a cabo cumpliendo con las normas técnicas sanitarias y de acuerdo a lo establecido en el artículo 47° del Reglamento, queda prohibida la quema artesanal o improvisada de residuos sólidos.

2.2.3 Aprueban Reglamento Técnico para los Productos Orgánicos Decreto SUPREMO N° 044-2006-AG

Artículo 3° . - Finalidad de la norma

El presente Reglamento Técnico tiene por finalidad:

- a) Establecer lineamientos que orienten e incentiven la producción, transformación, etiquetado, certificación y comercialización de productos, alimenticios y no alimenticios, cultivados, criados y procesados orgánicamente.
- b) Garantizar a los consumidores que los productos denominados productos orgánicos, cumplan con lo establecido en este Reglamento Técnico.

- c) Garantizar la idoneidad y transparencia, de todos los agentes, en los procesos de certificación de productos orgánicos.
- d) Promover y garantizar el comercio justa y transparente de productos orgánicos.

2.2.4 Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda, Mediante el cual se aprobaron los Valores Máximos Admisibles - VMA de las descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario

Artículo 29° . - Actualización y Modificación de los VMA

Como producto del monitoreo o cualquier otra actividad, si la EPS o la entidad que haga sus veces, verifiquen que un parámetro cuya concentración afecte al sistema de alcantarillado sanitario, deberán presentar una solicitud al MVCS adjuntando, al menos, lo siguiente:

- a) Caracterización del tipo de descarga no doméstica descargada a sus sistemas de alcantarillado sanitario.
- b) Análisis y/o estudio técnico.
- c) Identificación de los problemas que esta descarga ocasiona al sistema de alcantarillado sanitario y/o al sistema de tratamiento de aguas residuales.
- d) Informe técnico legal que sustente el motivo por el cual debe de actualizarse y/o modificar el valor del parámetro.

2.3. Marco Conceptual

Biol: El biol es un abono foliar orgánico líquido, preparado a base de estiércol fresco y otros ingredientes orgánicos, los cuales son fermentados en recipientes herméticamente cerrados, donde no debe ingresar aire. El biol por lo general se aplica al follaje (hojas y tallos) de las plantas.

Lactosuero: Es un subproducto rico en proteínas globulares hidrosolubles, lactosa, grasas y minerales por lo que constituye una importante fuente de nutrientes para la salud humana y animal contiene lactosa y sales minerales. Debido a ello es una de las principales fuentes de contaminación ambiental, de ahí proviene la importancia de su valorización.

Fermentación: La transformación anaerobia, o fermentación anaerobia, de la materia orgánica consiste en su degradación en ausencia de oxígeno por medio de bacterias, produciendo el denominado biogás, que es una mezcla de múltiples componentes, donde predomina el metano y donde se encuentra una variada cantidad de elementos: CO_2 , NH_3 .

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico.

Lixiviado: Se denomina lixiviado al líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido el lixiviado generalmente arrastra gran cantidad de los compuestos presentes en el sólido que atraviesa.

Proceso de Degradación: Proceso por el cual la materia orgánica contenida en la basura sufre reacciones químicas de descomposición (fermentación y oxidación) en las que intervienen microorganismos dando como resultado la reducción de la materia orgánica y produciendo malos olores.

Proceso Productivo: Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios.

Residuos Sólidos Domiciliarios:

Los residuos domiciliarios, son conocidos comúnmente como basura, desperdicios, desechos o residuos. Este tipo de residuos provienen generalmente de actividades domésticas, servicios públicos, hoteles, colegios, oficinas, cárceles, construcciones y establecimientos comerciales, así como de residuos industriales que no se deriven de sus procesos.

Recolección Selectiva: Recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor.

Residuos Vegetales: Residuos de origen vegetal, procedentes de jardinería, poda de parques y jardines urbanos, limpieza de bosques, etc.

Valorización: Acción de aumentar el valor de un residuo. Los residuos se han de valorizar sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos o métodos que puedan causar perjuicios al medioambiente.

Vector: Cualquier insecto, artrópodo u otro animal capaz de transmitir enfermedades.

Vertido: Deposición de los residuos en un espacio y condiciones determinadas. Según la rigurosidad de las condiciones y el espacio de vertido, en relación con la contaminación producida, se establecen los tres tipos siguientes: v. controlado, v. incontrolado, v. semicontrolado.

2.4. Marco Teórico

2.4.1 Biol

La transformación biológica de los residuos domiciliarios y derivados de la industria láctea son materia prima para el aprovechamiento y la reutilización en la obtención del BIOL, que permite contribuir al desarrollo económico de la agricultura orgánica, por lo tanto diversos investigadores muestran diferentes definiciones que mediante las prácticas en su elaboración obtienen resultados como lo menciona (GÓMEZ, 2014)

También denominado biol abono líquido, es un tipo de abono orgánico que es producto de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos provenientes de animales y vegetales, como estiércol o restos vegetales (Arana, 2011). Esta degradación se lleva a cabo en depósitos herméticamente cerrados que tienen el nombre de biodigestores (Guerrero 1993 citado por Peralta, 2010).

Actualmente el biol se produce de forma artesanal y su contenido nutricional depende del material con el que es elaborado. La cosecha del biol dependerá del clima, de la cantidad producida y del tamaño del envase. Se utiliza como indicador que el biol está listo la ausencia de producción de gas, el tiempo de cosecha en el caso de uso de mangas es de tres meses aproximadamente (AEDES 2006 citado por Peralta, 2010) Según Sotil (2007) luego de la biodegradación de los abonos durante un periodo de 61 días los coliformes totales y fecales se reducen de 107 NMP/100 ml hasta 103 NMP/100 ml, se generaron valores cercanos a cero NMP/100 ml de coliformes totales y fecales a los 365 días de iniciada la degradación de los residuos. Esto determina que existen riesgos de contaminación para las personas expuestas a este biol.

En el Perú se está utilizando esta tecnología cada vez más, empresas como La Calera que viene comercializando a través de Salam S.A.C. el biol llamado "Avibiol" de la digestión anaeróbica de excretas de gallina

ponedoras, siendo una alternativa al manejo de residuos sólidos, otro biol comercializado es aquel producido por el Fundo Casa Blanca que se elabora a base de estiércol de cuy. Además, en la Municipalidad Provincial de Concepción en el centro Eco turístico de Protección Ambiental (CEPASC) se ha realizado investigaciones para la preparación de biol con diversos residuos orgánicos, estiércol fresco de vacuno, ceniza, lactosuero, chancaca, follaje de plantas leguminosas, follaje de plantas repelentes y biograd. Si bien se siguen ciertos lineamientos para la preparación de biol, no existe una receta exacta y los insumos utilizados pueden variar, por ello la composición nutricional del biol varía también dependiendo del insumo utilizado en el proceso de digestión, tal como se observa en el Cuadro 01. Además este biol está siendo cada vez más utilizado en diferentes variedades de plantas, como las gramíneas, leguminosas, frutales, plantas ornamentales, tubérculos y raíces, además la dosis de aplicación del biol en promedio debe ser al 5% (depende de la delicadeza de la planta), tal como indica la Dirección Regional Agraria de Puno (2009)

Cuadro 1: Composición química de los bioles

| Nutrientes | Composición química de los bioles | | |
|------------|--|--|----------------------------------|
| | Biol del estiércol de vaca ^{(1)*} | Biol del estiércol de cuy ⁽²⁾ | Biol de gallinaza ⁽³⁾ |
| N mg/l | 1094 | 980 | 1700 |
| P mg/l | 225 | 121 | 3800 |
| K mg/l | 2930 | 6760 | 5200 |
| Ca mg/l | 1132 | 220.4 | 3500 |
| Mg mg/l | 544 | 53.4 | 1200 |
| Na mg /l | 922 | 542 | — |

Fuente:

(1)Biol de estiércol de vaca, proporción excretas y agua de 1/4, Quipuzco et al. (2011)

(2)Biol Casa Blanca de estiércol de cuy, Román (2012).

(3)Avibiol (Salam- La Calera) biol de gallinaza, Medina (2013).

a) Biol en la agricultura

Dentro del marco de los beneficios del Biol hacia la agricultura se evidencian que este producto favorece el desarrollo vegetativo de la planta como lo refiere (DARIO, 2010).

Por su composición orgánica, el biol puede ser utilizado como abono líquido en gran variedad de plantas, ya sea de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes; gramíneas forrajes, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla o a la raíz.

Al ser el biol una fuente orgánica, de fitorreguladores, a diferencia de los nutrientes en pequeñas cantidades, es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de la planta, sirviendo para actividades agronómicas como enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo este aumento significativo de las cosechas.

El biol en la agricultura es utilizado principalmente en países de Latinoamérica, ya que, a través de él, se busca reducir los daños, a la contaminación del suelo, el agua; y a la salud de los agricultores por uso de productos químicos, que todavía se mantienen en estos países.

La utilización del biol tiene ventajas por las cuales se promueve su uso:

- Para la producción casera o artesanal, no necesita de una receta determinada los insumos pueden variar.
- Se puede elaborar en base a insumos que se encuentran fácilmente en el medio.
- La preparación es fácil, siendo factible adecuarse a diferentes tipos de envases e insumos de acuerdo a la disposición.
- Mejora la calidad del cultivo, ayudándole a soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.
- Es utilizable en gran variedad de cultivos.

- Bajo costo de producción.

b) Formación del biol

Para conseguir un buen funcionamiento del digester debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la digestión (25° a 35°), la acidez (pH) alrededor de 7.0 y las condiciones anaeróbicas del digester del que se da cuando esta herméticamente cerrado. Es importante considerar la relación de materia seca y agua, que implica el grado partículas en la solución. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor de 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. (V., Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos, 2012).

Cuadro 2: Relación materia prima (estiércol/agua)

| FUENTE DE ESTIÉRCOL | CANTIDAD UTILIZADA | | | |
|---------------------|--------------------|----|-------------|----|
| | Estiércol | % | Agua | % |
| Bovino | 1 parte | 50 | 1 parte | 50 |
| Porcino | 1 parte | 25 | 3 partes | 75 |
| Avícola | 1 parte | 25 | 3 partes | 75 |

Tema: Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos
Autor: Diego Cajamarca V. -2012-

Pag.56

c) Usos del biol

Usos del biol Tecnología química y comercio (2005), propone que se puede utilizar en hortalizas, cultivos anuales, pastos, frutales, plantas ornamentales. Como encapsulador: En relación 1:1 con el plaguicida al mezclar. En mezcla con fertilizantes utilizar 3 o 4 L d BIOL por hectárea en mezcla con la solución madre de fertilización.

En huertas de dormancia utilizar 2 L de BIOL por cada 100 L de agua. - 8 -
Gomero (2000), propone que el biol favorece al enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. Debe utilizarse diluido en agua, en proporciones que pueden variar desde un 25 a 75 por ciento. Las aplicaciones deben realizarse de tres a cinco veces durante el desarrollo vegetativo de la planta.

También se puede aplicar biol junto con el agua de riego para permitir una mejor distribución de las hormonas y los precursores hormonales que contiene. Con ello se mejora el desarrollo radicular de las plantas, así como la actividad de los microorganismos del suelo. De igual manera se puede remojar la semilla en una solución de biol, para activar su germinación. El tiempo de remojo depende del tipo de semilla; se recomienda de dos a seis horas para semillas de hortalizas, de 12 a 24 horas para semillas de gramíneas y de 24 a 72 horas para especies gramíneas y frutales de cubierta gruesa. (CHICAIZA, 2012).

d) Aplicaciones del biol

Según Claure (1992), señala que el Biol puede ser aplicado en las siguientes formas:

Aplicación al suelo. - mediante el riego, abriendo una llave de represa que se instala en el extremo de una tubería que une el tanque de almacenamiento del Biol con el canal del riego. Con este método el Biol no sólo mejora la estructura del suelo, sino que, por las hormonas y precursores hormonales que contiene, mejora el desarrollo radicular de las plantas y la actividad de los microorganismos del suelo.

Aplicación a la semilla. - es recomendable mojar la semilla en Biol, previamente a la siembra en concentraciones del 12.5 – 25%. El Biol por su riqueza en tiamina y triptofano así como en purinas y auxinas, permite una germinación más rápida, lo mismo que un notable crecimiento de las raíces.

Se recomienda un tiempo de remojo o inhibición de semillas pequeñas y cubierta delgada de 5 a 12 horas aproximadamente, y en semillas más grandes y de cubierta gruesa de 24 a 72 horas (Medina, 1990).

Aplicación al follaje. - no es recomendable la utilización del Biol puro al follaje de las plantas, ni tampoco de las semillas antes de la siembra por el efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de metionina como precursor de etileno. La aplicación de Biol al follaje se debe considerar los momentos de mayor actividad fisiológico de los cultivos; es decir, unas dos o tres veces durante las etapas críticas del cultivo, mojando bien las hojas con unos 400 – 800 litros de solución/ha, aplicando con boquillas de alta presión en abanico (Medina, 1990).

Para estimular el crecimiento de la planta, así como su floración, cuajado y engrosamiento de frutos, se puede recurrir al uso de biofertilizantes al 25%, cuando la planta inicia su emisión de ramas (Suquilanda, 1995).

Cuadro 3: Diluciones de Biol para aplicaciones al follaje

| SOLUCION (%) | BIOL (l) | AGUA (l) | TOTAL (l) |
|--------------|----------|----------|-----------|
| 25 | 5 | 15 | 20 |
| 50 | 10 | 10 | 20 |
| 75 | 15 | 5 | 20 |

Fuente: Manuel Suquilanda. EL BIOL; Fitoestimulante orgánico. Fundagro 1995

Aplicación antes del Transplante.- se recomienda sumergir las raíces y parte del follaje en una solución de Biol al 12.5 % por un tiempo no mayor de 10 minutos.

Aplicación a bulbos, tubérculos y raíces. - cuando el propósito es plantar bulbos de cebolla o raíces de zanahoria con el fin de producir semilla o tubérculos de papa, se procede a sumergir tales órganos en tanques o cilindro que contengan una solución de Biol al 25% por más de 25 minutos (Arroyo, 2009).

e) Preparación del biol

En la elaboración de biol la proporción del peso y el volumen con los residuos entrantes es de 0.9 a 1, contiene una fase sólida, conocida como biosol y su fase líquida conocida como biol, 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 fango resultante del biodigestor presenta aproximadamente entre el 85 y 90% de la materia entrante, de esto aproximadamente el 90% corresponde al biol y el 10% al biosol, estos porcentajes varían según los residuos a fermentar y el método de separación empleado (Aparcana, 2008).

Materiales para elaborar el Biol

Un tanque de hierro y/o plástico de 200 litros de capacidad. Si el tanque es de hierro debe recubrirse por dentro con cemento o pintura anticorrosiva.

Un pedazo de plástico grueso que cubra la boca del tanque.

Una cuerda de nylon o un pedazo de alambre de 4m de largo para atar el plástico contra la boca del tanque.

Estiércol/agua, Alfalfa, u otra leguminosa forrajera picada en porción del 5% del peso total de la biomasa a digerirse.

f) Procedimiento para elaborar el Biol

- Recoja el estiércol, procurando no mezclarlo con tierra.
- Ponga el estiércol, la mitad del tanque, si es de origen bovino, la cuarta parte si es de cerdo o gallinaza.
- Agregue alfalfa u otra leguminosa picada al interior del tanque.
- Agregue el agua necesaria dejando un espacio de 20cm entre el agua y el filo del tanque.
- Coloque el pedazo del plástico en la boca del tanque y con una cuerda de nylon o un alambre átelo fuertemente procurando dejar el plástico abombado para que se colecte en dicho espacio de biogás.
- Pasados 38 días en la costa o entre 60 y 90 días en la sierra el Biol, está listo para extraerse. El Biol obtenido de esta manera debe filtrarse haciéndolo pasar por medio de cedazos filtros de alambre y tela, que son colocados y sostenidos en unos embudos hechos para tal fin. (V., Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos , 2012)

g) Ventajas y desventajas del biol

Ventajas:

- El biol no es tóxico y no contamina el medio ambiente por ser un abono que se obtiene de productos sanos y saludables.
- Tiene bajo costo de producción y no requiere inversión, se puede preparar en la chacra.
- Se logran incrementos de hasta el 30 % en la producción de los cultivos sin emplear fertilizantes químicos
- Es fácil de elaborar, pues no requiere de una receta determinada.
- Mejora el vigor de los cultivos, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima (sequías, heladas, granizadas).

- Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas (VERDE LOZANO, 2014)

Desventajas:

- 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 campaña agrícola.
- 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. (SOCIA, 2014)

h) Modo de acción

El biol se aplica preferentemente a las hojas y tallos mezclados con agua, el aplicarlo solo es muy fuerte y puede quemar las plantas. También puede aplicarse directamente al cuello de la raíz y al suelo. La proporción de biol en relación al agua va del 5% al 25%.

Para una mochila de 15 litros se puede usar desde 1 hasta 3 litros de biol aproximadamente; dependerá del tipo de cultivo, su estado de crecimiento y de la época de aplicación (ver cuadro N° 4). Se usa una mochila fumigadora y de preferencia en las primeras horas de la mañana o en la tarde. (SOCIA, 2014)

Cuadro 4: Dosis de biol recomendadas para la aplicación

| Cultivo | Dosis para mochila de 15 litros (litros) | Agua (litros) | Intervalo de aplicación (días) |
|--|--|---------------|--------------------------------|
| Frutales <i>Durazno, ciruelos, otros.</i> | 2 a 3 | 13 a 12 | 10 a 15 |
| Leguminosas <i>Haba, arveja, alfalfa, otros.</i> | 1.5 a 2 | 13.5 a 13 | 15 |
| Tubérculos <i>Papa, olluco, oca, otros.</i> | 2 a 3 | 13 a 12 | 10 a 15 |
| Hortalizas <i>Zanahoria, cebolla, rábano, otros.</i> | 1.5 | 13.5 | 10 |
| Cereales <i>Trigo, cebada, avena, otros</i> | 3 | 12 | 15 |
| Maíz | 2 | 13 | 10 |

Fuente: Preparación de biol, 2014

2.4.2 Lixiviado

a) Compostaje (José William Penagos Vargas, 2011)

El compostaje es un proceso natural y biooxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos sin que cause fenómenos adversos.

b) Lixiviado de materia orgánica

Los cambios que se producen en la calidad del lixiviado durante el proceso de estabilización son usados para interpretaciones didácticas y

operacionales de la descripción de las fases de estabilización. La fase de ajuste inicial, transición, formación de ácidos, fermentación y maduración final es identificada y descrita en términos de parámetros físicos, químicos y biológicos que se reportan comúnmente en la literatura. La composición química de los lixiviados variará mucho según la antigüedad del relleno sanitario y la historia previa al momento del muestreo. Por ejemplo, si se recoge una muestra de los lixiviados durante la fase acida de la descomposición, el pH será bajo y las concentraciones de DBO5, COT, DQO, nutrientes y metales pesados serán altos. Por otro lado si se recoge una muestra durante la fase de fermentación del metano el pH estará en el rango de 6.5 a 7.5 y los valores de concentración de DBO5, COT, DQO y de los nutrientes serán significativamente más bajos. (BERMEO, 2009)

c) Características Físico Químicas de los lixiviados

En las distintas etapas del proceso se genera un lixiviado cuyas características varía a medida que el proceso avanza. Características físicas y químicas, tales como el color, la textura, el contenido de elementos como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, entre otras (BERMEO, 2009)

Cuadro 5: Parámetros físicos, químicos de los lixiviados

| FISICOS | CONSTITUYENTES | CONSTITUYENTES | BIOLÓGICOS |
|----------------------------------|--|--|---|
| | ORGANICOS | INORGANICOS | |
| Aspecto | Químicos Orgánicos | Sólidos en suspensión (SS), sólidos totales disueltos (STD) | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) |
| pH | Fenoles | Sólidos Volátiles en Suspensión (SVS), Sólidos Volátiles Disueltos (SVD) | Bacterias coniformes (total, fecal, fecal estreptococo) |
| Potencial de reducción oxidación | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | Cloruros | Recuento sobre placas estándar |
| Conductividad | Carbono orgánico total | Sulfatos | |
| Color | Ácidos volátiles | Fosfatos | |
| Turbiedad | Taninos, Ligninas | Alcalinidad y acidez | |
| Temperatura | N-Orgánico | N-Nitrato | |
| Olor | Solubles en éter | N-Nitrito | |
| | Sustancias activas al azul de metileno | N-Amónico | |
| | Grupos funcionales orgánicos según seas requeridos | Sodio | |
| | Hidrocarburos clorados | Potasio, Calcio, Magnesio, Dureza | |
| | | Metales pesados (Pb, Ni, Cr, Zn, Cd, Fe, Mn, Hg, Ba, Ag) | |
| | | Arsénico, Cianuro, Fluor, Selenio. | |

d) Calidad del Lixiviado

Los lixiviados en el relleno arrastran a su paso material disuelto, en suspensión, fijo o volátil, lo que provoca que tengan elevadas cargas orgánicas y un color que varía desde café-pardo-grisáceo cuando están frescos hasta un color negro viscoso cuando envejecen. Se reportan concentraciones tan elevadas como 60,000 mg/l de DQO. Los lixiviados también poseen elevadas concentraciones de sales inorgánicas (cloruro de sodio y carbonatos) y de metales pesados. Varios estudios indican que el carbono orgánico en forma coloidal tiene el potencial de adsorber altas

concentraciones de metales en su superficie, por lo que actúan como transporte de metales traza en los lixiviados (BERMEO, 2009)

Cuadro 6: Componentes de un lixiviado

| Componentes | Rango (mg/l) |
|-----------------------------|--------------|
| Cloruros | 100 - 400 |
| Cobre | 0 - 9 |
| Fierro | 50 - 600 |
| Flúor | 0 - 1 |
| Cadmio | 0 - 17 |
| Cromo (VI) | 2 |
| Plomo | 2 |
| Sodio | 200 - 2000 |
| Sulfatos | 100 - 1500 |
| Nitratos | 5 - 40 |
| Dureza (CaCO ₃) | 300 - 10000 |
| DBO | 2000 - 30000 |
| DQO | 3000 - 45000 |
| pH | 5.3 - 8.5 |

Fuente: <http://www.ortunecity.es/expertos/profesor/1/1/residuos.html>

2.4.3 Lactosuero

Tiene la función de reavivar el biol preparado de la misma forma que lo hace la melaza, aporta vitaminas, proteínas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biol, al mismo tiempo permite la reproducción de la microbiología de la fermentación (Restrepo, 2007). El suero es un derivado de la leche, que posee propiedades hormonales y fungistáticas, es buen descomponedor de materia orgánica (Huyata, 2006).

El suero es un subproducto del proceso de elaboración del queso, en donde al cuajar la leche, se separa la caseína de la grasa, obteniéndose una fase acuosa, la cual recibe el nombre de suero o lactosuero. Este subproducto como se observa en el cuadro 7, contiene el 83% del alimento que contiene la leche entera, en sustancias solubles como lactosa, proteínas, sales minerales y grasa, además de la mayor parte del agua contenida en la leche

entera (Obregón et al., 2000; Mazariegos y Colindres, 2002) (ALPIZAR, 2010).

Cuadro 7: Composición mineral de lactosuero. En mg/l

| N* | P | K | Ca | Mg | Mn | B | Zn | Mo | S |
|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 825 | 299 | 1308 | 328 | 22.2 | 5.75 | 1.82 | 0.95 | 2.76 | 389 |

Tomado de Obregón et al 2000. * Nitrógeno Total (Kjeldahl)

El lactosuero es utilizado como un nutriente en aplicaciones foliares, así como en la elaboración de abonos orgánicos fermentados; como fuente de grasas, vitaminas, proteínas, aminoácidos y de microorganismos presentes en el mismo entre los que se pueden encontrar los citados en el cuadro 8. Siendo utilizados principalmente los lácticos (Restrepo 1998; Mazariegos y Colindres, 2002). Estos compuestos pueden tener efecto contra plagas y enfermedades, por ejemplo, en el caso de *Erwinia* sp. Se ha observado un efecto bacteriostático por la producción natural de antibióticos del tipo nisina por microorganismos presentes en el suero, principalmente *Streptococcus lactis* descrito por Alifax y Chevalier (1962) citado por Obregón y colaboradores (2000); así como a su bajo pH (5.5), como lo menciona Alais (1993), citado por el mismo autor. HEREDIA, COSTA RICA.

Cuadro 8: Composición microbiológica del Lactosuero

| Microorganismo | Cantidades | Unidad |
|--|----------------------|--------|
| <i>Lactobacillus bulgaricus</i> | 1 x 10 ⁶ | UFC/ml |
| Levaduras diferentes | 21 x 10 ³ | UFC/ml |
| <i>Streptococcus lactis</i> | 3 x 10 ⁶ | UFC/ml |
| <i>Lactobacillus casei</i> | 2 x 10 ⁶ | UFC/ml |
| <i>Streptococcus thermophilus</i> | 3 x 10 ⁶ | UFC/ml |
| <i>Penicillium</i> sp | 2 x 10 ³ | UFC/ml |
| <i>Rhizopus</i> sp | 6 x 10 ³ | UFC/ml |
| <i>Oidium lactis</i> (conteo microscópico) | 3 x 10 ³ | UFC/ml |
| <i>Mucor</i> sp | 1 x 10 ³ | UFC/ml |
| <i>Asperigillus</i> sp | 2 x 10 ³ | UFC/ml |

Tomado de Obregón et al 2000.

2.4.4 Principales Microorganismos en EM y su Acción

El EM es un cóctel líquido que contiene más de 80 Microorganismos benéficos de origen natural. A continuación, se describen algunos de los principales tipos de microorganismos presentes en el EM y su acción.

a) Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp*)

Las bacterias fotosintéticas o fototrópicas son un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes.

Estas bacterias sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

b) Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*)

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Desde tiempos antiguos, muchos alimentos y bebidas como el yogurt y los pepinillos son producidos usando bacterias ácido lácticas.

Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades como *Fusarium*, los cuales aparecen en sistemas de producción continua. Bajo circunstancias normales, las especies como *Fusarium* debilitan las plantas cultivadas, exponiéndolas a enfermedades y a poblaciones crecientes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y diseminación de *Fusarium*, mejorando así el medio ambiente para el crecimiento de cultivos.

c) Levaduras (*Saccharomyces spp*)

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y

azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas.

CAPÍTULO III

3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1. Metodología

3.1.1 Método

3.1.1.1 Ubicación del Lugar de Muestreo

El trabajo de investigación se realizó en el Distrito de Concepción, Provincia de Concepción, Región Junín, en el Centro Ecoturístico de Protección Ambiental Santa Cruz - CEPASC propiedad de la Municipalidad Provincial de Concepción ubicado a 14 km de la ciudad de Concepción, a una altura promedio 3350 m.s.n.m a una temperatura promedio de 15 °C.

3.1.1.2 Ubicación Geográfica

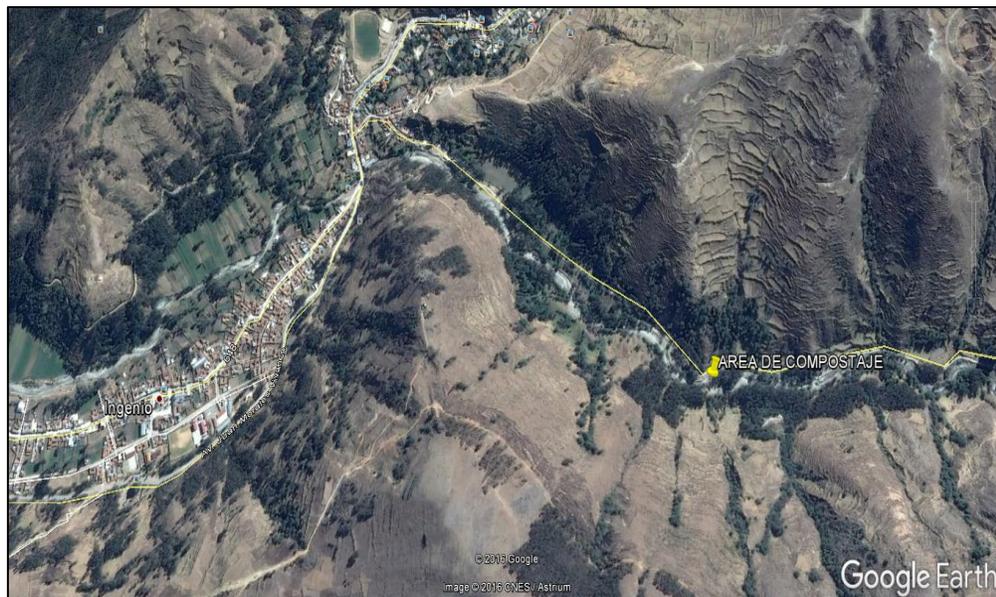
Región : Quechua y Suni

Longitud Oeste : 75° 18' 33"

Latitud Sur : 11° 54' 59"

Altitud : 3,524 m.s.n.m.

Ilustración 1: Ubicación del CEPASC - Concepción



Fuente: Google Earth.

3.1.1.3 Materiales y Equipos

a) Equipos:

- 1 balanza de 5 kg (balanzas de mano)
- 1 balanza de 25 Kg
- 1 cámara fotográfica
- 1 pehachímetro
- Termómetro Digital

b) Materiales

- 48 envases de 1L
- 05 baldes de 20L
- Botellas de plástico para muestras

c) Insumos

- Solución EM comercial
- Muestras de lactosuero

- Lixiviado de materia orgánica domiciliaria
- Agua
- Estiércol vacuno
- Solución buffer (calibración del pehachímetro)

d) Equipo de Protección personal:

- 1 caja de guantes quirúrgicos.
- 3 pares de guantes de cuero liviano
- 1 caja de mascarillas.

3.1.1.4 Procedimiento para la ejecución del Trabajo de Investigación

a) Procedimiento para la obtención de la materia prima para la elaboración del Biol

Paso 1: Obtención del Lixiviado

- ✓ Se ha elaborado una ruma de 500 kilos, esta ruma contiene materia orgánica de residuos sólidos domiciliarios de 375 kilos que es un 75% y 125 kilos de estiércol vacuno que equivale al 25% (la caracterización se adjunta en el Anexo 01).
- ✓ La producción de lixiviado se ha realizado en 35 días que fue desde el 06 de noviembre al 10 de diciembre del 2017.
- ✓ La muestra de lixiviado se almacenó un total de 50 L.

Paso 2: Obtención del Lactosuero dulce

- ✓ La empresa Sierra Verde ubicado en la ciudad de Concepción, elabora queso de manera artesanal, previa coordinación se solicitó 50 L de muestra el día 10 de diciembre.

Paso 3: Obtención de la melaza y chancaca

- ✓ La melaza fue proporcionada por la Municipalidad Provincial de Concepción, este insumo es elaborado para la obtención de compost.
- ✓ La chancaca fue comprada en la feria local.
- ✓ Se tomó una muestra de 45 litros de melaza y se le adiciono 5 kilos de chancaca, la misma que fue mezclada obteniéndose aproximadamente 50 L.

Paso 4:

- ✓ Se realizó la mezcla de 5 botellas de 1L de solución de microorganismos eficaces en 45 litros de agua.

b) Procedimiento para la obtención de los 48 biofermentados

- ✓ Teniendo 50 L aproximadamente de 04 insumos que son: Lactosuero, bacterias acidolácticas, Chancaca + Melaza y Lixiviado + estiércol, se realizó las siguientes mezclas que se indican a continuación.
- ✓ Para la preparación de estas muestras se utilizaron probetas de plástico de 50 ml y de vidrio de 20 ml, donde se siguió la dosis que se indica en el cuadro 9.
- ✓ Luego estas muestras se acondicionaron en un área del CEPASC debidamente rotuladas, donde el parámetro a medir fue el pH.

Cuadro 9: Preparación de los 48 biofermentados

| N° | LACTO SUERO | BACTERIAS ACIDO LACTICAS | CHANCACA-MELAZA ml | LIXIVIADO ml |
|----|-------------|--------------------------|--------------------|--------------|
| | MI | MI | | |
| 1 | 200 | 0 | 0 | 800 |
| 2 | 200 | 0 | 50 | 750 |
| 3 | 200 | 0 | 100 | 700 |
| 4 | 200 | 0 | 200 | 600 |
| 5 | 200 | 50 | 0 | 750 |
| 6 | 200 | 50 | 50 | 700 |
| 7 | 200 | 50 | 100 | 650 |
| 8 | 200 | 50 | 200 | 550 |
| 9 | 200 | 150 | 0 | 650 |
| 10 | 200 | 150 | 50 | 600 |
| 11 | 200 | 150 | 100 | 550 |
| 12 | 200 | 150 | 200 | 450 |
| 13 | 200 | 200 | 0 | 600 |
| 14 | 200 | 200 | 50 | 550 |
| 15 | 200 | 200 | 100 | 500 |
| 16 | 200 | 200 | 200 | 400 |
| 17 | 350 | 0 | 0 | 650 |
| 18 | 350 | 0 | 50 | 600 |
| 19 | 350 | 0 | 100 | 550 |
| 20 | 350 | 0 | 200 | 450 |
| 21 | 350 | 50 | 0 | 600 |
| 22 | 350 | 50 | 50 | 550 |
| 23 | 350 | 50 | 100 | 500 |
| 24 | 350 | 50 | 200 | 400 |
| 25 | 350 | 150 | 0 | 500 |
| 26 | 350 | 150 | 50 | 450 |
| 27 | 350 | 150 | 100 | 400 |
| 28 | 350 | 150 | 200 | 300 |
| 29 | 350 | 200 | 0 | 450 |
| 30 | 350 | 200 | 50 | 400 |
| 31 | 350 | 200 | 100 | 350 |
| 32 | 350 | 200 | 200 | 250 |
| 33 | 500 | 0 | 0 | 500 |
| 34 | 500 | 0 | 50 | 450 |
| 35 | 500 | 0 | 100 | 400 |
| 36 | 500 | 0 | 200 | 300 |
| 37 | 500 | 50 | 0 | 450 |
| 38 | 500 | 50 | 50 | 400 |
| 39 | 500 | 50 | 100 | 350 |
| 40 | 500 | 50 | 200 | 250 |
| 41 | 500 | 150 | 0 | 350 |
| 42 | 500 | 150 | 50 | 300 |
| 43 | 500 | 150 | 100 | 250 |
| 44 | 500 | 150 | 200 | 150 |
| 45 | 500 | 200 | 0 | 300 |
| 46 | 500 | 200 | 50 | 250 |
| 47 | 500 | 200 | 100 | 200 |
| 48 | 500 | 200 | 200 | 100 |

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.5 Tipo de la Investigación

El tipo de investigación utilizado es experimental y aplicada, donde se evaluó el pH para la obtención de un Biol de calidad utilizando dos residuos líquidos provenientes de la industria láctea y lixiviada orgánica.

3.1.1.6 Nivel de la Investigación

El nivel es correlacional y explicativo

3.2. Diseño de la Investigación.

El diseño a utilizar en el presente trabajo de investigación es: diseño factorial con tres factores sin replica.

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + u_{ijk}$$

| FACTORES | NIVELES | VALORES |
|--|---------|--------------|
| τ_i : LACTOSUERO DULCE (%) | 3 | 20, 35, 50 |
| β_j : BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (%) | 4 | 0, 5, 15, 20 |
| γ_k : CHANCACA-MELAZA (%) | 4 | 0, 5, 10, 20 |

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Hipótesis de la Investigación

3.3.1 Hipótesis General

El abono fermentado-biol elaborado a partir del residuo líquido proveniente de la industria quesera (lactosuero dulce) cumple con los estándares de calidad para ser usado como abono orgánico.

3.3.2 Hipótesis Específicas

- La caracterización fisicoquímica del abono orgánico fermentado-BIOL, elaborado a partir del residuo de la industria quesera (lactosuero dulce) de la provincia de Concepción, es apta para la agricultura.
- El abono orgánico fermentado-BIOL elaborado a partir del residuo de la industria quesera (lactosuero dulce), cumple con los límites máximos mencionados por la Organización Mundial de la Salud, la cual menciona que el líquido utilizado como riego sea menor a 1000 NMP/100 ml.
- EL abono orgánico fermentado-BIOL, elaborado a partir del residuo de la industria quesera (lactosuero dulce) tiene un número de parásitos y helmintos igual a 0 Org/L, que le permite cumplir con los límites mencionados en los Estándares de Calidad de Agua (ECA).
- Los porcentajes de lactosuero, bacterias acidolácticas y chancaca con melaza influyen significativamente en el descenso del pH para garantizar la fermentación de la elaboración del BIOL.

3.4. Variables

3.4.1 Variable Independiente

- ✓ % Lactosuero (ml)
- ✓ % Microorganismos Eficaces (ml)
- ✓ % Chancaca y melaza (ml)

3.4.2 Variable Interviniente

- ✓ Lixiviado y estiércol (ml)

3.4.3 Variable Dependiente

✓ pH de la Calidad de Biol

3.5. Cobertura del Estudio

3.5.1 Universo

El universo es el biol elaborado con lactosuero y lixiviado de materia orgánica.

3.5.2 Población

El biol elaborado con lactosuero y lixiviado de materia orgánica del distrito de Concepción – Junín.

3.5.3 Muestra

La muestra que se utilizaron en las pruebas experimentales fue lactosuero (20, 35 y 50 ml) y las bacterias ácido lácticas y chancaca con melaza (0, 5, 10, 20 ml)

3.5.4 Muestreo

El muestreo realizado de los insumos fue aleatorio.

3.6. Técnicas e Instrumentos

3.6.1 Técnicas de la Investigación.

Las técnicas utilizadas en la investigación se basaron en los trabajos realizados en papers, monitoreo y análisis de datos.

3.6.2 Instrumentos de la Investigación.

Los instrumentos de investigación fueron los reportes de los procesos experimentados por el laboratorio correspondiente, los resúmenes de los trabajos de investigación, los reportes de campo.

3.7. Procesamiento estadístico de la información.

3.7.1 Estadísticos.

Se utilizó un software estadístico denominado Minitab, para los análisis de medidas de tendencia central y de dispersión.

3.7.2 Representación.

Las representaciones de la parte experimental se dieron por medio de reportes de laboratorios y gráficas o representaciones en Excel, las relaciones de variables mediante ecuaciones y los análisis estadísticos según el software estadístico desarrollado.

3.7.3 Técnica de comprobación de la hipótesis.

Para el trabajo de investigación se utilizó el Análisis de varianza mediante una ANOVA de Fisher.

CAPITULO IV

4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados

Se analizaron 48 biofermentos basados en la combinación de 3 niveles de lactosuero (20%, 35% y 50%), 4 niveles de una solución de bacterias ácido lácticas para el fermento (0%, 5%, 15 % y 20%) y 4 niveles de melaza (0%, 5%, 10%, y 20% de cada uno). Considerando mezclas de 1.00 Kg por envase.

Cabe recalcar que las cantidades de lixiviado y excremento vacuno usado en cada envase fue determinado por diferencia porcentual proporcional. Se fermentó en un ambiente controlado que fluctúa de 20-25°.

Cuadro 10: Análisis de pH de los 48 bio - fermentados

| N° | LACTO SUERO (%) | BAC ÁCÍ (%) | CHANCACA-MELAZA (%) | LIXIVIADO (%) | pH 0 día | pH 1 día | pH 2 día | pH 3 día | pH 4 día | pH 5 día | pH 6 día |
|----|-----------------|-------------|---------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 20 | 0 | 0 | 80 | 6.25 | 5.54 | 4.92 | 4.56 | 4.44 | 4.27 | 4.10 |
| 2 | 20 | 0 | 5 | 75 | 6.22 | 5.53 | 4.91 | 4.49 | 4.27 | 4.17 | 3.87 |
| 3 | 20 | 0 | 10 | 70 | 6.14 | 5.44 | 4.83 | 4.47 | 4.23 | 3.95 | 3.83 |
| 4 | 20 | 0 | 20 | 60 | 6.08 | 5.4 | 4.82 | 4.44 | 4.14 | 3.87 | 3.80 |
| 5 | 20 | 5 | 0 | 75 | 6.18 | 5.47 | 4.87 | 4.53 | 4.37 | 4.13 | 3.83 |
| 6 | 20 | 5 | 5 | 70 | 6.10 | 5.39 | 4.79 | 4.43 | 4.20 | 3.90 | 3.82 |
| 7 | 20 | 5 | 10 | 65 | 5.90 | 5.22 | 4.62 | 4.26 | 4.05 | 3.88 | 3.77 |
| 8 | 20 | 5 | 20 | 55 | 5.83 | 5.10 | 4.50 | 4.15 | 3.96 | 3.72 | 3.62 |
| 9 | 20 | 15 | 0 | 65 | 6.11 | 5.42 | 4.85 | 4.5 | 4.30 | 4.01 | 3.71 |
| 10 | 20 | 15 | 5 | 60 | 6.02 | 5.32 | 4.75 | 4.40 | 4.21 | 3.86 | 3.68 |
| 11 | 20 | 15 | 10 | 55 | 5.80 | 5.16 | 4.57 | 4.20 | 4.02 | 3.73 | 3.55 |
| 12 | 20 | 15 | 20 | 45 | 5.76 | 5.07 | 4.46 | 4.07 | 3.87 | 3.68 | 3.60 |
| 13 | 20 | 20 | 0 | 60 | 6.06 | 5.35 | 4.74 | 4.38 | 4.17 | 3.90 | 3.69 |
| 14 | 20 | 20 | 5 | 55 | 5.96 | 5.27 | 4.68 | 4.31 | 4.14 | 3.81 | 3.60 |
| 15 | 20 | 20 | 10 | 50 | 5.62 | 5.15 | 4.54 | 4.19 | 3.98 | 3.61 | 3.52 |
| 16 | 20 | 20 | 20 | 40 | 5.55 | 4.86 | 4.23 | 3.88 | 3.78 | 3.51 | 3.48 |
| 17 | 35 | 0 | 0 | 65 | 6.30 | 5.61 | 5.01 | 4.66 | 4.46 | 4.29 | 4.21 |
| 18 | 35 | 0 | 5 | 60 | 6.24 | 5.52 | 4.93 | 4.57 | 4.30 | 4.23 | 3.92 |
| 19 | 35 | 0 | 10 | 55 | 6.18 | 5.48 | 4.88 | 4.50 | 4.29 | 4.02 | 3.84 |
| 20 | 35 | 0 | 20 | 45 | 6.10 | 5.42 | 4.86 | 4.50 | 4.32 | 4.08 | 3.86 |
| 21 | 35 | 5 | 0 | 60 | 6.23 | 5.52 | 4.91 | 4.57 | 4.36 | 4.09 | 3.88 |
| 22 | 35 | 5 | 5 | 55 | 6.20 | 5.50 | 4.90 | 4.54 | 4.29 | 4.20 | 3.74 |
| 23 | 35 | 5 | 10 | 50 | 6.02 | 5.32 | 4.73 | 4.38 | 4.20 | 3.91 | 3.73 |
| 24 | 35 | 5 | 20 | 40 | 5.96 | 5.23 | 4.62 | 4.23 | 4.03 | 3.72 | 3.70 |
| 25 | 35 | 15 | 0 | 50 | 6.12 | 5.44 | 4.83 | 4.46 | 4.28 | 4.07 | 3.74 |
| 26 | 35 | 15 | 5 | 45 | 6.05 | 5.38 | 4.79 | 4.44 | 4.23 | 3.91 | 3.69 |
| 27 | 35 | 15 | 10 | 40 | 6.06 | 5.33 | 4.72 | 4.35 | 4.16 | 3.80 | 3.64 |
| 28 | 35 | 15 | 20 | 30 | 5.80 | 5.11 | 4.51 | 4.16 | 3.91 | 3.68 | 3.65 |
| 29 | 35 | 20 | 0 | 45 | 6.16 | 5.46 | 4.86 | 4.51 | 4.36 | 4.01 | 3.72 |
| 30 | 35 | 20 | 5 | 40 | 5.97 | 5.32 | 4.71 | 4.38 | 4.18 | 3.87 | 3.61 |
| 31 | 35 | 20 | 10 | 35 | 5.70 | 5.00 | 4.45 | 4.10 | 3.92 | 3.60 | 3.46 |
| 32 | 35 | 20 | 20 | 25 | 5.65 | 4.92 | 4.34 | 3.97 | 3.70 | 3.40 | 3.49 |
| 33 | 50 | 0 | 0 | 50 | 6.46 | 5.78 | 5.16 | 4.80 | 4.60 | 4.33 | 4.50 |
| 34 | 50 | 0 | 5 | 45 | 6.35 | 5.60 | 5.00 | 4.66 | 4.56 | 4.29 | 3.98 |
| 35 | 50 | 0 | 10 | 40 | 6.20 | 5.51 | 4.92 | 4.56 | 4.36 | 4.05 | 3.96 |
| 36 | 50 | 0 | 20 | 30 | 6.13 | 5.44 | 4.86 | 4.52 | 4.3 | 4.03 | 3.92 |
| 37 | 50 | 5 | 0 | 45 | 6.25 | 5.53 | 4.92 | 4.58 | 4.51 | 4.20 | 3.95 |
| 38 | 50 | 5 | 5 | 40 | 6.27 | 5.58 | 4.97 | 4.62 | 4.42 | 4.18 | 3.93 |
| 39 | 50 | 5 | 10 | 35 | 6.16 | 5.45 | 4.85 | 4.53 | 4.36 | 4.01 | 3.85 |
| 40 | 50 | 5 | 20 | 25 | 6.10 | 5.42 | 4.80 | 4.46 | 4.26 | 3.95 | 3.83 |
| 41 | 50 | 15 | 0 | 35 | 6.14 | 5.46 | 4.85 | 4.61 | 4.41 | 4.11 | 3.76 |
| 42 | 50 | 15 | 5 | 30 | 6.12 | 5.41 | 4.86 | 4.50 | 4.30 | 4.13 | 3.77 |
| 43 | 50 | 15 | 10 | 25 | 6.08 | 5.37 | 4.73 | 4.36 | 4.16 | 3.89 | 3.76 |
| 44 | 50 | 15 | 20 | 15 | 5.93 | 5.26 | 4.67 | 4.32 | 4.22 | 3.90 | 3.70 |
| 45 | 50 | 20 | 0 | 30 | 6.10 | 5.40 | 4.80 | 4.44 | 4.23 | 3.96 | 3.62 |
| 46 | 50 | 20 | 5 | 25 | 5.99 | 5.30 | 4.77 | 4.42 | 4.20 | 3.93 | 3.65 |
| 47 | 50 | 20 | 10 | 20 | 5.87 | 5.16 | 4.56 | 4.21 | 4.10 | 3.73 | 3.58 |
| 48 | 50 | 20 | 20 | 10 | 5.79 | 5.09 | 4.49 | 4.14 | 3.82 | 3.55 | 3.53 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Discusión de resultados

1. El Análisis Descriptivo que se muestra en el Cuadro 11, se indica que el tratamiento 32 que tiene 35% de lactosuero, 20% de bacterias, 20% de chancaca y melaza y 25% de lixiviado más estiércol tiene el mayor Coeficiente de Variación que es de 18.15%, esto se debe al contar con mayor cantidad de bacterias acidolácticas que se encuentran en la solución de microorganismos eficaces (EM) y aquellas que se encuentran en el lactosuero ayudan a acidificar el abono orgánico, esto nos permitirá controlar los patógenos, coliformes y otros parámetros; asimismo la mezcla de chancaca y melaza favorece la multiplicación de la actividad microbiológica.

Lo contrario se observa con el tratamiento 33, donde solo se considera el 50% de lixiviado + estiércol y el 50% de lactosuero, donde el Coeficiente de variación es 14.1, el menor de todos los tratamientos, esto se debe a la ausencia de las bacterias acidolácticas y de un catalizador que favorezca la actividad microbiana.

2. Los resultados del pH se han obtenido en 6 días, en todos los tratamientos el pH es ácido entre 3 y 4.5, esto es favorable para garantizar la ausencia de patógenos.

3. Cabe destacar que las muestras se han desarrollado en un área acondicionada como invernadero, donde la temperatura es de 20 a 25%, esto favorece a la actividad microbiana.

Cuadro 11: Análisis descriptivo de los tratamientos

| N° | LACTO SUERO (%) | BAC ÁCÍ (%) | CHANCACA MELAZA (%) | LIXIVIADO (%) | pH 0 día | pH 1 día | pH 2 día | pH 3 día | pH 4 día | pH 5 día | pH 6 día | Prom | Des. Est. | C. V |
|----|-----------------|-------------|---------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|-----------|-------|
| 1 | 20 | 0 | 0 | 80 | 6.25 | 5.54 | 4.92 | 4.56 | 4.44 | 4.27 | 4.10 | 4.87 | 0.72 | 14.71 |
| 2 | 20 | 0 | 5 | 75 | 6.22 | 5.53 | 4.91 | 4.49 | 4.27 | 4.17 | 3.87 | 4.78 | 0.77 | 16.20 |
| 3 | 20 | 0 | 10 | 70 | 6.14 | 5.44 | 4.83 | 4.47 | 4.23 | 3.95 | 3.83 | 4.70 | 0.78 | 16.55 |
| 4 | 20 | 0 | 20 | 60 | 6.08 | 5.40 | 4.82 | 4.44 | 4.14 | 3.87 | 3.80 | 4.65 | 0.78 | 16.80 |
| 5 | 20 | 5 | 0 | 75 | 6.18 | 5.47 | 4.87 | 4.53 | 4.37 | 4.13 | 3.83 | 4.77 | 0.76 | 15.85 |
| 6 | 20 | 5 | 5 | 70 | 6.1 | 5.39 | 4.79 | 4.43 | 4.20 | 3.90 | 3.82 | 4.66 | 0.77 | 16.56 |
| 7 | 20 | 5 | 10 | 65 | 5.9 | 5.22 | 4.62 | 4.26 | 4.05 | 3.88 | 3.77 | 4.53 | 0.72 | 15.98 |
| 8 | 20 | 5 | 20 | 55 | 5.83 | 5.10 | 4.50 | 4.15 | 3.96 | 3.72 | 3.62 | 4.41 | 0.74 | 16.86 |
| 9 | 20 | 15 | 0 | 65 | 6.11 | 5.42 | 4.85 | 4.50 | 4.30 | 4.01 | 3.71 | 4.70 | 0.77 | 16.45 |
| 10 | 20 | 15 | 5 | 60 | 6.02 | 5.32 | 4.75 | 4.40 | 4.21 | 3.86 | 3.68 | 4.61 | 0.77 | 16.70 |
| 11 | 20 | 15 | 10 | 55 | 5.8 | 5.16 | 4.57 | 4.20 | 4.02 | 3.73 | 3.55 | 4.43 | 0.75 | 16.87 |
| 12 | 20 | 15 | 20 | 45 | 5.76 | 5.07 | 4.46 | 4.07 | 3.87 | 3.68 | 3.60 | 4.36 | 0.74 | 16.99 |
| 13 | 20 | 20 | 0 | 60 | 6.06 | 5.35 | 4.74 | 4.38 | 4.17 | 3.90 | 3.69 | 4.61 | 0.78 | 16.92 |
| 14 | 20 | 20 | 5 | 55 | 5.96 | 5.27 | 4.68 | 4.31 | 4.14 | 3.81 | 3.60 | 4.54 | 0.77 | 17.06 |
| 15 | 20 | 20 | 10 | 50 | 5.62 | 5.15 | 4.54 | 4.19 | 3.98 | 3.61 | 3.52 | 4.37 | 0.73 | 16.59 |
| 16 | 20 | 20 | 20 | 40 | 5.55 | 4.86 | 4.23 | 3.88 | 3.78 | 3.51 | 3.48 | 4.18 | 0.71 | 16.97 |
| 17 | 35 | 0 | 0 | 65 | 6.3 | 5.61 | 5.01 | 4.66 | 4.46 | 4.29 | 4.21 | 4.93 | 0.71 | 14.47 |
| 18 | 35 | 0 | 5 | 60 | 6.24 | 5.52 | 4.93 | 4.57 | 4.30 | 4.23 | 3.92 | 4.82 | 0.76 | 15.72 |
| 19 | 35 | 0 | 10 | 55 | 6.18 | 5.48 | 4.88 | 4.50 | 4.29 | 4.02 | 3.84 | 4.74 | 0.78 | 16.39 |
| 20 | 35 | 0 | 20 | 45 | 6.1 | 5.42 | 4.86 | 4.50 | 4.32 | 4.08 | 3.86 | 4.73 | 0.73 | 15.50 |
| 21 | 35 | 5 | 0 | 60 | 6.23 | 5.52 | 4.91 | 4.57 | 4.36 | 4.09 | 3.88 | 4.79 | 0.77 | 16.10 |
| 22 | 35 | 5 | 5 | 55 | 6.2 | 5.50 | 4.90 | 4.54 | 4.29 | 4.20 | 3.74 | 4.77 | 0.78 | 16.37 |
| 23 | 35 | 5 | 10 | 50 | 6.02 | 5.32 | 4.73 | 4.38 | 4.20 | 3.91 | 3.73 | 4.61 | 0.76 | 16.37 |
| 24 | 35 | 5 | 20 | 40 | 5.96 | 5.23 | 4.62 | 4.23 | 4.03 | 3.72 | 3.70 | 4.50 | 0.78 | 17.26 |
| 25 | 35 | 15 | 0 | 50 | 6.12 | 5.44 | 4.83 | 4.46 | 4.28 | 4.07 | 3.74 | 4.71 | 0.77 | 16.33 |
| 26 | 35 | 15 | 5 | 45 | 6.05 | 5.38 | 4.79 | 4.44 | 4.23 | 3.91 | 3.69 | 4.64 | 0.77 | 16.69 |
| 27 | 35 | 15 | 10 | 40 | 6.06 | 5.33 | 4.72 | 4.35 | 4.16 | 3.80 | 3.64 | 4.58 | 0.80 | 17.49 |
| 28 | 35 | 15 | 20 | 30 | 5.8 | 5.11 | 4.51 | 4.16 | 3.91 | 3.68 | 3.65 | 4.40 | 0.74 | 16.85 |
| 29 | 35 | 20 | 0 | 45 | 6.16 | 5.46 | 4.86 | 4.51 | 4.36 | 4.01 | 3.72 | 4.73 | 0.79 | 16.64 |
| 30 | 35 | 20 | 5 | 40 | 5.97 | 5.32 | 4.71 | 4.38 | 4.18 | 3.87 | 3.61 | 4.58 | 0.77 | 16.80 |
| 31 | 35 | 20 | 10 | 35 | 5.7 | 5.00 | 4.45 | 4.10 | 3.92 | 3.60 | 3.46 | 4.32 | 0.74 | 17.17 |
| 32 | 35 | 20 | 20 | 25 | 5.65 | 4.92 | 4.34 | 3.97 | 3.7 | 3.4 | 3.49 | 4.21 | 0.76 | 18.15 |
| 33 | 50 | 0 | 0 | 50 | 6.46 | 5.78 | 5.16 | 4.8 | 4.6 | 4.33 | 4.5 | 5.09 | 0.72 | 14.10 |
| 34 | 50 | 0 | 5 | 45 | 6.35 | 5.60 | 5.00 | 4.66 | 4.56 | 4.29 | 3.98 | 4.92 | 0.76 | 15.35 |
| 35 | 50 | 0 | 10 | 40 | 6.2 | 5.51 | 4.92 | 4.56 | 4.36 | 4.05 | 3.96 | 4.79 | 0.76 | 15.76 |
| 36 | 50 | 0 | 20 | 30 | 6.13 | 5.44 | 4.86 | 4.52 | 4.30 | 4.03 | 3.92 | 4.74 | 0.74 | 15.65 |
| 37 | 50 | 5 | 0 | 45 | 6.25 | 5.53 | 4.92 | 4.58 | 4.51 | 4.20 | 3.95 | 4.85 | 0.74 | 15.29 |
| 38 | 50 | 5 | 5 | 40 | 6.27 | 5.58 | 4.97 | 4.62 | 4.42 | 4.18 | 3.93 | 4.85 | 0.77 | 15.76 |
| 39 | 50 | 5 | 10 | 35 | 6.16 | 5.45 | 4.85 | 4.53 | 4.36 | 4.01 | 3.85 | 4.74 | 0.76 | 16.02 |
| 40 | 50 | 5 | 20 | 25 | 6.1 | 5.42 | 4.80 | 4.46 | 4.26 | 3.95 | 3.83 | 4.69 | 0.76 | 16.24 |
| 41 | 50 | 15 | 0 | 35 | 6.14 | 5.46 | 4.85 | 4.61 | 4.41 | 4.11 | 3.76 | 4.76 | 0.75 | 15.81 |
| 42 | 50 | 15 | 5 | 30 | 6.12 | 5.41 | 4.86 | 4.50 | 4.30 | 4.13 | 3.77 | 4.73 | 0.75 | 15.85 |
| 43 | 50 | 15 | 10 | 25 | 6.08 | 5.37 | 4.73 | 4.36 | 4.16 | 3.89 | 3.76 | 4.62 | 0.78 | 16.88 |
| 44 | 50 | 15 | 20 | 15 | 5.93 | 5.26 | 4.67 | 4.32 | 4.22 | 3.90 | 3.70 | 4.57 | 0.73 | 15.96 |
| 45 | 50 | 20 | 0 | 30 | 6.1 | 5.40 | 4.80 | 4.44 | 4.23 | 3.96 | 3.62 | 4.65 | 0.80 | 17.14 |
| 46 | 50 | 20 | 5 | 25 | 5.99 | 5.30 | 4.77 | 4.42 | 4.20 | 3.93 | 3.65 | 4.61 | 0.76 | 16.39 |
| 47 | 50 | 20 | 10 | 20 | 5.87 | 5.16 | 4.56 | 4.21 | 4.10 | 3.73 | 3.58 | 4.46 | 0.75 | 16.93 |
| 48 | 50 | 20 | 20 | 10 | 5.79 | 5.09 | 4.49 | 4.14 | 3.82 | 3.55 | 3.53 | 4.34 | 0.78 | 17.99 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1. Matriz de datos al sexto día de fermento del Biol

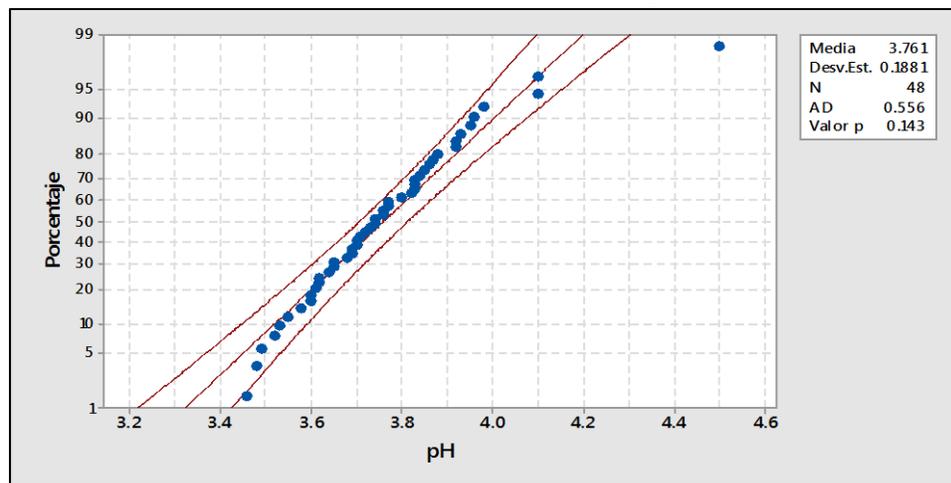
Cuadro 12: Matriz de resultados finales del pH con interacción de tres factores

| | | FACTOR A -% Lactosuero dulce (τ_i) | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 20 | | | | 35 | | | | 50 | | | |
| | | FACTOR B-% Bacterias ácido lácticas(β_j) | | | | | | | | | | | |
| | | 0 | 5 | 15 | 20 | 0 | 5 | 15 | 20 | 0 | 5 | 15 | 20 |
| ACTOR C-% Melaza, Chancaca () | 0 | 4.1 | 3.83 | 3.71 | 3.69 | 4.21 | 3.88 | 3.74 | 3.72 | 4.5 | 3.95 | 3.76 | 3.62 |
| | 5 | 3.87 | 3.82 | 3.68 | 3.6 | 3.92 | 3.74 | 3.69 | 3.61 | 3.98 | 3.93 | 3.77 | 3.65 |
| | 10 | 3.83 | 3.77 | 3.55 | 3.52 | 3.84 | 3.73 | 3.64 | 3.46 | 3.96 | 3.85 | 3.76 | 3.58 |
| | 20 | 3.8 | 3.62 | 3.6 | 3.48 | 3.86 | 3.7 | 3.65 | 3.49 | 3.92 | 3.83 | 3.7 | 3.53 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Análisis de distribución normal

Gráfica 1: Tendencia normal pH del biol



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica I se muestra la tendencia normal de los pH del biol al sexto día de tratamiento, esto se corrobora con el valor de p que es mayor a 0.05.

Esta distribución es un modelo matemático que permite determinar probabilidades de ocurrencia para distintos valores de los valores del pH del Biol.

4.2.3. ANOVA de tres factores para el pH

Al tratarse de un modelo del diseño experimental sin replicación, los contrastes sólo se pueden realizar si se supone que la interacción de tercer orden es cero (*Interacción $\tau \times \beta \times Y = 0n$*), es decir la interacción entre: el % de lactosuero dulce x % de B ácido lácticas x % Melaza = No ejercen cambios significativos en el pH del biol). En esta hipótesis $CM (\tau \times \beta \times Y) = CMR$ y los contrastes de cada uno de los factores de interacción comparan su cuadrado medio correspondiente con la varianza residual para construir el estadístico de contraste.

Con el ANOVA se determina el efecto del lactosuero (%), bacterias ácido lácticas (%) y Chancaca (%) utilizada con el lixiviado en la reducción del pH.

Se tomaron los datos de pH al 6 día, el descenso del mismo garantiza la ausencia de patógenos no deseados (Carrasco *et al*, 2002).

4.3. Contrastación de la hipótesis

4.3.1. Planteamiento de la hipótesis del ANOVA

- $H_0 (\tau)$: Los % de lactosuero dulce empleados, no ejercen cambios significativos en el descenso del pH.
 $H_a (\tau)$: Los % de lactosuero dulce empleados, sí ejercen cambios significativos en el descenso del pH.
- $H_0 (\beta)$: Los % de Bacterias ácido lácticas empleadas, no ejercen cambios significativos en el descenso del pH
 $H_a (\beta)$: Los % de Bacterias ácido lácticas empleados, sí ejercen cambios significativos en el descenso del pH
- $H_0 (Y)$: Los % de melaza empleados, no ejercen cambios significativos en el descenso del pH
 $H_a (Y)$: Los % de melazas empleados, si ejercen cambios significativos en el descenso del pH
- $H_0 (\tau \times \beta)$: Los % de lactosuero dulce y % de bacterias ácido lácticas empleados en conjunto, no ejercen cambios significativos en el descenso del pH
 $H_a (\tau \times \beta)$: Los % de lactosuero dulce y % de bacterias ácido lácticas empleados en conjunto, si ejercen cambios significativos en el descenso del pH
- $H_0 (\tau \times Y)$: Los % de lactosuero dulce y el % de melaza empleados en conjunto, no ejercen cambios significativos en el descenso del pH.
 $H_a (\tau \times Y)$: Los % de lactosuero dulce y el % de melaza empleados en conjunto, si ejercen cambios significativos en el descenso del pH
- $H_0 (\beta \times Y)$: Los % de bacterias ácido lácticas y los % de melazas empleados en conjunto, no ejercen cambios significativos en el descenso del pH.

Ha ($\beta \times Y$): Los % de bacterias ácido lácticas y los % de melazas empleados en conjunto, si ejercen cambios significativos en el descenso del pH.

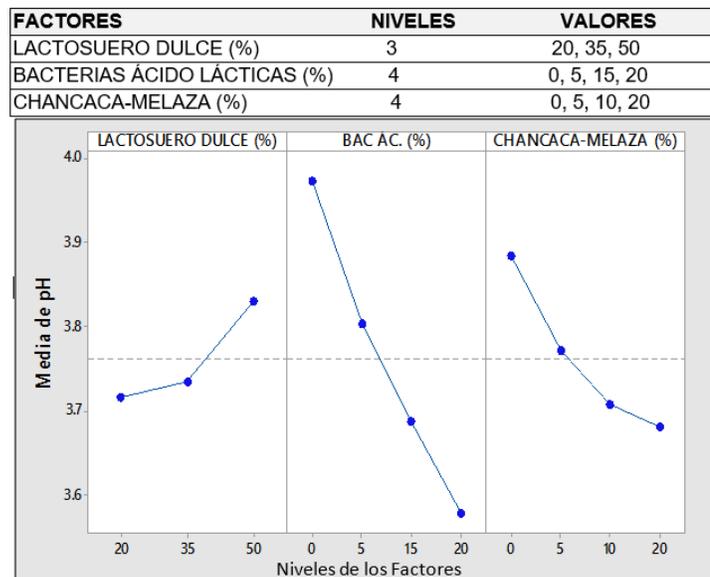
Cuadro 13: Tabla ANOVA para el pH al 95% de confiabilidad

| FACTOR DE VARIABILIDAD | Suma de cuadrados (S.C) | Grados de libertad (G.L) | Cuadrados Medios (C.M) | f cal | Probabilidad(p) | f tab | Significancia |
|--|-------------------------|--------------------------|------------------------|----------|-----------------|--------|---|
| Lactosuero (τ) | 0.1139 | 2 | 0.057 | 17.484 | 0.0001 | 3.5546 | Se rechaza la H0 (τ) |
| Bacterias (β) | 1.0724 | 3 | 0.3575 | 109.7196 | 0 | 3.1599 | Se rechaza la H0 (β) |
| Melaza (Y) | 0.3185 | 3 | 0.1062 | 32.5837 | 0 | 3.1599 | Se rechaza la H0 (Y) |
| Lactosuero X Bacterias ($\tau \times \beta$) | 0.0334 | 6 | 0.0056 | 1.7088 | 0.1763 | 2.6613 | Se acepta la H0 ($\tau \times \beta$) |
| Lactosuero X Melaza ($\tau \times Y$) | 0.0072 | 6 | 0.0012 | 0.366 | 0.891 | 2.6613 | Se acepta la H0 ($\tau \times Y$) |
| Bacteria X Melaza ($\beta \times Y$) | 0.1458 | 9 | 0.0162 | 4.9728 | 0.0019 | 2.4563 | Se Rechaza la H0 ($\beta \times Y$) |
| CMR | 0.0586 | 18 | 0.0033 | | | | |
| Total | 1.7499 | 47 | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia
Hay significancia si $P < 0.05$, es decir se rechaza la H0

4.3.2. Efectos de los Tratamientos

Gráfica 2: Grafica de efectos principales para el pH (Medias ajustadas)



Fuente: Elaboración Propia

Conclusión: El tratamiento más significativo es el tratamiento del 15 % de solución de bacterias ácido

Cuadro 16: Prueba de Tukey al 95% para el % Chancaca-Melaza

| (%) Chancaca-Melaza | N | Media | Agrupación |
|---------------------|----|--------|------------|
| 0 | 12 | 3.8833 | A |
| 5 | 12 | 3.7717 | A B |
| 10 | 12 | 3.7075 | A B |
| 20 | 12 | 3.6817 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración Propia

Conclusión General: El tratamiento más significativo es el tratamientos del 5%y 10% de chancaca–melaza

Conclusión General de la prueba de Tukey:

Se concluye que la mezcla óptima que presenta los mejores resultados es: Un 35 % de lactosuero, más un 15% de solución de bacterias ácido láctica, más un 10% de melaza y chancaca y más el 40 % de lixiviado. (Ver cuadro 15)

Respecto a la elección del % de lactosuero en la mejor mezcla de biol, la prueba de Tukey (cuadro 13) demuestra que los tres % de lactosuero son altamente significativos, por ello se toma la decisión de escoger el de 35% para poder tener una mezcla ideal con el lixiviado más excremento, y así aprovechar estos dos residuos en su mayor proporción.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar pruebas de crecimiento de plantas con el Biol obtenido para medir la toxicidad y si influye en la calidad de suelo.
- Se recomienda adecuar las bacterias acidolácticas, sobre todo en el lixiviado, debido a que controla los patógenos, siendo una manera natural de monitoreo.
- Se recomienda realizar un análisis de costos a fin de poder obtener

ANEXOS 01
CARACTERIZACION DE RSD

ANEXOS 02
REGISTRO FOTOGRAFICO

ANEXOS 03
ANALISIS REALIZADOS

ANEXOS 04
ESTANDAR DE CALIDAD DE AGUAS