

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE BIOL DE SEGUNDA  
GENERACIÓN PRODUCIDO MEDIANTE FERMENTACIÓN  
HOMOLÁCTICA DEL BIOL IG VACUNO”**

Presentado por:

**ELVIS HEDIM FLORES CALDERÓN**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Lima – Perú**

**2023**

---

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE BIOL DE SEGUNDA GENERACIÓN PRODUCIDO MEDIANTE FERMENTACIÓN HOMOLÁCTICA DEL BIOL IG VACUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[mirevistadigital.files.wordpress.com](http://mirevistadigital.files.wordpress.com)

Fuente de Internet

2%

2

[www.residuos-solidos.unalm.pe](http://www.residuos-solidos.unalm.pe)

Fuente de Internet

1%

3

[orcid.org](http://orcid.org)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.untels.edu.pe](http://repositorio.untels.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[creativecommons.org](http://creativecommons.org)

Fuente de Internet

1%

6

[repository.usta.edu.co](http://repository.usta.edu.co)

Fuente de Internet

1%

7

[tesis.pucp.edu.pe](http://tesis.pucp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

8

[revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe](http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE BIOL DE SEGUNDA  
GENERACIÓN PRODUCIDO MEDIANTE FERMENTACIÓN  
HOMOLÁCTICA DEL BIOL IG VACUNO”**

Presentado por:

**ELVIS HEDIM FLORES CALDERÓN**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado

---

Ph.D. Lizardo Visitación Figueroa  
PRESIDENTE

---

Dr. Elvito Fabian Villegas Silva  
MIEMBRO

---

Dra. Rosemary Vela Cardich  
MIEMBRO

---

Blgo. Juan Gabriel Juscamaita Morales  
ASESOR

---

Ing. Lawrence Enrique Quipuzco Ushñahua  
CO ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mi familia y amigos por los ánimos, buenos deseos, que me ayudaron a culminar  
con éxito el presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi querida alma mater Universidad Nacional Agraria La Molina por ser tan hermosa y acogedora.

Al biólogo Juan Juscamaita Morales por su apoyo intelectual, y permitirme el uso de los equipos del Laboratorio de Biotecnología Ambiental-Biorremediación del Departamento de Biología.

Al Ing. Lawrence Quipuzco Usñahua por el tiempo y los consejos compartidos durante el desarrollo de trabajo de campo y por permitir el uso del Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

A la Red de biodigestores de América Latina y el Caribe (RedBiolac), por el financiamiento otorgado para la realización de los análisis de laboratorio, que fueron indispensables para la culminación de la tesis.

A la Familia Melo, beneficiaria del proyecto “Mejoramiento de la productividad agrícola y tratamiento de residuos con tecnologías de energía renovable en la comunidad de Barrio Bajo, distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, Región Lima” a cargo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en el distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, departamento de Lima. Su apoyo fue indispensable para la ejecución del proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Legislación .....	4
2.1.1. Normativa nacional.....	4
2.1.2. Normativa internacional .....	6
2.2. Suelo .....	9
2.3. Agricultura sostenible.....	9
2.4. Agricultura orgánica .....	10
2.5. Agricultura orgánica peruana .....	10
2.6. Abonos orgánicos .....	11
2.7. Tendencia del uso de abonos orgánicos.....	12
2.8. Biofertilizantes .....	13
2.9. Biodigestores .....	14
2.10. Biol de primera generación.....	15
2.11. Criterios de calidad en los bioles.....	16
2.12. Biol de segunda generación (biol II-G).....	17
2.12.1. Fermentación ácido láctica .....	18
2.12.2. Bacterias acido lácticas.....	19
2.12.3. Consorcio microbiano B-Lac .....	19
2.12.4. Melaza .....	20
2.13. Cálculo del índice de calidad de la materia orgánica o relación C/N.....	21

2.14.	Bioensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga .....	21
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
3.1.	Lugares de ejecución .....	23
3.2.	Materiales .....	23
3.2.1.	Materia prima e insumos .....	23
3.2.2.	Materiales de campo .....	24
3.3.	Metodología.....	26
3.3.1.	Tipo de investigación.....	26
3.3.2.	Formulación de la hipótesis.....	26
3.3.3.	Identificación de variables.....	27
3.4.	Métodos de análisis .....	27
3.4.1.	Análisis microbiológico.....	28
3.4.2.	Análisis agronómico .....	28
3.4.3.	Ensayo de fitotoxicidad en semillas de lechuga .....	29
3.4.4.	Elaboración de biol de segunda generación .....	32
3.4.5.	Fase experimental de los tratamientos.....	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	35
4.1.	Evaluación de biol I-G.....	35
4.2.	Evaluación del proceso de producción del biol II-G .....	35
4.3.	Evaluación del porcentaje de acidez titulable.....	38
4.4.	Evaluación de los mejores tratamientos .....	40
4.4.1.	Evaluación económica de producción .....	41
4.4.2.	Selección del mejor tratamiento .....	41
4.5.	Caracterización de bioles.....	42
4.5.1.	Caracterización físico-química de interés agronómico .....	42
4.5.2.	Caracterización de metales pesados .....	46
4.5.3.	Caracterización microbiológica.....	47

4.5.4. Evaluación del efecto de biol II-G en la germinación.....	49
V. CONCLUSIONES .....	51
VI. RECOMENDACIONES .....	52
VII. BIBLIOGRAFIA .....	53
VIII. ANEXOS .....	58



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos que deben cumplir los fertilizantes orgánicos líquidos.....	5
Tabla 2: Límites máximos de metales pesados.....	6
Tabla 3: Requisitos microbiológicos.....	6
Tabla 4: Límites máximos de microorganismos.....	7
Tabla 5: Requisitos de concentraciones máximas de metales pesados.....	7
Tabla 6: Límites de concentración de metales pesados.....	8
Tabla 7: Comparación de parámetros físico – químicos entre Biol II-G y otros bioles.....	16
Tabla 8: Contenido de patógenos en biol.....	17
Tabla 9: Composición del consorcio microbiano B- Lac.....	20
Tabla 10: Características físicas y químicas de la melaza de caña.....	20
Tabla 11: Comparación de porcentaje de índice de germinaciones referenciales.....	22
Tabla 12: Metodología de análisis de los parámetros agronómicos.....	29
Tabla 13: Condiciones para ensayo de fitotoxicidad.....	30
Tabla 14: Diluciones preparadas para el ensayo de fitotoxicidad.....	31
Tabla 15: Tratamiento 3 x 3 con 3 repeticiones por tratamiento.....	33
Tabla 16: Valores de pH al inicio del proceso del biodigestor tubular de 10 m <sup>3</sup> .....	35
Tabla 17: Valores promedio de pH de los insumos empleados.....	35
Tabla 18: Valores iniciales promedio de pH y por ciento de acidez en cada tratamiento evaluado.....	36
Tabla 19: Prueba de Tukey de pH para el día 5 y día 30.....	38
Tabla 20: Prueba de Tukey del porcentaje de acidez láctica para el día 5 y día 30.....	40
Tabla 21: Comparación de pH y AL de los tratamientos al día 30.....	40
Tabla 22: Insumos de melaza, B-Lac y biol I-G -costos.....	41
Tabla 23: Costo de los insumos por tratamiento.....	42
Tabla 24: Resultados de análisis físico – químicos de los biofertilizantes.....	43
Tabla 25: Comparación de parámetros físico – químicos entre Biol II-G y otros bioles....	45
Tabla 26: Diferencia entre la relación C/N de cada tratamiento.....	46
Tabla 27: Resultados de caracterización de metales.....	46
Tabla 28: Valores límites de concentración de Cd, Cr y Pb en abonos orgánicos.....	47
Tabla 29: Resultados de caracterización microbiológica.....	48

Tabla 30: Valores límites de coliformes.....	49
Tabla 31: Valores de diluciones de pH y conductividad eléctrica (CE) del Biol II-G.....	49
Tabla 32: Cálculo de índice de germinación.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Importaciones y exportaciones de productos orgánicos .....	13
Figura 2: Sistema de biodigestor tubular para tratamiento residuos vacunos .....	15
Figura 3: Variación de los valores promedio del pH de los tratamientos.....	38
Figura 4: Variación de la acidez láctica promedio de los tratamientos .....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados de pH y acidez .....	61
Anexo 2: Análisis estadístico .....	63
Anexo 3: Cálculos adicionales .....	67
Anexo 4: Resultados del ensayo de fitotoxicidad para semillas de lechugas .....	68
Anexo 5: Informes de análisis laboratorio .....	70
Anexo 6: Registro fotográfico .....	80

## RESUMEN

Se planteó la elaboración de Biol II-G para mejorar las propiedades y valor del biol I-G de vaca, procedente de un biodigestor tubular de 10 m<sup>3</sup> el cual registró valores promedio 7.05 de pH y conductividad eléctrica 5.01 dS/m. Para producirlo se realizó la fermentación láctica de éste durante cinco días. Se evaluó el pH, de acidez láctica, características físico-químicas, macronutrientes (N, P, K), micronutrientes (Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn y B), metales pesados (Cd, Cr y Pb), agentes microbiológicos (Coliformes fecales, Coliformes totales, *E. coli.*, *Salmonella sp.*), y la dilución óptima de aplicación en un bioensayo. Previamente se evaluaron nueve mezclas y se seleccionó una óptima: biol de vaca (75 por ciento), consorcio microbiano (15 por ciento) y melaza de caña (10 por ciento). Se trabajó con este tratamiento a escala piloto y se alcanzó un pH de 3.89 a temperatura ambiente y un valor cercano a 1.92 por ciento de acidez láctica (A.L.) al quinto día. El potasio (macronutriente) se incrementó en 58 por ciento mientras el magnesio (micronutriente) se incrementó en 230 por ciento respecto al biol de I-G. La acidificación del proceso fermentativo garantizó la eliminación de patógenos. Mediante un ensayo de fitotoxicidad se determinó que el abono diluido al 0.1 por ciento benefició el crecimiento de las plántulas de lechuga. El abono líquido producido presentó características beneficiosas, acorde con experiencias semejantes: generación de ácido láctico, aporte de nutrientes, inocuidad microbiológica y sin efectos fitotóxicos. Se evitó la emisión de gases de efecto invernadero y otros problemas ambientales al valorizar el residuo.

Palabras clave: fertilizante orgánico, biol de vaca, fermentación láctica,

## ABSTRACT

The elaboration of Biol II-G was proposed to improve its properties and value of a cow biol I-G from a 10 m<sup>3</sup> tubular biodigester which registered pH values on average 7.05 und, electrical conductivity 5.01 dS / m. To produce it, lactic fermentation was carried out for five days. The properties of the obtained product were evaluated such as the level of pH and lactic acidity, the physico-chemical characteristics: macronutrients (N, P, K) and micronutrients (Ca, Mg, Na, Fe, Cu , Zn, Mn and B) and heavy metals (Cd, Cr and Pb), microbiological (Fecal coliforms, Total coliforms, *E. coli.*, *Salmonella sp.*); and the optimal dilution of application in a bioassay. Previously, nine mixtures to be fermented were tested and an optimal one was selected: cow biol (75 percent), microbial consortium (15 percent) and cane molasses (10 percent). A pilot scale was worked with this treatment and a final pH of 3.89 was reached at room temperature and a lactic acid content close to 1.92 percent lactic acidity (A.L.) on the fifth day. Potassium (macronutrient) increased by 58 percent while magnesium (micronutrient) increased by 230 percent with respect to the biol of I-G. The acidification of the fermentation process ensured the elimination of pathogens and through a phytotoxicity test it was determined that the fertilizer diluted to 0.1 percent favored the growth of lettuce seedlings. The liquid fertilizer produced presented characteristics typical of lactic fermentation and in accordance with similar experiences: generation of lactic acid, supply of nutrients, microbiological safety and without phytotoxic effects. It is highlighted that the material costs were low and the emission of greenhouse gases and other environmental problems was avoided by valuing the waste.

Key words: organic fertilizer, cow organic liquid fertilizer, lactic fermentation

## I. INTRODUCCION

En el año 2017 la agroexportación en el Perú se consolidó como el segundo generador de divisas (Agencia Agraria de Noticias, 2018).

El Banco Mundial destacó las experiencias peruanas en el desarrollo de cadenas exitosas como el cacao, el café, la papa y el banano porque ofrecen lecciones relevantes a considerar si se quiere contribuir en la mejora de otros subsectores agropecuarios. “La brecha de productividad agrícola se amplió progresivamente en Perú”, de acuerdo a un estudio realizado por Campos *et. al.*, (2017). Este estudio evidenció un crecimiento de 7 por ciento en la costa, 0.2 por ciento en la selva y un retroceso de 0.2 por ciento en la sierra. Esta deficiencia es porque prioritariamente se desarrolla el mercado para los productos agrícolas dejando de lado las oportunidades de desarrollar el mercado de insumos, y es el caso de insumos para una producción orgánica. El caso de la producción orgánica es un buen ejemplo: más de 90 000 productores están involucrados en la producción orgánica para exportación, sin embargo, no hay mercados especializados de insumos necesarios para el desarrollo de la producción orgánica (p.ej.: pesticidas orgánicos, fertilizantes biológicos, etc.).

En el Perú existen 1 370 000 productores agropecuarios que utilizan algún tipo de abono orgánico, lo que representa el 62 por ciento del total de productores agropecuarios (INEI, 2013), siendo un indicativo del potencial agropecuario que tiene el país, especialmente en zonas altoandinas.

Generalmente en zonas altoandinas y comunidades ganaderas el uso de abonos orgánicos procesados no es apropiados para una agricultura orgánica, debido al uso directo de las excretas de los animales. Sin embargo, esta actividad es regulada por la legislación peruana mediante el D.S. 016-2012-AG, el cuál indica que para reducir riesgos ambientales, recuperar materia o sustancias valorizables, los residuos agropecuarios deben recibir tratamiento (MINAGRI, 2012). La presencia de microorganismos patógenos (coliformes

totales, coliformes fecales, *Salmonella spp*) y el contenido de metales pesados (Cadmio, Cromo y Plomo), son los principales riesgos de los abonos orgánicos y son regulados por la norma técnica peruana NTP 311.557, 2013.

Por otro lado, el uso de agroquímicos empleados con el fin de mantener y conservar los cultivos vegetales en la agricultura, tiene efectos de impacto negativo al suelo debido a su uso excesivo en la aplicación, que conlleva a un grave problema hacia la erosión de suelos, ya que daña la actividad microbiana del suelo responsables de la degradación de la materia orgánica (Chávez *et. al.*, 2013). También es potencial riesgo a la salud de las personas en particular los plaguicidas cuando el grado de exposición supere los niveles considerados seguros (Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, 2014), ante ello se propone el uso de los bioles como una opción como mejorador de la actividad microbiana del suelo y nutrir a los cultivos.

El biol se considera una opción adecuada de tratamiento de residuos orgánicos agropecuarios mediante el proceso de la digestión anaerobia, dando como productos biogás, biosol y biol, este último con nutrientes disponibles para los cultivos, destaca por su contenido de fitohormonas, con propiedades fitorreguladoras, entre otros, pero presenta unas desventajas es que no se elimina los agentes patógenos a su totalidad, ya sea por falta de tiempo en la digestión anaerobia o estar muy cargado por agentes patógenos la mezcla de estiércol con agua, y también por el olor intenso siendo muchas veces un factor de salubridad e higiene, y riesgo por su aplicación foliar en frutales y/o hortalizas a los consumidores finales debido que estos no reciben tratamiento térmico antes de su consumo.

En los anexos de la capital de la provincia de Huarochirí, en el distrito de Matucana, Región Lima, Perú se cuenta con la crianza de ganado vacuno de forma dispersa por parte de las familias agropecuarias, se estima una cantidad 2400 cabezas de vacuno (INEI, 2013), que generan excretas que actualmente reciben tratamiento de compostaje o lombricultura por algunos pobladores a través de capacitaciones ya realizadas por otras instituciones; sin embargo, todavía existe una gran cantidad de residuos que no son tratados, generando deterioro ambiental y riesgos a la salud de sus habitantes.



Se dio solución a esta problemática con la implementación de un biodigestor tubular de 10 m<sup>3</sup> para el tratamiento de los residuos agropecuarios generados por la actividad ganadera, el cual fue ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA Perú, dicho biodigestor produce biogás, biosol y biol, siendo este último el objeto del presente trabajo de investigación, el cual consiste en mejorar la calidad del biol I-G vacuno a un nuevo fertilizante orgánico llamado Biol II-G mediante un nuevo proceso anaerobio que produce un biol de mayor valor nutricional en macro y micro nutrientes para los cultivos en general, y eliminando cualquier agente patógeno que pudiera afectar la salud de las personas; todo ello mediante la fermentación homoláctica sobre el biol I-G vacuno (Juscamaita 2011, citado por Medina 2013).

Según lo expuesto, se tiene como objetivo general:

- Evaluar las características de calidad del biol de segunda generación producido mediante un proceso fermentativo homoláctico del biol I-G vacuno.

Objetivos específicos:

- Monitorear las características de calidad del biol I-G vacuno de un biodigestor en función a sus tiempos de estabilidad.
- Analizar los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y la composición de metales pesados del mejor biol de segunda generación de acuerdo a los tratamientos aplicados.
- Determinar las condiciones de estabilización respecto al pH y ácido láctico del biol de segunda generación por un periodo de un mes.
- Evaluar los efectos fitotóxicos de la aplicación de diversas concentraciones de bioles sobre la germinación y desarrollo de plántulas durante los primeros cinco días de crecimiento en semillas de lechugas.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Legislación**

Según la presente investigación, las normativas competentes al tema son las siguientes:

#### **2.1.1. Normativa nacional**

##### **a. Reglamento de manejo de los residuos sólidos del sector agrario D.S. 016-2012-AG**

En el artículo 24° - Tratamiento de residuos orgánicos, indica:

Indica Es importante tratar los residuos orgánicos generados en el Sector Agrario para reducir o neutralizar sustancias peligrosas, recuperar materiales valiosos, utilizarlos como fuente de energía, mejorar la disposición de los residuos y en general, optimizar el proceso de valorización

##### **b. Reglamento de la ley N° 29196 – Ley de promoción de la producción orgánica y ecológica**

El ente rector en producción orgánica es el Ministerio de Agricultura el cual ejerce sus funciones a través de:

- La Dirección de Promoción Agraria: Encargado de la producción y fomento de la producción orgánica.
- El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA): Encargada de la fiscalización de la producción orgánica. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA): Autoridad en investigación de producción orgánica.

En el artículo 6 indica que hay entes fiscalizadores, de investigación. El Cual uno llamado INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) está llamado a optimizar el desarrollo de la producción orgánica. A ello se necesita los insumos orgánicos, tecnologías orgánicas como es el biol para la producción de cultivos.

### c. Norma técnica Peruana NTP 311557, 2013

La Tabla 1 presenta los criterios que deben cumplirse para clasificar los abonos como orgánicos u orgánico-minerales según la normativa NTP 311557, 2013.

**Tabla 1: Requisitos que deben cumplir los fertilizantes orgánicos líquidos**

<b>Parámetro</b>	<b>Fertilizante orgánico sólido</b>	<b>Fertilizante orgánico mineral líquido</b>	<b>Enmienda húmica líquido</b>
<b>Carbono orgánico Oxidable</b>	mínimo 15%	mínimo 20 g/L	mínimo 40 g/L
<b>Relación C/N</b>	Reportar	-	-
<b>CE</b>		Reportar en dS/m	reportar
<b>pH</b>	entre 4 y 9	máximo 8.5	9 a 12
<b>Sólidos insolubles</b>	-	máximo 40 g/L	máximo 40 g/L
<b>Nutrientes (NPK)</b>	N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O totales (reportados si cada uno es mayor a 1 por ciento)	El mínimo contenido en el caso de N total o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o K <sub>2</sub> O Total: 15 g/L	El mínimo contenido en el caso de N total o P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o K <sub>2</sub> O: 15 g/L

FUENTE: Norma técnica peruana 311.557 (2013)

En la Tabla 2 se observan las concentraciones máximas que deben presentar los compost y compuestos para algunos metales pesados según la Norma Técnica Peruana.

**Tabla 2: Límites máximos de metales pesados**

<b>Parámetro</b>	<b>Fertilizante orgánico mineral líquido en mg/kg (ppm)</b>	<b>Enmienda húmica líquido en mg/kg (ppm)</b>
<b>Arsénico</b>	41	41
<b>Cadmio</b>	39	39
<b>Cromo Total</b>	1200	1200
<b>Cobre</b>	-	-
<b>Mercurio</b>	17	17
<b>Níquel</b>	420	420
<b>Plomo</b>	300	300

FUENTE: Norma técnica peruana 311.557 (2013)

Asimismo, según la NTP 311.557:2013 los requisitos microbiológicos que se deban cumplir se observan en la Tabla 3.

**Tabla 3: Requisitos microbiológicos**

<b>Parámetro</b>	<b>NTP</b>
<b>Coliformes Totales en NMP/g (en base seca)</b>	< 1000
<b><i>E. Coli.</i> en NMP/g</b>	--
<b><i>Salmonella sp.</i></b>	Ausente en 25 g
<b>Huevos de Helminthos viables</b>	< 1 en 4 g (en base seca)

FUENTE: Norma técnica peruana 311.557 (2013) NMP  
= Numero más probable

### 2.1.2. Normativa internacional

#### a. Norma chilena: Nch 3375: Requisitos de calidad del digestato

La norma establece los requisitos mínimos necesarios para asegurar la calidad del digestato, de tal manera que su uso no genere riesgos a la salud y al ambiente.

- **Parámetros a informar**

Contenido de nutrientes: informar contenido totales siguiente: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre y además de los contenidos de nitrógeno disponible (N-NH<sub>4</sub> y N-NO<sub>3</sub>), así como la relación C/N, el pH y la conductividad eléctrica.

- **Requisitos sanitarios para el digestato**

El digestato debe cumplir con los requisitos de límite máximo de los microorganismos indicados en la Tabla 4.

**Tabla 4: Límites máximos de microorganismos**

<b>Tabla de microorganismos</b>	<b>Límite máximo</b>
<i>E. Coli.</i>	< 1 000 NMP por g de digestato; base seca
<i>Salmonella sp</i>	< 3 NMP en 4 g de digestato; base seca
Huevos de helminto	< 1 NMP en 4 g de digestato; base seca

FUENTE: Norma chilena: Nch 3375

- **Metales pesados**

El digestato debe cumplir con los requisitos de concentraciones máximas de metales pesados indicados en la Tabla 5.

**Tabla 5: Requisitos de concentraciones máximas de metales pesados**

<b>Metal pesado</b>	<b>Concentración máxima mg/kg (base seca)</b>
<b>Arsénico</b>	55
<b>Cadmio</b>	15
<b>Cobre</b>	800
<b>Cromo</b>	167
<b>Mercurio</b>	3
<b>Níquel</b>	133
<b>Plomo</b>	367
<b>Zinc</b>	2000

FUENTE: Norma chilena: Nch 3375

## b. Norma España – Real Decreto 506/2013

Este documento tiene por objeto establecer la normativa básica en materia de productos fertilizantes y las normas necesarias de coordinación con las comunidades autónomas.

- **Límite máximo de microorganismos**

Para garantizar la calidad de los abonos orgánicos de origen animal, es necesario higienizar adecuadamente la materia prima transformada utilizada como ingrediente, a fin de evitar que su carga microbiana supere los límites establecidos por el Reglamento (CE) N° 1774/2002.

Los productos fertilizantes de origen orgánico no deben superar los siguientes niveles máximos de microorganismos:

- *Salmonella*: Ausente en 25g de producto elaborado.
- *Escherichia coli*: < 1000 número más probable (NMP) por gramo de producto elaborado.

En los límites de metales pesados se indica en la Tabla 6

**Tabla 6: Límites de concentración de metales pesados**

Metal	Límites de concentración ( mg/kg*)		
	Clase A	Clase B	Clase C
<b>Cadmio</b>	0.7	2	3
<b>Plomo</b>	45	150	200
<b>Cromo</b>	70	250	300
<b>Interpretación</b>	<b>Clase A:</b> Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no superan ninguno de los valores de la columna A.	<b>Clase B:</b> Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no superan ninguno de los valores de la columna B.	<b>Clase C:</b> Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no superan ninguno de los valores de la columna C.

Nota: (\*) mg/kg valido para líquidos y en materia seca para sólidos

## **2.2. Suelo**

Es una mezcla compuesta por, materia orgánica, minerales, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Los animales y plantas que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo (FAO, 2018).

Una hectárea de tierra fértil puede contener más de 300 millones de pequeños invertebrados: insectos, lombrices y otros animales diminutos. La tierra que cabe en una cuchara puede encerrar un millón de bacterias, además de cientos de miles de células de levaduras y hongos. Todas las sustancias que conforman el suelo son importantes por sí mismas, pero lo fundamental es el equilibrio adecuado entre los diferentes constituyentes (FAO, 2018).

Los microorganismos y la materia orgánica aportan y liberan los nutrientes, asimismo, unen las partículas minerales entre sí. De esta manera, crean las condiciones para que las plantas respiren, absorban agua, nutrientes y desarrollen sus raíces. En pocas palabras, el manejo sostenible del suelo debe estimular la actividad de los microorganismos, manteniendo o aportando una cantidad adecuada de materia orgánica.

## **2.3. Agricultura sostenible**

La agricultura sostenible permite garantizar la seguridad alimentaria mundial, promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales (FAO, 2019).

Ante ello la FAO presenta 5 principios de la agricultura sostenible.

- a) Mejorar la eficacia sobre el uso de los recursos es crucial para la sostenibilidad de la agricultura
- b) La sostenibilidad demanda actividades directas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales
- c) Una agricultura que no consigue proteger y mejorar los medios de vida rurales, la equidad y el bienestar social es insostenible

- d) Fortalecer la resiliencia de las personas, comunidades y ecosistemas es fundamental para una agricultura sostenible
- e) La sostenibilidad de la alimentación y la agricultura requiere mecanismo de gobernanza responsables y eficaces.

#### **2.4. Agricultura orgánica**

La agricultura orgánica es un instrumento que permite abrir oportunidades en el mercado por la constante demanda de alimentos inocuos para la salud humana. Este mercado compromete a quienes se desempeñan en el sector agrícola a lograr la producción con menores costos, mayor competitividad dentro del mercado y mejor calidad de los productos formando parte de las nuevas tecnologías. (Véliz, 2014).

La definición india: «La agricultura orgánica es un sistema de diseño y manejo de cultivos que crean un ecosistema, logrando una productividad sostenible sin el uso de insumos artificiales como por ejemplo plaguicidas y fertilizantes químicos» (FAO, 2019).

La agricultura orgánica exhibe una serie de características particulares, las fuerzas que actúan en el proceso de crecimiento de la producción y las ventas de los productos orgánicos. (FAO, 2019).

- La agricultura orgánica es un sistema enfocado a los procesos, más que a los productos.
- El proceso de la agricultura orgánica involucra restricciones significativas que elevan los costos de producción y comercialización.
- Los consumidores compran los productos esencialmente porque perciben beneficios que aportan a la salud, a la seguridad de alimentos y al ambiente.

#### **2.5. Agricultura orgánica peruana**

En el Perú, SENASA es la autoridad nacional encargada de la fiscalización de la producción orgánica, la cual propone normas y sanciones para dar garantía de productos orgánicos en el mercado nacional e internacional. Todo mediante el Reglamento Técnico para Productos Orgánicos, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 044-2006-AG, a través de una serie de requisitos que han sido tomados como referencia de las normas de organismos



internacionales como el Codex Alimentarius (códigos que garantizan la calidad de los productos a través de normas de alimentación), así como normas de países consumidores de productos orgánicos.

Es inmenso el potencial de la agricultura orgánica en el país, debido a su megadiversidad. Posee 84 de las 104 zonas de vida en el mundo y además cuenta con condiciones agroecológicas favorables (como las rocas fosfóricas y el guano de las islas) para la producción. Es así que, frutos costeros como banano, palta y cítricos; productos nativos de la sierra como cereales, granos y raíces andinas; y especies nativas de la selva como aguaje, camu camu y sacha inchi; hacen que la demanda de estos productos se eleve en el mercado internacional. (PromPerú, 2019).

## **2.6. Abonos orgánicos**

Para Raspeño y Cuniolo, citados por Véliz (2014), los abonos orgánicos presentan propiedades que ejercen efectos sobre el suelo, que aumentan la fertilidad del mismo.

### **a) Propiedades físicas:**

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, aumentando la temperatura del suelo, facilitando la absorción de nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más compactos los suelos arenosos y más ligeros a los suelos arcillosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación del mismo.
- Disminuyen la erosión hídrica y eólica del suelo.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, absorbiendo más agua cuando llueve o se riega y, reteniendo por periodos prolongados el agua en el suelo durante el verano.

## **b) Propiedades químicas**

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, reduciendo las oscilaciones de pH del mismo.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumentando su fertilidad.

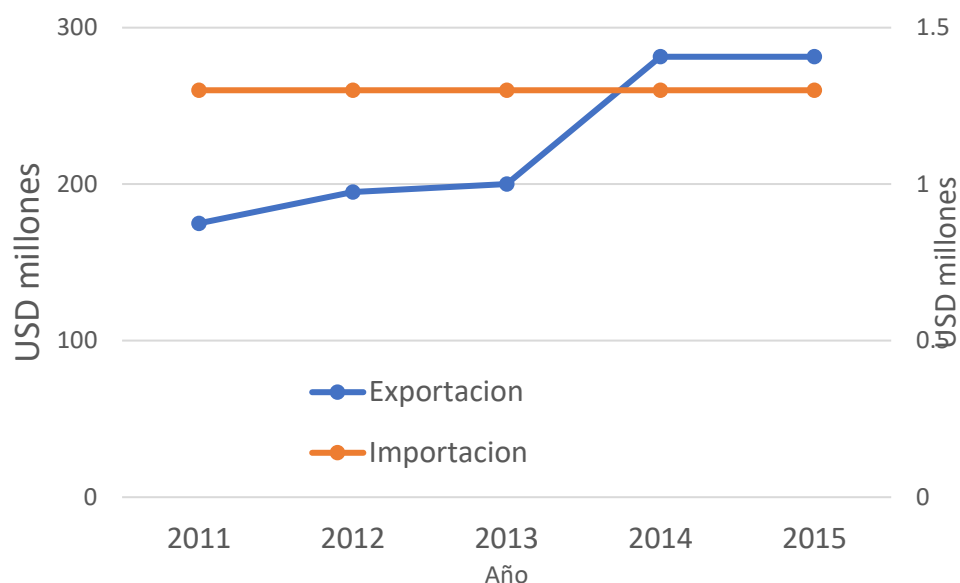
## **c) Propiedades biológicas**

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que existe mayor actividad radicular y microbiana aerobia.
- Los abonos orgánicos representan una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

## **2.7. Tendencia del uso de abonos orgánicos**

Un estudio analizó el crecimiento de la demanda de productos orgánicos para el periodo 2011-2015. A nivel mundial se tuvo un crecimiento de 33 por ciento, mientras que, en el caso de Perú tuvo un crecimiento de 122 por ciento, lo que representa un total de 96 857 productores para el 2015 (Arenas, 2018).

Cuando se analiza con relación al mercado, esta muestra dos facetas: el primero relacionado al comportamiento frente al mercado interno y el segundo con respecto al mercado internacional. Según los datos del Instituto de Investigación de Agricultura Ecológica (FiBL) y Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) para el periodo 2011-2015 el Perú presentó un crecimiento de 53 por ciento en las exportaciones, siendo para el 2015 un equivalente a US\$ 281.4 millones con respecto a las importaciones. Esto se mantuvo constante en un valor de US\$ 1.3 millones en productos orgánicos (Campos *et al.*, 2017).



**Figura 1: Importaciones y exportaciones de productos orgánicos**

FUENTE: Instituto de Investigación de Agricultura Ecológica (FiBL) y Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM)

## 2.8. Biofertilizantes

Han surgido técnicas agrícolas amigables con el ambiente, entre las que destacan la utilización de biofertilizantes, que contienen microorganismos benéficos para mejorar el crecimiento vegetal, asimismo, suministran nutrientes y mantienen la calidad del suelo sin afectar los rendimientos (Esitken, *et al.*, 2009).

La utilización de biofertilizantes y estimulantes es una práctica en progreso acogida por los productores; para este fin se emplean diversos microorganismos solubilizadores de nutrientes, hongos antagonistas del suelo con efecto bioestimulante y hormonas vegetales que, en pequeñas cantidades, logran efectos significativos (Noda, *et al.*, 2016).

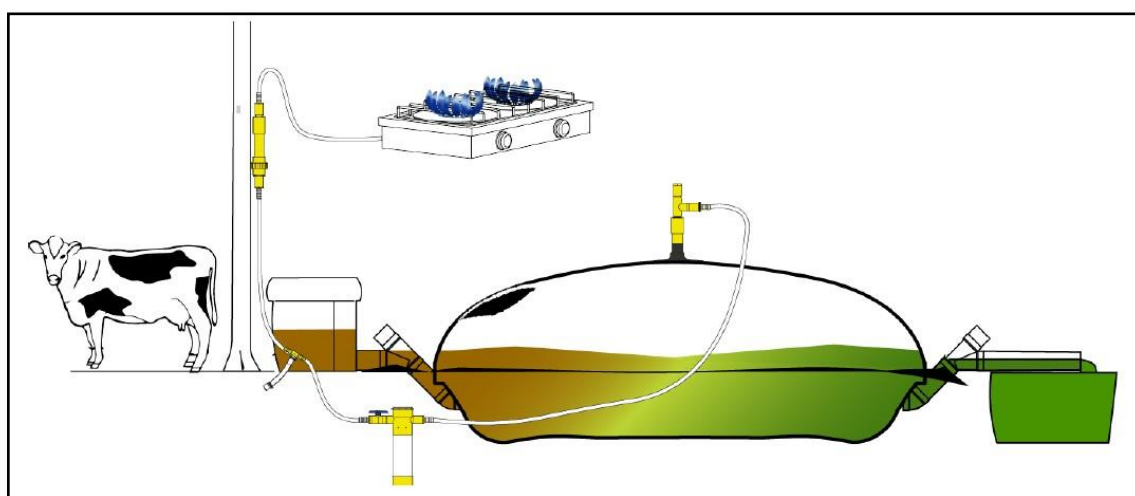
FAO, (2013) recomendó la elaboración propia de biopreparados con propiedades bioestimulantes y biocidas a través de la utilización de insumos sencillos y procedimientos caseros. Estos pueden ser usados en programas de manejo integrado de plagas (MIP) en complemento con otras prácticas culturales porque las plantas son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades cuando no tienen una nutrición equilibrada, por lo que se recomienda observar prácticas de manejo integrado del cultivo. Uno de estos productos es el biol. Según Huayta (2006) el biol es una alternativa natural con la capacidad de promover

y estimular el desarrollo de las plantas, asimismo, mejora y activa el poder germinativo de las semillas (Montesinos, 2013).

Este puede ser diseñado y enriquecido según las necesidades nutricionales y fisiológicas que requiera el cultivo. Puede ser elaborado fácilmente a través de un proceso de fermentación anaerobia con una válvula de escape de gases el cual puede ser almacenado para su utilización como biocombustible. Para ello se tiene en cuenta la disponibilidad de la materia prima a utilizar, algunas de las más importantes son el estiércol de animales, restos de alimentos, de cosechas, de podas, entre otras; a las que se les añade otros componentes tales como: melaza, leche agua, y leguminosas (Callizaya, 2015).

## 2.9. Biodigestores

Un biodigestor es un recipiente cerrado donde entran residuos orgánicos y se transforman en biogás, biosol y biol. El biogás es una mezcla de gases principalmente formado por metano y dióxido de carbono. El metano es la parte interesante del biogás ya que es un combustible y puede ser quemado y aprovechado en cocinas, estufas, motores o generadores eléctricos. Por otro lado, los biodigestores producen biol o digestato, que es el efluente líquido que contiene los mismos nutrientes que entraron con los residuos orgánicos, pero mineralizados, convirtiéndolo en un fertilizante muy interesante. (CIBIOGÁS, 2019)



**Figura 2: Sistema de biodigestor tubular para tratamiento residuos vacunos**  
FUENTE: CIBIOGÁS (2019)

## **2.10. Biol de primera generación**

El biol es un efluente líquido que se descarga de un biodigestor mediante filtrado o decantación, denominado biol de primera generación (biol I-G). Está compuesto por los sólidos disueltos de la materia orgánica degradada y agua. Los biofertilizantes son utilizados como abonos orgánicos por su contenido de fitonutrientes y por sus propiedades fitorreguladoras y fitosanitarias. Su calidad varía de un biodigestor a otro, de una época de preparación a otra, etc. El uso del biol es principalmente como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos. Esto se debe a la producción de hormonas vegetales, las cuales son residuos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbica (Medina, 2013). Los efectos de la aplicación del biol pueden compararse con los efectos de la aplicación de fertilizantes químicos y como tal, el biol podría ser una alternativa a los fertilizantes químicos. (Serge, 2012).

Según Gurung (1998), el biol tiene el potencial para mejorar la fertilidad y la estructura del suelo. Asimismo, actúa como un repelente de plagas. Las semillas tratadas con biol presentan mejores tasas de germinación.

La composición del biol depende de diversos factores como el tipo de estiércol (animal, humano u otro tipo de materia), el agua, las razas, edades de los animales, el tipo de pienso y la programación de la alimentación. En la tabla 7 se muestra la composición de cuatro tipos de biol.

**Tabla 7: Comparación de parámetros físico – químicos entre Biol II-G y otros bioles**

<b>Parámetro</b>	<b>Biol CB (1)</b>	<b>Biol LC (2)</b>	<b>Acidbiol (3)</b>	<b>Fast Biol 20 (4)</b>
<b>pH</b>	8.20	7.20	3.6 – 3.8	3.75
<b>C.E.</b> (dS/m)	15.30	21.30	23.40	25.70
<b>M.O. en solución</b> (g/L)	5.40	17.20	20.93	181.10
<b>N total</b> (mg/L)	980.00	1700.00	720	4200.00
<b>P total</b> (mg/L)	121.00	3800.00	30	744.20
<b>K total</b> (mg/L)	6760.00	5200.00	1710	1720.00
<b>Ca total</b> (mg/L)	220.40	3500.00	1100	5200.00
<b>Mg total</b> (mg/L)	53.40	1200.00	450	1740.00
<b>Na total</b> (mg/L)	542.00	---	180	1040.00
<b>Fe total</b> (mg/L)	---	---	5600	---
<b>Cu total</b> (mg/L)	---	---	180	---
<b>Zn total</b> (mg/L)	---	---	340	---
<b>Mn total</b> (mg/L)	---	---	610	---
<b>B total</b> (mg/L)	---	---	2960	---

FUENTE:

- (1) Biol Casa Blanca (estiércol de cuy), Siura y Davila (2008) citados por Ricse (2013)
- (2) Biol La Calera (gallinaza), Carhuancho (2010)
- (3) Acidbiol de Enmiendas Orgánicas del Perú (2018)
- (4) Fast BIOL 20 (estiércol vacuno), Peralta (2010)

### 2.11. Criterios de calidad en los bioles

Es importante que los abonos orgánicos contengan niveles elevados de nutrientes como N, P, K, Ca y Mg para asegurar que los cultivos reciban el aporte mineral necesario para su desarrollo (Ricse, 2013). Según Suarez (2009) sugiere que los mínimos rangos nutricionales para bioles artesanales son:

- Nitrógeno: >700mg/l
- Fósforo: >170 mg/l
- Potasio: >1.300 mg/l
- Calcio: >1.800 mg/l
- Azufre: >270 mg/l
- Boro: > 7,0 mg/l

- pH: 5.4 – 7.0

El biol disminuye los patógenos del ambiente anaerobio a través del saneamiento, siendo casi libre de patógenos. Aunque no siempre elimina los patógenos, nematodos o virus, la presencia de éstos es menor en comparación con el estiércol de granja. (HIVOS, 2014). En un estudio, Ardila & Parada (2016), implementaron la biodigestión de heces caninos dando como resultados que el biol disminuye su carga patógena de las heces entre un 97 a 99 por ciento de coliformes y bacterias mesófilas a una temperatura ambiental promedio de 25°C por ello se tiene que mejorar en su tratamiento, presentando un cuadro patógeno en estudios previos (ver Tabla 8).

**Tabla 8: Contenido de patógenos en biol**

Parámetros	Rojas (2014)	Capcha (2014)	Quipuzco (2009)	Zanabria (2019)
<b>C. Totales (NMP/100ml)</b>	--	800	--	11 x 10 <sup>2</sup>
<b>C. Fecales (NMP/100ml)</b>	4.1 x 10 <sup>5</sup>	800	6 x 10 <sup>3</sup>	43
<b><i>E. coli.</i> (NMP/100ml)</b>	--	--	--	< 3

FUENTE: Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología Mariano Tabusso-UNALM  
Nota los valores de < 3 indican ausencia de microorganismos

## 2.12. Biol de segunda generación (biol II-G)

El biol de Segunda Generación (Biol II-G) es aquel producido como consecuencia de dos procesos biotecnológicos fermentativos. Primero a través de la digestión anaerobia de la materia orgánica realizada en un biodigestor. El segundo realizado a través de un proceso fermentativo homoláctico, el cuál es conducido por un conglomerado denominado consorcio microbiano Biolac (B- Lac). Asimismo, Medina (2013) se le denomina Biol II-G por ser el segundo producto consecutivo biotecnológico fermentativo.

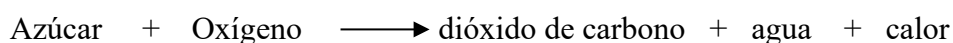
Juscamaita (2011) asevera que la fermentación homoláctica es realizada por un consorcio microbiano generalmente aceptado como seguro, cuyo producto es un biofertilizante de carácter ácido que contiene factores de crecimiento, macro y micro nutrientes. Además contienen ácidos orgánicos, como el ácido láctico, y metabolitos beneficiosos que ayudan al crecimiento, desarrollo y protección de los cultivos.

### 2.12.1. Fermentación ácido láctica

La fermentación láctica ha sido utilizada desde épocas antiguas, casi a la par de la fermentación alcohólica. (Bruchmann, 1980).

El ácido láctico es el principal producto de la fermentación láctica, siendo en algunos casos el único producto final (homofermentación) y en otros se producen ácido láctico, lactato, etanol y acetato (heterofermentación) (Ruíz, 2006).

Primera fase: Durante esta fase, los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos presentes en el sistema consumen rápidamente el oxígeno atmosférico, produciendo dióxido de carbono, agua y calor equivalente a 3,8 Mcal / kg de azúcar (Aldón, 2008).



Segunda Fase: Conforme la fermentación avanza y se consume el oxígeno, las bacterias que pueden vivir tanto con o sin aire (bacterias anaeróbicas facultativas) se vuelven más predominantes.

Al producirse un ambiente anaeróbico, Bossio (2007) afirma que Durante el proceso fermentativo, las bacterias ácido lácticas (B-Lac) comienzan a ser predominantes. Algunas de estas bacterias solo producen ácido láctico (homofermentativas), mientras que otras producen ácido láctico, ácido acético y alcohol (heterofermentativas (Aldón, 2008).



Para Wattiaux (1999) la producción correcta de ácido láctico va a depender de tres factores (Aldón, 2008):

- El número de bacterias ácido lácticas contenidas en el ensilaje.
- Cantidad suficiente de azúcares fermentables, recomendable la melaza.
- La ausencia de oxígeno durante el proceso de ensilaje.



### **2.12.2. Bacterias ácido lácticas**

Stainer et al. (1992) afirman que las bacterias ácido lácticas (BAL) son inofensivas para el ser humano, asimismo, Estos microorganismos son descritos como bacterias inmóviles, anaeróbicas aerotolerantes, con forma esférica o bacilar Gram positivos, que utilizan el proceso de fermentación para transformar principalmente los azúcares en ácido láctico (Buchelli,2014).

Las BAL son conocidas por inhibir el crecimiento de otros microorganismos a través de la producción de sustancias que destruyen bacterias indeseables o patógenas. Durante la formación de ácido láctico y acético, se produce una competencia por los nutrientes que puede provocar un descenso en el pH, son los principales mecanismos de antagonismo microbiano de las BAL (Mora y García, 2007).

La disminución del pH es el principal mecanismo de inhibición, al incrementar la cantidad de ácidos orgánicos en su forma no disociada, se produce su disociación en el citoplasma del patógeno daña la membrana celular, mientras que el pH ácido puede afectar la estructura y función celular. No obstante, las bacterias lácticas pueden prosperar en ambientes con bajos valores de pH gracias a su sistema de transporte de ácido láctico y protones (Mora y García, 2007).

### **2.12.3. Consorcio microbiano B-Lac**

Es un producto comercial de inocuidad microbiológica que se compone de cepas de *Lactobacillus* y tiene una cantidad baja o nula de mohos, coliformes fecales y coliformes totales en su composición , debido a valores bajos de pH menor o igual a 3.5, manteniéndose estables por periodos prolongados. Su uso genera la transformación de las excretas del ganado en un producto inocuo. Se utiliza en la ganadería para la reducción de olores desagradables y para la gestión de residuos de granja.

En la Tabla 9 se muestra el análisis microbiológico del consorcio B-Lac, donde se observa la ausencia de mohos, coliformes fecales y coliformes totales se debe a la producción de ácido láctico, bacteriocinas y peróxido de hidrógeno por las bacterias, lo que evita el crecimiento de microorganismos patógenos gracias al pH entre 3 y 4 (García, 2008).

**Tabla 9: Composición del consorcio microbiano B- Lac**

<b>Descripción</b>	<b>Concentración</b>
<b>Recuento de <i>Lactobacillus</i> UFC/ml</b>	$7 \times 10^7$
<b>Recuento de Levaduras ( UFC/ml)</b>	$2.5 \times 10^5$
<b>Recuento de mohos ( UFC/ml)</b>	< 10
<b>Recuento de bacterias mesófilos viables ( UFC/ml)</b>	$3.3 \times 10^4$
<b>Enumeración de coliformes totales ( NMP/ml)</b>	<3
<b>Enumeración de coliformes fecales ( NMP/ml)</b>	<3

Nota: Valores de <3 y <10 significan AUSENCIA

FUENTE: García, 2008

#### 2.12.4. Melaza

La melaza de caña es el residuo final obtenido en la preparación del azúcar a través de procesos repetidos de cristalización. El proceso de evaporación y cristalización es usualmente repetido tres veces hasta que el azúcar invertido y a la alta viscosidad, ya no es posible que la sacarosa cristalice aún más (Fajardo y Sarmiento, 2007). En la Tabla 10 se muestra que el líquido es denso y viscoso, ligeramente ácido y con alto valor energético.

**Tabla 10: Características físicas y químicas de la melaza de caña**

<b>Parámetro</b>	<b>Concentración</b>
<b>Materia seca</b>	76.5 %
<b>Agua</b>	23.5%
<b>Materia Orgánica</b>	62.5%
<b>Relación C/N</b>	27 en promedio
<b>Densidad</b>	1.41 kg/L
<b>pH</b>	4.9 – 5.4

FUENTE: Aldón, 2008.

### **2.13. Cálculo del índice de calidad de la materia orgánica o relación C/N**

Thompson et al., (1988) se utilizó la información proporcionada por el laboratorio LASPAF para calcular la relación C/N y aplicó los resultados a las formulaciones siguientes (Meza, 2014):

$$C/N = \frac{\%C}{\%N}$$

Dónde:

$$\%C = \% \text{ Materia Orgánica (MO)} / 1,724$$

Se estableció el factor de Van Bemmelen en 1,724 debido a que la materia orgánica del suelo contiene alrededor del 58% de carbono (Kimura, 2005 citado por Román, 2012).

### **2.14. Bioensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga**

El bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga es una prueba estática y aguda, a través de la cual las semillas son sometidas a diversas concentraciones de una solución por un periodo de 120 horas, con la finalidad de evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos o mezclas complejas puras en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento. En esta etapa de crecimiento ocurren varios procesos fisiológicos y la presencia de una sustancia tóxica puede llegar a impedir el desarrollo normal de la planta (Sobrero y Ronco, 2004).

Varnero *et al.*, (2007) señala una serie de compuestos tóxicos tales como: ácidos volátiles orgánicos, amonio, sales y metales pesados presentes en la materia orgánica inmadura que a elevadas concentraciones inhiben la germinación de las semillas o tienen efectos perjudiciales en el crecimiento de la raíz. Debido a que la determinación de las sustancias tóxicas de forma independiente encarece los análisis, se han propuesto metodologías como la determinación del índice de germinación que permite evaluar los efectos sinérgicos de las sustancias tóxicas sobre la germinación y el crecimiento de las plantas.

El mencionado índice de germinación ha sido utilizado en las experiencias de fermentación ácido láctica y/o biodigestión en la UNALM tal como se presenta en la Tabla 11

**Tabla 11: Comparación de porcentaje de índice de germinaciones referenciales**

Proceso	Residuos utilizados	IG (%) según diluciones					Fuentes
		0.01/100	0.1/100	1/100	10/100	100/100	
<b>Fermentación Láctica</b>	Cuyinaza	99.49	98.98	54	0	0	Román (2012)
	Papa de descarte	114.38	120.2	140.4	19.79	0	Meza (2014)
	Fresa de descarte	96.98	99.39	112.79	0	0	Herrera (2017)
<b>F. láctica y biodigestión</b>	Estiércol ovino	94.8	85.8	67.1	0	0	Medina (2013)
	Cuyinaza	91.43	91.99	79.41	0	0	Zanabria(2019)

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelo, planta, agua y fertilizantes de la Facultad de agronomía de la UNALM (2018)

Por último, es importante considerar los parámetros de pH y conductividad eléctrica (CE) de las soluciones estudiadas. Se pueden tomar como referencias las experiencias hidropónicas en lechugas donde se recomiendan un pH en el rango de 5.5 - 7.0 y para lechugas de cinco hojas verdaderas una CE menor a 1.5 mS/cm (Carrasco e Izquierdo, 1996).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugares de ejecución**

El proyecto se llevó a cabo en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), y en el distrito de Matucana y comprendió los siguientes escenarios:

- ✦ Dormidero vacuno de una familia agropecuaria (Latitud: 11°51'32.7" S, Longitud: 76°21'45.9" W) en el caserío Matara, anexo Soca, comunidad de Barrio Bajo, distrito de Matucana, provincia Huarochirí, Región provincial de Lima.
- ✦ Laboratorio Ingeniería Ambiental del Departamento de Ingeniería Ambiental, Física y Meteorología.
- ✦ Laboratorio de Biotecnología Ambiental - Biorremediación del Departamento de Biología.
- ✦ Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía.
- ✦ Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” del Departamento de Biología.

#### **3.2. Materiales**

##### **3.2.1. Materia prima e insumos**

###### **a. Biol de primera generación**

La toma de muestra del biol se obtuvo a partir del proyecto “Mejoramiento de la productividad agrícola y tratamiento de residuos con tecnologías de energía renovable en la comunidad de Barrio Bajo, distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, Región Lima” donde se realizó la instalación de un biodigestor tubular de 10 m<sup>3</sup>, ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la

Agricultura – IICA Perú. El biodigestor se alimentó con una mezcla de estiércol fresco de vacuno y agua a una relación de 1:3 respectivamente. Se tomaron muestras del biol los meses de Febrero, Abril y Junio del 2018 en el biodigestor ubicado en las coordenadas de latitud: 11°51'32.7" S, y longitud: 76°21'45.9" W.

**b. Consorcio de Bacterias Acido Lácticas (B-Lac)**

Cultivo que contiene un consorcio de bacterias lácticas de fermentación homoláctica, denominado B-Lac (García, 2008). Este producto se elaboró en el laboratorio de Biotecnología Ambiental - Biorremediación del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNALM.

**c. Melaza de caña**

Líquido viscoso que provee de carbohidratos solubles y múltiples nutrientes, proveniente del establo de la Facultad de Zootecnia de la UNALM.

**3.2.2. Materiales de campo**

**a. Envases para el biol de segunda generación a escala laboratorio**

Se instalaron 27 envases cerrados herméticamente, se utilizaron los siguientes materiales:

- 27 envases plásticos de 1 litro con sus tapas.
- 1 paquete de bolsas de polietileno de 1 kg de capacidad y guantes de látex.

**b. Recipiente para producir biol de segunda generación a escala piloto**

Se utilizó un recipiente de 60 L para la producción de 50 L de Biol II-G a temperatura ambiente del mejor tratamiento obtenido en el laboratorio. El Biol II-G se preparó en el laboratorio de Biotecnología Ambiental - Biorremediación del Departamento de Biología - UNALM.

**c. Bioensayo de fitotoxicidad**

Se emplearon semillas de la variedad Sofia de lechuga (*Lactuca sativa* L.), adquiridas del centro de investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral de la UNALM; Las semillas presentan un poder germinativo mayor al 90 por ciento y una baja variabilidad de elongación de la radícula e hipocótilo. Las semillas no recibieron tratamiento alguno con fungicidas o plaguicidas.

- Placas de Petri esterilizadas de 10 cm de diámetro.
- Papel filtro de rápida absorción
- Bolsas negras de gran capacidad
- Papel milimetrado
- Biofertilizantes: Biol I-G y Biol II-G
- Agua destilada
- Etiquetas plastificadas de identificación
- Cuaderno de notas

**d. Instrumentos de Laboratorio**

- Balanza analítica
- Pipeta de 2, 5 y 10 ml
- Piseta
- Bureta de 25ml
- Fiola de 50ml
- Soporte universal
- Vasos precipitados
- Termómetro
- Espátulas
- Bandeja de metal
- Probeta de 100mL
- Matraz
- Pastilla magnética
- Bagueta, papel toalla y Pinzas

**e. Reactivos y soluciones**

- Solución buffer de pH 7,01 Hanna Instruments HI 7007
- Solución Buffer de pH 4,01 Hanna Instruments HI 7004
- Solución de calibración de conductímetro C.E. 1413  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Hidróxido de sodio normalizado 0.1 N
- Agua destilada o agua de mesa

**f. Equipo**

- Potenciómetro Hanna Instruments HI8424 Microcomputer
- Conductímetro, Wissenschaftlich Technische Werkstätten WTW 330i/SET
- Agitador magnético
- Balanza Electrónica, modelo LPCR 20
- Cámara fotográfica

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo “Explicativo – Experimental”, porque se evaluó la calidad de biol de segunda generación mediante el proceso de fermentación homoláctica en los laboratorios de la UNALM y a escala piloto en la comunidad de Barrio Bajo, distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, departamento de Lima.

#### **3.3.2. Formulación de la hipótesis**

La aplicación de un segundo proceso de fermentación al biol de primera generación (Biol IG) a través de la fermentación homoláctica aumenta las concentraciones de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y la eliminación de agentes patógenos, generando un producto estable (Biol II-G).



### 3.3.3. Identificación de variables

Se identificó variables independientes y dependientes, siendo estas las siguientes:

**a. Variables independientes:**

Biol de primera generación, melaza y B-Lac.

**b. Variables dependientes:**

Calidad de biol en base a sus parámetros físico-químicos, microbiológicos y eficiencia agronómica.

### 3.4. Métodos de análisis

**a. Análisis de biol I-G**

Se llevó a cabo los análisis de 1 litro de biol I-G en el “Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología Marino Tabusso” y el “Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes”.

**b. Levantamiento de datos**

Los parámetros evaluados fueron: pH y acidez titulable, así mismo, análisis agronómico, metales pesados y análisis microbiológico del biol, estos últimos tres análisis de medición se realizaron a la mezcla seleccionada en la fase de laboratorio.

**c. Medición pH**

La evaluación del pH se realizó con un potenciómetro a través del método de medición directa. Los electrodos del potenciómetro son introducidos dentro de la solución de la muestra. Para ello el potenciómetro debe ser calibrado con soluciones buffer de 4,01 y 7,01.

**d. Medición acidez titulable**

La evaluación del porcentaje de acidez titulable se realizó según los principios del método estandarizado 942.15 (AOAC 2007) establecido por la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC International). La acidez titulable se expresó en términos

de ácido láctico. Se diluyó cinco gramos de muestra con agua destilada hasta alcanzar 50 ml de solución sometiéndola a centrifugado (5000 rpm) por cinco minutos. En la titulación potenciométrica el titulante utilizado fue hidróxido de sodio NaOH 0.1 N y los niveles de pH final se encontraron en el rango  $8.1 \pm 0.2$ . Finalmente, el cálculo fue:

$$\% \text{ácido láctico} = \frac{V \cdot N \cdot f}{m} \times 100$$

Donde:

V: Volumen de NaOH consumido (ml)

N: Normalidad del NaOH (N)

M: Masa de la muestra (g)

F: factor de conversión del ácido láctico (f=0.09)

#### **3.4.1. Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico del biofertilizante (II-G) obtenido se realizó en el laboratorio de Ecología Microbiana Marino Tabusso, según la metodología de la ICMSF 1983. Este análisis consiste en la contabilidad de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Lactobacillus* sp., mohos y levaduras, llegando a determinar la fitosanitariedad del biofertilizante.

#### **3.4.2. Análisis agronómico**

El análisis agronomico consiste en la determinación en los bioles de I-G y bioles de II-G de los siguientes parámetros: Los Macronutrientes, el Nitrógeno, Nitrógeno amoniacal, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre; los Micronutrientes, el Sodio, Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro; y otros parámetros relevantes, Solidos Totales y Materia Orgánica en solución y relación C/N (ver Tabla 12).

**Tabla 12: Metodología de análisis de los parámetros agronómicos**

<b>Parámetro</b>	<b>Metodología de análisis</b>	<b>Referencia</b>
<b>pH</b>	Potenciometría	
<b>Conductividad</b>	Conductimetría	
<b>Sólidos totales</b>	Gravimetría	
<b>Materia orgánica</b>	Walkley black o dicromato de potasio	
<b>Carbono orgánico</b>	Walkley black o dicromato de potasio	Métodos de análisis para
<b>Nitrógeno</b>	Kjeldahk modificado para incluir nitratos	suelo, plantas y
<b>Fosforo</b>	Amarillo del vanadato molibdato	agua (Chapman y Pratt, 1988)
<b>Potasio, calcio, magnesio y sodio</b>	Espectrometría de absorción atómica	
<b>Hierro, cobre, zinc y manganeso</b>	Espectrometría de absorción atómica	
<b>Boro</b>	Curmina	

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelo, planta, agua y fertilizantes de la Facultad de agronomía de la UNALM (2018)

#### **a. Caracterización de metales pesados**

Se efectuó la medición de la concentración de los metales pesados principales en una de las muestras de los bioles de primera generación y a otra de los bioles de segunda generación. Estos metales pesados son: Plomo, Cadmio y Cromo hexavalente mediante la metodología de espectrometría de absorción atómica.

#### **3.4.3. Ensayo de fitotoxicidad en semillas de lechuga**

Mediante la metodología de Sobrero y Ronco (2004) se examinaron los efectos obtenidos a partir del biol II-G en el proceso de germinación de las semillas (efecto en la raíz) durante los primeros días de crecimiento, con tres réplicas por concentración, mediante el cual se

determinó la inhibición en la germinación y la elongación de la radícula en las semillas tipo Sofía. Para llevar a cabo el ensayo se consideraron las condiciones que se detallan en la Tabla 13.

**Tabla 13: Condiciones para ensayo de fitotoxicidad**

<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Estático</b>
<b>Temperatura</b>	20
<b>Calidad de luz</b>	Oscuridad
<b>Volumen de la solución de prueba</b>	4 ml
<b>Agua de dilución</b>	Agua destilada
<b>Número de semillas por replica</b>	20
<b>Número de replicas</b>	3
<b>Duración de la prueba</b>	120 horas
<b>Efecto medio</b>	Inhibición en la germinación
<b>Aceptabilidad de los resultados</b>	Germinación > 90% en el control

FUENTE: Sobrero y ronco, 2004.

En este análisis se utilizó la metodología de Tiquia (2000) citado por Varnero *et. al.* (2017), donde se evaluará la efectividad de los diferentes biofertilizantes producidos sobre la germinación. Esto se determinara mediante los siguientes pasos.

- Número de semillas que germinaron normalmente

Se evaluó esta variable considerando como criterio de germinación la aparición visible de la radícula.

Se utilizaron 360 semillas distribuidas en 18 placas petri esterilizadas, rotuladas según el tratamiento correspondiente. Cada placa tiene 20 semillas y un disco de papel filtro, el cual fue saturado con 4ml de dilución evitando que se formen bolsas de aire con la ayuda de una pinza (Ver Tabla 14).

**Tabla 14: Diluciones preparadas para el ensayo de fitotoxicidad**

<b>Tratamiento ( T )</b>
T0: Control negativo (agua destilada)
T1: Control positivo (Biol puro – 100 %)
T2: Dilución del biol al 10:100 (10 %)
T3: Dilución del biol al 1:100 (1 %)
T4: Dilución del biol al 0.1:100 (0.1 %)
T5: Dilución del biol al 0.01:100 (0.01 %)

FUENTE: Elaboración propia

- Elongación de raíz y tallo

Utilizando una regla milimetrada, se realizó la medición de la longitud de la radícula de cada plántula (en milímetros), correspondientes a cada tratamiento y tipo de biol.

- Índice de germinación

Los resultados se recopilarán calculando el índice de germinación (IG), de la siguiente manera:

$$IG = \frac{PGR \times CRR}{100}$$

$$PGR = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Semillas germinadas en el extracto} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de Semillas germinadas en el testigo}}$$

$$CRR = \frac{\text{Elongación de radículas en el extracto} \times 100}{\text{Elongación de radículas en el testigo}}$$

Dónde:

- PGR es el Porcentaje de Germinación Relativo.
- CRR es el Crecimiento de Radícula Relativo.

Además de ello, se llevaron a cabo mediciones de pH y conductividad eléctrica de los diferentes tipos y concentraciones de biol de primera (biol I-G) y segunda generación (biol II-G).

#### **3.4.4. Elaboración de biol de segunda generación**

##### **a. Instalación de los biodigestores**

A partir de los 27 envases plásticos de 1 litro de capacidad con tapa hermética, se habilitaron los prototipos de biol II-G. 3 repeticiones por cada biol I-G proveniente del biodigestor de 10 m<sup>3</sup> de Matucana.

Se instalaron 27 biodigestores a escala laboratorio con una mezcla total de 0.5 kg cada uno para la producción de Biol II-G, debidamente rotulados, en los cuales se ingresó un kilogramo de una mezcla que contenía el Biol I-G, melaza y el consorcio microbiano B-Lac.

##### **b. Preparación y carga de la mezcla**

Las mezclas seleccionadas fueron seleccionadas por investigaciones previas, en las cuales se determinó en qué proporción se agrega la mezcla de B-Lac, Melaza y biol de manera que se produzca el Biol II-G más eficiente. El estudio de Medina (2013), analizó las relaciones de Bio Lac de 5 por ciento, 10 por ciento y 15 por ciento en las mezclas con la melaza y biol I-G, en el estudio de Herrera (2017) analizó las relaciones entre 5 por ciento, 10 por ciento y 15 por ciento en las mezclas con la melaza y residuos de fresa.

Se realizó la medición del pH inicial, el bulbo es lavado con agua destilada y secado con papel toalla entre cada medición para evitar la contaminación. Luego fueron cubiertos los envases con una bolsa plástica al ras de la mezcla para lograr un ambiente anaerobio.

### 3.4.5. Fase experimental de los tratamientos

Se preparó 27 tratamientos (9 tratamientos por triplicado) compuestos por el biol I-G, melaza de caña y B-Lac en diferentes proporciones de manera que produzca el Biol II-G más eficiente. Los tratamientos de 3 niveles B-Lac (5 %, 10 %, 15 %) y 3 niveles de melaza de caña (5 %, 10 %, 15 %), ver Tabla 15. Tomando como base 500 g de la mezcla en el envase de 1 litro, esto facilitó el proceso fermentativo homoláctico de los tratamientos, el cual se mide las variables de pH y acidez láctica durante 30 días, pero siendo el día 5 el sugerido para evaluar su punto de inicio de estabilización.

**Tabla 15: Tratamiento 3 x 3 con 3 repeticiones por tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Biolac</b>	<b>Melaza</b>	<b>Biol I-G</b>
<b>T1</b>	5%	5%	90%
<b>T2</b>	5%	10%	85%
<b>T3</b>	5%	15%	80%
<b>T4</b>	10%	5%	85%
<b>T5</b>	10%	10%	80%
<b>T6</b>	10%	15%	75%
<b>T7</b>	15%	5%	80%
<b>T8</b>	15%	10%	75%
<b>T9</b>	15%	15%	70%

FUENTE: Elaboración propia

#### a. **Análisis de estabilidad**

La estabilidad del producto elaborado se realizó repitiendo el experimento elegido, con un periodo de monitoreo de 30 días, mediante evaluaciones del día cero al quinto día y luego cada 5 días de pH y acidez titulable en 3 repeticiones.

#### b. **Análisis estadístico**

Se utilizó un Análisis de Varianza ( $p < 0.05$ ) para un DCA (Diseño Completo al Azar) con nueve tratamientos y tres repeticiones cada una se compararon de los datos de

pH y porcentaje de acidez titulable. Además se usó la prueba de medias de Tukey para las diferencias significativas entre los tratamientos. Para el análisis estadístico se empleó el programa SPSS Statistics versión 24.

**c. Criterios de selección de mejor tratamiento**

Se tomó en cuenta el criterio de Peralta (2010) para la selección de los mejores tratamientos, analizándose los días 5 y 30, los cuales se especifican a continuación.

- Un tratamiento se considera bueno si el pH es menor o cercano a 4 -  
No debe presentarse mal olor.
- No debe presentarse colonias de microorganismos como mohos o levaduras.
- Menor costo de producción

**d. Comparación de costos de los tratamientos del Biol II-G**

Al decidir cuál es el mejor tratamiento, es importante tomar en cuenta el costo de producción de cada uno, por lo cual se busca el tratamiento que tenga el mínimo costo posible.

**e. Elaboración del biol de segunda generación a escala piloto**

La elaboración de Biol II-G a escala piloto de un volumen de 50 L del mejor tratamiento a temperatura ambiente.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Evaluación de biol I-G

#### a. Condiciones iniciales

El biodigestor de 10 m<sup>3</sup> se cargó con una mezcla comprendida por estiércol de vaca y agua en la relación 1:3 respectivamente, donde se cosechó el biol para producir el biol II-G los valores obtenidos de biol I-G se presentan a continuación (Tabla 16):

**Tabla 16: Valores de pH al inicio del proceso del biodigestor tubular de 10 m<sup>3</sup>**

Parámetro	Medición 1	Medición 2	Medición 3
pH	6.47	6.82	7.05
Fechas	19/02/18	03/04/18	12/06/18

FUENTE: laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la UNALM (2018)

Para el desarrollo adecuado de la digestión anaerobia los valores de pH no deben bajar de 6.8 ni subir de 7.2, siendo el pH neutro el ideal (FAO, 2011).

### 4.2. Evaluación del proceso de producción del biol II-G

#### a. Condiciones iniciales

Los biodigestores se cargaron con la mezcla de Biol I-G vacuno, melaza y B-Lac en cantidades mencionadas y en la Tabla 17 se especifica el pH de cada materia prima previa mezcla.

**Tabla 17: Valores promedio de pH de los insumos empleados**

Parámetro	Biol I-G	Melaza	B-Lac
pH	7.05	4.6	3.7

FUENTE: Elaboración propia

Luego de homogenizar la mezcla se procedió a medir el pH y porcentaje de acidez titulable de valores promedio de cada tratamiento. Los valores registrados se detallan en la Tabla 18.

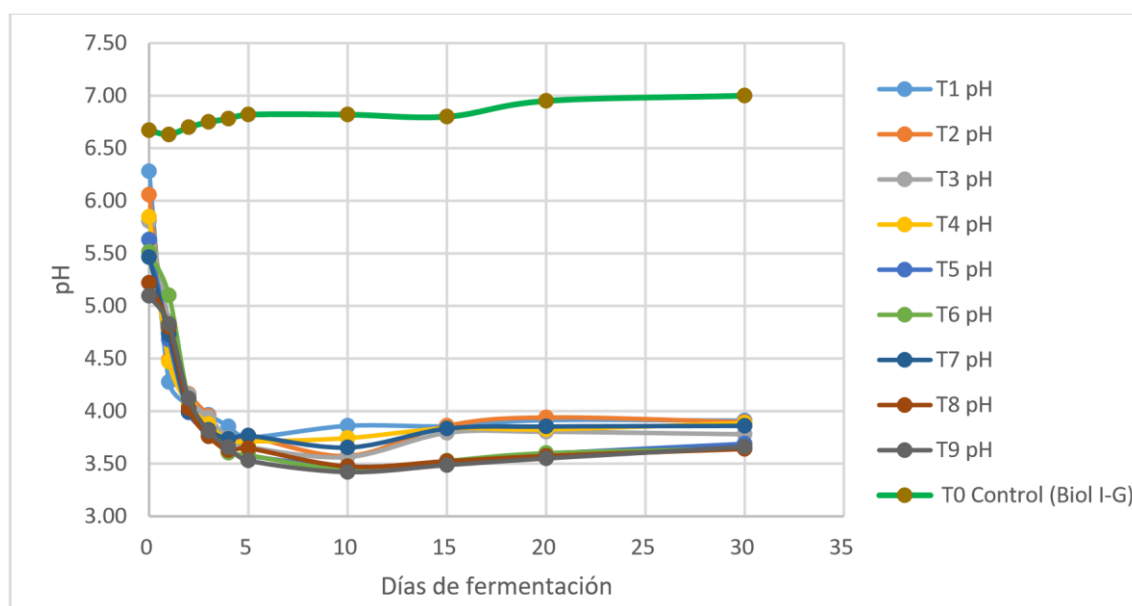
**Tabla 18: Valores iniciales promedio de pH y por ciento de acidez en cada tratamiento evaluado**

Parámetro	Tratamientos evaluados								
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9
pH	6.28	6.28	5.81	5.85	5.63	5.51	5.46	5.22	5.10
% Ácido láctico	0.13	0.20	0.26	0.19	0.26	0.36	0.25	0.35	0.48

FUENTE: Elaboración propia

El tiempo de monitoreo de fermentación homoláctica fue de 5 días para cada repetición. Para comprobar la estabilidad del Biol II-G, se adicionaron 25 días más de monitoreo al fertilizante líquido preparado. Los parámetros analizados en cada repetición fueron el pH y porcentaje de acidez titulable.

En la Figura 3 se presenta la variación de los valores promedio de pH en los 9 tratamientos. En el anexo 2 se muestra los valores de pH para cada repetición.



**Figura 3:** Variación de los valores promedio del pH de los tratamientos

En la Figura 3 se observa en el día cero el pH varió entre valores de 5.1 – 6.28, con una proyección de descenso de pH para los próximos días, esto se debe a las bacterias ácido lácticas, las cuales comenzaron a degradar la materia orgánica, ya que cuentan con 3 elementos: un medio anaerobio, buen sustrato (melaza) y cepas de *Lactobacillus* del Biolac.

El pH del tratamiento de control T0 con 100% de biol I-G no se redujo por debajo de seis durante la evaluación, se mantuvo su pH estable hasta la última evaluación del día 30 con un pH cercano a 7.

Llegados al día cinco, las mezclas mostraron estabilidad de valores de pH siendo el mayor representado por el T1 con 3.75 y T2 con 3.76 (Biolac 5 %, Melaza 5 % y Biol I-G 90 % y Biolac 5 %, Melaza 10% y Biol I-G 85 % respectivamente). Esto se debe a que las bacterias ácido lácticas consumieron la fuente de carbono original y luego no tuvieron acceso a más fuentes de nutrientes necesarias para continuar produciendo ácido láctico y predominar en el medio (Holguín *et. al.*, 2009), el de menor valor de pH es el T9 con 3.53 (Biolac 15 %, Melaza 15 % y Biol I-G 70 %) esto debido a una cantidad mayor de biolac y melaza. Los 3 tratamientos de pH más bajos al día 5 son: T5 con pH de 3.57, T6 con pH de 3.58 y T9 con pH de 3.53.

La mayoría de las mezclas presentaron buen aspecto físico y olor, sin embargo se observaron ligeras capas blancas en los bordes de los envases y presencia de hongos en los T1 y T2 (Ver fotografía 4 en Anexo 6), esto debido a la poca cantidad de melaza y biolac dentro de los recipientes de las preparaciones de biol II-G y posible contaminación al estar midiendo las variables día a día.

El seguimiento hasta día 30 muestra que transcurrido las semanas el abono líquido se encuentra estable entre los valores de pH entre  $< 3.66 - 3.86 >$ . La estabilidad se puede explicar a través de la evaluación de porcentaje de ácido láctico durante el mismo periodo, al día 5 y 30 de evaluación.

Para realizar una certera elección, se realizó un análisis de varianza al día 5 y 30. El análisis de varianza evidenció la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Con la finalidad de definir entre que tratamientos se evidencia diferencia significativa, se realizó

la prueba estadística de Tukey para los días 5 y 30. Los resultados de la prueba estadística se observan en el Tabla 19.

**Tabla 19: Prueba de Tukey de pH para el día 5 y día 30**

Tratamiento	Día 5				Tratamiento	Día 30		
	Subconjunto					Subconjunto		
	1	2	3	4		1	2	3
T9	3,53				T8	3.61		
T5	3.57				T9	3.63		
T6	3.58	3.58			T6	3.63		
T8		3.65	3.65		T5	3.67		
T3			3.66		T3		3.78	
T4			3.71	3.71	T7		3.85	3.85
T1				3.75	T4			3.89
T2				3.76	T2			3.90
T7				3.77	T1			3.92

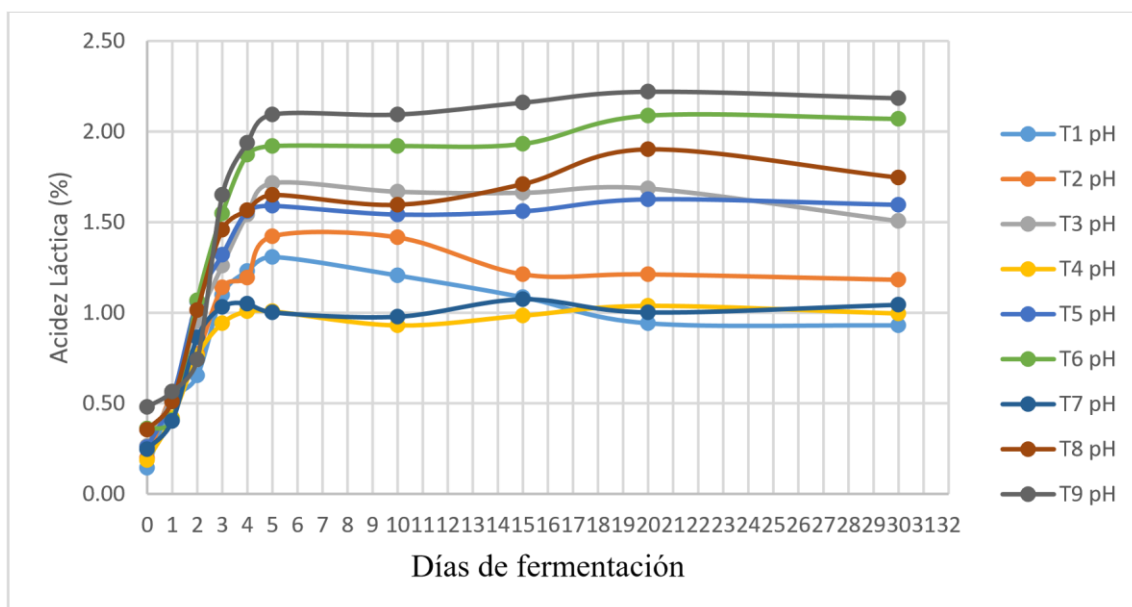
FUENTE: Elaboración propia

Dato: Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

La prueba estadística de Tukey mostró en qué tratamientos existe o no una diferencia significativa para los días 5 y 30, y los tratamientos que comparten la misma columna no presentan diferencias significativas. Para el día 5 se eligió a los tratamientos que comparten el subconjunto “1”, porque estos representaron al grupo de tratamientos (T9, T5 y T6) que tienen presentaron valores más ácidos de pH. El subconjunto 1 de tratamientos para el día 30 se caracteriza por tener valores más ácidos de pH, y los tratamientos T9, T5, T6 y T8 son comunes en este grupo.

### 4.3. Evaluación del porcentaje de acidez titulable

Paralelamente a la evaluación del pH se realizó la medición del porcentaje de acidez láctica (A. L.) durante cinco días. En la Figura 4 se presenta los valores promedio del porcentaje de acidez láctica de las mezclas evaluadas.



**Figura 4: Variación de la acidez láctica promedio de los tratamientos**

Se observa en la Figura 4 para el día cero los tratamientos presentan valores menores a 0.5 por ciento conforme se incrementa la cantidad de melaza añadida en cada tratamiento. Asimismo, conforme pasaron los días, independientemente de la proporción de Bio-lac que se usó, las bacterias del ácido láctico tienen más fuente de carbono para realizar la fermentación, la producción de ácido láctico continuará mientras haya suficiente reserva de melaza. Ello se comprueba al quinto día, los tres tratamientos de porcentaje de acidez titulable más alto son: T3 con 1.72 % A.L., T6 con 1.92 % A.L. y T9 con 2.09 % A. L y luego finalizado a los 30 días se llegó a los valores de T6 con 2.07 %, para T9 con 2.18 % AL y para T8 1.75 % AL.

Estos resultados son cercanos a los estudios de Medina (2013) y Zanabria (2019) que varían entre 2 por ciento y 2.5 por ciento de ácido láctico el día cinco. Se realizó la prueba de Tukey para identificar cuáles tratamientos tienen diferencias significativas entre ellos. Los resultados de la prueba se pueden encontrar en la Tabla 20.

**Tabla 20: Prueba de Tukey del porcentaje de acidez láctica para el día 5 y día 30**

Tratamiento	Día 5					Tratamiento	Día 30						
	Subconjunto						Subconjunto						
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6	7
T2	1.42					T2	1.18						
T5			1.59			T3			1.51				
T8			1.65			T5			1.60				
T3			1.71			T8			1.75				
T6				1.92		T6					2.07		
T9					2.09	T9							2.18

FUENTE: Elaboración propia

La prueba de Tukey evidencia que entre los tratamientos T6, T3, T8, T9 son los subconjuntos de mayor significancia que los demás para poder generar biofertilizantes por presentar mayor porcentaje de ácido láctico.

#### 4.4. Evaluación de los mejores tratamientos

Para elegir el mejor tratamiento para reproducir a escala piloto, se separaron los tres mejores tratamientos que presentaron al día 30 el pH más ácido y el mayor porcentaje de ácido láctico de los 7 tratamientos (T8, T9, T6, T5, T3, T7 y T4). Además, presentar mejor olor y ausencia de capa blanquecina de hongos. La Tabla 21 muestra los tres mejores tratamientos para producir biofertilizante de biol I-G, melaza y Bio-Lac son el T8 (15 %B-lac-10 % melaza), T9 (15 %B-lac -15 % Melaza) y T6 (10 %B-lac-15 % Melaza).

**Tabla 21: Comparación de pH y AL de los tratamientos al día 30**

Tratamiento	↓pH	Tratamiento	↑%AL
T8	3.67	T9	2.18
T9	3.61	T6	2.07
T6	3.63	T8	1.74
T5	3.63	T5	1.59
T3	3.78	T3	1.50
T7	3.92	T2	1.18
T4	3.85	T7	1.04

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.4.1. Evaluación económica de producción

Para la producción del Biol II-G se utilizó melaza, B-Lac y biol I-G, Asimismo, otros costos como transporte, mano de obra y materiales. Los costos de producción se detallan en la Tabla 22 para la producción de un litro de biol II-G para todos los tratamientos aplicados en el estudio.

**Tabla 22: Insumos de melaza, B-Lac y biol I-G -costos**

<b>Insumos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (S/.)</b>
<b>Melaza</b>	Kg	2
<b>B-Lac</b>	L	18
<b>Biol</b>	L	2

#### 4.4.2. Selección del mejor tratamiento

En la Tabla 24 se observan los costos más bajos de producción son el T1 a T3 con el valor de S/.2.80 /kg, luego de T4 a T6 con el valor de S/.3.60/kg. Los tratamientos T5 a T9 presentan ausencia del mal olor donde predominan pH menores y un ambiente de ácido mayor. Entonces, las evaluaciones de pH y porcentaje de ácido láctico durante los primeros cinco días y día treinta nos sugiere enfocarnos en T6, T8, T9; y comparando con los demás criterios de calidad de biol y bajo coste de insumos (3.6 PEN/kg) se seleccionó al **tratamiento T6** (ver Tabla 23).

**Tabla 23: Costo de los insumos por tratamiento**

Tratamiento	Insumos			Costo de insumos (S/. / kg)
	B-Lac (S/.)	Biol (S/.)	Melaza (S/.)	
<b>T1</b>	0.9	1.8	0.1	2.80
<b>T2</b>	0.9	1.7	0.2	2.80
<b>T3</b>	0.9	1.6	0.3	2.80
<b>T4</b>	1.8	1.7	0.1	3.60
<b>T5</b>	1.8	1.6	0.2	3.60
<b>T6</b>	1.8	1.5	0.3	3.60
<b>T7</b>	2.7	1.6	0.1	4.40
<b>T8</b>	2.7	1.5	0.2	4.40
<b>T9</b>	2.7	1.4	0.3	4.40

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.5. Caracterización de bioles

Una vez elegido el tratamiento para producir el biol de II-G se analizó los parámetros físicos – químico, de metales pesados y microbiológicos en los laboratorios correspondientes.

##### 4.5.1. Caracterización físico-química de interés agronómico

Se determinó las características físico-químicas de la muestra representativa del biol I-G, Biol II-G del tratamiento T6 (Biol II-G<sub>1</sub>) y de la escala piloto (Biol II-G<sub>2</sub>). Se realizó el análisis de los parámetros de conductividad eléctrica, pH, materia orgánica, C, N, P, K, N, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn y B en el laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la UNALM.

De acuerdo con Medina (2014), el biol II-G se caracteriza por tener un pH más ácido que el biol I-G, lo cual es una ventaja para estos bioles debido a que la acidez inhibe el crecimiento y desarrollo de bacterias que promueven la putrefacción, el cual no genera un riesgo microbiológico en la aplicación.



El valor de pH se muestran valores mucho menores del Biol II-G<sub>1</sub> con 3.43 y Biol II-G<sub>2</sub> a escala piloto con 3.89 de pH a comparación del Biol I-G 7.05 de pH. En cambio, los valores de conductividad eléctrica manifiestan que el Biol II-G con valor de 20.20 y 19.7 dS/m tiene una mayor proporción en la concentración de sales disueltas con respecto al Biol I-G con valor de 5.1 dS/m (Ver Tabla 25).

Por los resultados de materia orgánica revelan que el Biol II-G<sub>1</sub> y Biol II-G<sub>2</sub> presenta una cantidad de materia orgánica con valor de 85.63 y 60.28 g/L respectivamente mucho mayor a la de Biol I-G con valor de 17.07 g/L. Una mayor concentración de materia orgánica aporta una mayor resistencia a la erosión, la fertilidad del suelo a la vez garantiza la cohesión y amortiguación del suelo (Ver Tabla 24).

**Tabla 24: Resultados de análisis físico – químicos de los biofertilizantes**

<b>Parámetro</b>	<b>unidad</b>	<b>Biol I-G</b>	<b>Biol II-G<sub>1</sub></b>	<b>Biol II-G<sub>2</sub></b>
<b>pH</b>	---	7.05	3.43	3.89
<b>Conductividad</b>	dS/m	5.1	20.20	19.7
<b>Materia Orgánica en solución</b>	g/L	17.07	85.63	60.28
<b>Nitrógeno total</b>	mg/L	1309	1351.00	2079
<b>Fósforo total</b>	mg/L	97.87	133.07	115.06
<b>Potasio total</b>	mg/L	328	5225.00	2702.5
<b>Calcio</b>	mg/L	527.5	1470.00	1000
<b>Magnesio</b>	mg/L	176.25	587.50	582.5
<b>Sodio</b>	mg/L	122.5	435.00	277.5
<b>Hierro</b>	mg/L	26.1	17.78	17.1
<b>Cobre</b>	mg/L	0.35	0.45	0.35
<b>Zinc</b>	mg/L	2.18	4.10	1.98
<b>Manganeso</b>	mg/L	3.73	2.43	2.5
<b>Boro</b>	mg/L	2.36	2.15	2.15

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelo, planta, agua y fertilizantes de la Facultad de agronomía de la UNALM (2018), Biol II-G<sub>1</sub>= tratamiento T6, Biol II – G<sub>2</sub>= escala piloto de 50 L

Con respecto al contenido de nutrientes, el Biol II-G1 y Biol II-G2 presenta concentraciones más altas en referencia al Biol I-G, en la Tabla 24 se evidencia los valores mayores de fósforo, nitrógeno y potasio esto debido al aporte nutricional de la melaza.

El Biol II-G es un abono beneficioso por su contenido de nutrientes, ante ello se propuso comparar con otros bioles como el Biol de casa blanca, biol hecho a partir de estiércol de cuy, el biol de la Calera, elaborado en base a excretas de gallinas ponedoras, el Acidbiol de enmiendas orgánicas a base de aguas residuales de camales y Fast Biol 20 elaborado a partir de estiércol vacuno (Ver Tabla 25).

La Tabla 25 nos indica que el biol II-G<sub>2</sub> con 3.89 de pH que presenta un pH ligeramente superior a Acidbiol y Fast Biol pero menor que los bioles de Casa Blanca o La Calera. En la C.E. el Biol II-G con 19.7 dS/m presenta menor CE de Acidbiol, Fast y biol la Calera pero mayor al biol de Casa Blanca. En la Materia Orgánica (M.O.) el biol II-G<sub>2</sub> es menor que el fast BIOL 20, pero mayor que el Biol de CB, Acidbiol y biol La calera. El contenido de M.O. es importante ya que mejora la estructura de suelo y aporta la reserva de nitrógeno.

**Tabla 25: Comparación de parámetros físico – químicos entre Biol II-G y otros bioles**

<b>Parámetro</b>	<b>Biol CB</b>	<b>Biol LC</b>	<b>Acidbiol</b>	<b>Fast Biol 20</b>	<b>Biol II-G<sub>2</sub></b>
	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>	<b>(4)</b>	<b>G<sub>2</sub></b>
<b>pH</b>	8.20	7.20	3.6 – 3.8	3.75	3.89
<b>C.E.</b> (dS/m)	15.30	21.30	23.40	25.70	19.7
<b>M.O. en solución</b> (g/L)	5.40	17.20	20.93	181.10	60.28
<b>N total</b> (mg/L)	980.00	1700.00	720	4200.00	2079
<b>P total</b> (mg/L)	121.00	3800.00	30	744.20	115.06
<b>K total</b> (mg/L)	6760.00	5200.00	1710	1720.00	2702.5
<b>Ca total</b> (mg/L)	220.40	3500.00	1100	5200.00	1000
<b>Mg total</b> (mg/L)	53.40	1200.00	450	1740.00	582.5
<b>Na total</b> (mg/L)	542.00	---	180	1040.00	277.5
<b>Fe total</b> (mg/L)	---	---	5600	---	17.1
<b>Cu total</b> (mg/L)	---	---	180	---	0.35
<b>Zn total</b> (mg/L)	---	---	340	---	1.98
<b>Mn total</b> (mg/L)	---	---	610	---	2.5
<b>B total</b> (mg/L)	---	---	2960	---	2.15

FUENTE:

- (1) Biol Casa Blanca (estiércol de cuy), Siura y Davila (2008) citados por Riese (2013)
- (2) Biol La Calera (gallinaza), Carhuancho (2010)
- (3) Acidbiol de Enmiendas Orgánicas del Perú (2018)
- (4) Fast BIOL 20 (estiércol vacuno), Peralta (2010)

En las concentraciones de macronutrientes (N, P, K, Mg y Na) los resultados son diversos. El Nitrógeno del biol II-G<sub>2</sub> supera a los demás fertilizantes menos al Fast BIOL 20. El fósforo del biol II-G<sub>2</sub> es menor a los demás fertilizantes menos al acidbiol. El potasio del biol II-G<sub>2</sub> es menor a Biol CB, Biol LC pero mayor a acidbiol y Fast BIOL. El acidbiol supera en la concentración de micronutrientes (Fe, Cu, Mn y B) a las del biol II-G<sub>2</sub> estudiado.

Siguiendo las recomendaciones del Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente (Kimura, 2005 citado por Meza, 2014), el compost se considera maduro cuando su relación C/N es menor o igual a 25 (Peralta, 2010). El Biol II-G2 cumple con esta condición al tener una relación C/N de 16.82, por lo que puede ser utilizado como un fertilizante maduro (ver Tabla 26).

**Tabla 26: Diferencia entre la relación C/N de cada tratamiento**

<b>Parámetro</b>	<b>Biol I-G</b>	<b>Biol II-G<sub>2</sub></b>
<b>Relación C/N</b>	7.56	16.82

#### 4.5.2. Caracterización de metales pesados

Se determinó la cantidad de los metales pesados más relevantes presentes en los bioles I-G y II-G2. Estos elementos son fundamentales en el proceso de bioacumulación que se produce en la cadena trófica (Riese, 2013), a partir de su aplicación y posible disponibilidad en el suelo.

Los resultados remitidos por el laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la UNALM, se presentan en la Tabla 27.

**Tabla 27: Resultados de caracterización de metales**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Biol I-G</b>	<b>Biol II-G<sub>2</sub></b>
<b>Plomo</b>	mg/L	0.62	0.93
<b>Cadmio</b>	mg/L	0.02	0.07
<b>Cromo</b>	mg/L	N.D.	0.10

La concentración de biol II-G<sub>2</sub> es mayor del biol I-G al igual que los nutrientes, en este caso se debe a la incorporación de melaza que contiene metales pesados en su composición. La contaminación de metales pesados a la melaza puede ser por múltiples motivos como el uso

de agroquímicos, pesticidas, riego con aguas contaminadas, el tipo de suelo, en el transporte y/o almacenamiento del mismo (Medina, 2013).

Los resultados fueron comparados con normativa internacional existente para evaluar la calidad del biol. Se observa en la Tabla 28 la normativa europea es más exigente que las latinoamericanas (Chile o Perú). El Biol II-G<sub>2</sub> no supera ninguno de los estándares del contenido de metales pesados de Cd, Cr y Pb.

**Tabla 28: Valores límites de concentración de Cd, Cr y Pb en abonos orgánicos**

<b>País</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Cd (mg/kg)</b>	<b>Cr (mg/kg)</b>	<b>Pb (mg/kg)</b>	<b>Fuentes</b>
	Biol I-G	0.02	N.D.	0.63	Propias
	Biol II-G <sub>2</sub>	0.07	0.1	0.93	Propias
					NTP
<b>Perú</b>	Abonos orgánicos	39	1200	300	311.557 (2013)
<b>España</b>	Fertilizante orgánico - Clase A	0.7	70	45	Real Decreto 506/2013
<b>Chile</b>	Digestato sólido	15	167	367	Nch 3375: Digestato

Para utilizar el Biol II-G, es necesario diluirlo en agua de riego. De esta forma, las cantidades agregadas al suelo son inferiores a las que se encuentran en el biol puro, Juscamaita (2011) recomienda 1 litro de biol II-G en 200 litros de agua de riego para una hectárea, entonces en ese caso los mg de Cd, Pb, Cr estarían muy diluidos.

#### **4.5.3. Caracterización microbiológica**

La existencia de microorganismos patógenos en un abono orgánico puede generar problemas para la salud de las personas, así como para la calidad del suelo y los cultivos. Por tal motivo, se llevaron muestras de estiércol fresco de vaca, biol I-G y biol II-G<sub>2</sub> al Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología Marino Tabusso para ejecutar análisis de los

parámetros de Coliformes totales, Coliformes fecales, Recuento de bacterias ácido lácticas, recuento de mohos y levaduras y *Salmonella sp.*

En la Tabla 29 se presentan los resultados de dichos análisis. A través de estos se puede demostrar que a pesar que estiércol y biol I-G presenta coliformes esta presencia desaparece a nivel del Biol II-G<sub>2</sub>.

**Tabla 29: Resultados de caracterización microbiológica**

Parámetro	Estiércol de vaca	Biol I-G	Biol II-G <sub>2</sub>
<b>Coliformes totales (NMP/mL)</b>	$>11 \times 10^2$	$90 \times 10^2$	$< 3$
<b>Coliformes fecales (NMP/mL)</b>	$>11 \times 10^2$	$90 \times 10^2$	$< 3$
<b>Escherichia coli</b>	$>11 \times 10^2$	$40 \times 10^2$	$< 3$
<b>Recuento de bacterias ácido lácticas</b>	$56 \times 10^5$	$21 \times 10^5$	$14 \times 10^6$
<b>Recuento de mohos y levaduras</b>	$51 \times 10^4$	$39 \times 10^3$	$88 \times 10^5$
<b><i>Salmonella sp.</i></b>	N.A.	Ausencia	Ausencia

FUENTE: Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología Mariano Tabusso-UNALM Nota los valores de  $< 3$  indican ausencia de microorganismos

El proceso de digestión anaerobia no eliminó los patógenos presentes en el estiércol bovino, sin embargo, El pH ácido del Biol II-G<sub>2</sub> impidió que los microorganismos patógenos se desarrollaran. De acuerdo con Aldón (2008), las bacterias lácticas generan un conjunto de antibióticos peptídicos con actividad bactericida que atacan a las especies patógenas que puedan estar presentes durante el proceso de fermentación láctica, lo que contribuye a la inocuidad del biol . Por otro lado, se evidencia la ausencia de *Salmonella sp.* tanto en el biol I-G, Biol II-G<sub>2</sub>.

En la Tabla 30 se observa una comparación entre los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de los bioles con la normativa NCh 3375 y NTP 311557 – 2013.

**Tabla 30: Valores límites de coliformes**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>BIOL I-G</b>	<b>BIOL II-G<sub>2</sub></b>	<b>Máximo establecido en la NCh 3375</b>	<b>NTP</b>
<b>Coliformes totales</b>	90x10 <sup>2</sup>	< 3	----	< 1000
<b>Coliformes Fecales (NMP/ml)</b>	90x10 <sup>2</sup>	< 3	----	-
<b><i>E. Coli</i></b>	40x10 <sup>2</sup>	< 3	< 10 <sup>3</sup> NMP/ g de digestato	-
<b><i>Salmonella sp.</i></b>	Ausencia	Ausencia	< 3 NMP por g de digestato	Ausencia

FUENTE: Laboratorio Ecología Microbiana y Biotecnología Marino Tabusso - UNALM

Nota: el valor < 3 indica ausencia de microorganismos en el ensayo , NTP: Norma técnica Peruana NTP 311557, 2013

#### 4.5.4. Evaluación del efecto de biol II-G en la germinación

De acuerdo con la metodología descrita por Sobrero y Ronco (2004), se crearon 5 diluciones para cada biol (100 %, 10 %, 1 %, 0.1 %, 0.01 %) y se agregó un control, donde las semillas fueron expuestas a las mínimas condiciones de ensayo excepto por la ausencia de biol ya que en su lugar se utilizó agua destilada. De esta manera se obtuvo valores de toxicidad entre el 0 % y 100 % (ver Tabla 31).

**Tabla 31: Valores de diluciones de pH y conductividad eléctrica (CE) del Biol II-G**

<b>Dilución (v/v)</b>	<b>pH</b>	<b>CE (mS/cm)</b>
<b>Puro (100 %)</b>	3.6	19.56
<b>10 %</b>	3.9	3.21
<b>1 %</b>	4.12	0.37
<b>0.1 %</b>	5.35	0.05
<b>0.01 %</b>	6.2	0.01
<b>Blanco (agua destilada)</b>	6.5	0.01

FUENTE: Elaboración propia

Los valores de pH del Biol II-G<sub>2</sub> tienden a acercarse al valor de pH 6.5 en cuanto la dilución es mayor. Estos valores se encuentran dentro del rango de abono orgánico Nch 2880 Clasificación y requisitos del Compost (2005), el cual establece valores de pH entre 5.0 y

8.5 como adecuados para ser agregado al suelo como abono orgánico (unidades de pH). Respecto a la conductividad eléctrica se observan caídas abruptas conforme la dosis sea más diluida, pero estos bajos valores de conductividad eléctrica que las recomendadas por normativas están requeridos para ser abono es decir menor a 5 dS/m requeridos por un abono orgánico de Tipo A, según la Nch 2800.

En la Tabla 32 se observan los porcentajes de índices de germinación (IG %), siendo los tratamientos de dilución 10/100 y puro (100/100) no fueron adecuadas para la germinación de semillas debido a la alta conductividad eléctrica y al bajo nivel de pH, considerando rangos apropiados de conductividad eléctrica (< 1.5 mS/cm) y pH (5.5 a 7.0) para lechuga (Carrasco e Izquierdo, 1996).

**Tabla 32: Cálculo de índice de germinación**

Dilución	Germinación		Crecimiento radicular		IG (%)
	# semillas germinadas	PGR (%)	Elongación de la radícula (mm)	CRR (%)	
<b>D0</b> 0/100	19.33	---	28.17	-	-
<b>D5</b> 0.01/100	19.66	101.7	28.95	102.77	104.52
<b>D4</b> 0.1/100	19	98.3	27.39	97.23	95.55
<b>D3</b> 1/100	20	103.4	17.32	61.48	63.60
<b>D2</b> 10/100	0	0	0	0	0
<b>D1</b> 100/100	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración propia

Según Varnero et al. (2007), los valores de  $IG \geq 80$  por ciento indican que no hay sustancias fitotóxicas o se encuentran a bajas concentraciones, por lo tanto existe un desarrollo adecuado de la germinación de la semillas y el crecimiento de la radícula. Las diluciones de concentración 0.1/100 y 0.01/100 presentaron un IG de 95.55 por ciento y 104.52 por ciento respectivamente (valores de  $IG > 80$  %), siendo la última dilución (0.01/100) que supera el 100 por ciento debido a que presenta un pH de 6.2 y una CE de 0.01 mS/cm. Se ha demostrado que cuanto más diluido se encuentra el Biol II-G2, mayor es su efecto beneficioso como resultado de su uso.



## V. CONCLUSIONES

- ✦ El biol de I-G vacuno se estabilizó durante 4 meses a un pH con valor de 7.05, el biol II-G<sub>2</sub> requiere entre 4 a 7 días para su estabilización de pH.
- ✦ El tratamiento T6 (mezcla de 10 por ciento Biolac, 15 por ciento Melaza, 75 por ciento Biol) del Biol II-G<sub>2</sub> es el mejor tratamiento con características de nitrógeno y potasio superiores al biol I-G vacuno, además de la ausencia de Coliformes Fecales, Coliformes Totales, E. coli, Salmonella sp. Los niveles de plomo, cadmio y cromo medidos en el estudio están dentro de los límites permitidos por la NTP 311.557:2013 y el Real Decreto 506/2013 de España.
- ✦ Los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas en los bioles indican que el Biol II-G<sub>2</sub> es un producto seguro, sin microorganismos patógenos, mientras que el Biol I-G contenía microorganismos como coliformes totales y fecales.
- El Biol II-G al día 5 presenta un valor de 3.58 pH y porcentaje de acidez láctica de 1.92 por ciento, y para el día 30 un valor de 3.63 de pH y un porcentaje de ácido láctico de 1.75 comprobándose su estabilidad en el periodo evaluado.
- ✦ La dilución elegida respecto al control positivo (100 por ciento agua destilada) en el ensayo de germinación en la *Lactuca sativa* variedad Sofia fue 0.01 por ciento del Biol II-G.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar pruebas de campo para determinar la dosis óptima (L/ha.) de Biol II-G en diferentes cultivos.
- Realizar estudios de elaboración de fertilizantes orgánicos según los requerimientos específicos por cultivo
- Realizar un estudio de control con los insumos melaza y B – Lac para compararlo con Biol II-G
- Realizar un estudio de mercado para determinar el valor de venta del Biol II-G y analizar la viabilidad de su comercialización.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2007). Acidity (Titratable) of Fruit Products. Norma Official Method 942.15. 18th ed. Washington, Estados Unidos de América, Gaithersburg MD.
- Agencia Agraria de Noticias. (2018). Agricultura se consolidó como el segundo mayor generador de divisas del Perú en 2017. Recuperado de: <https://agraria.pe/noticias/agricultura-se-consolido-como-el-segundo-mayorgenerador-de--15622>.
- Aldón, D. (2008). Estrategia Ambiental de aprovechamiento de la macroalga *Ulva lactuca* (lechuga de mar) a través del proceso de ensilaje (Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Aparcana, S. (2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “Fermentación anaeróbica” para la producción de biogás. Professional energy and environmental consultancy. Recuperado de [http://www.germanprofec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas\\_ntz.pdf](http://www.germanprofec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf).
- Ardila, A. & Parada, V. (2016). Implementación de un biodigestor para el manejo sanitario de heces caninas potencialmente transmisoras de enfermedades zoonóticas en el refugio animal Dame Vida, en Tenjo, Cundinamarca. (Tesis para optar el grado de ingeniero ambiental y sanitario, Universidad de La Salle) Recuperado de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1219&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1219&context=ing_ambiental_sanitaria).
- Arenas, C. (2018). Plan de negocios de la CAL ASPAM para la producción y comercialización de biofertilizantes producto de la instalación de biodigestores en los establos de productores pecuarios en la Irrigación Majes, Región Arequipa. (Tesis de maestría). ESAN. Perú.

- Bruchmann, E. (1980). Química alimentaria, fermentación y agrícola. Bioquímica técnica, España: Editorial Acribia.
- Buchelli, H. (2014). Producción de biofertilizantes de bagazo de cebada, excretas de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica (Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Callizaya, S. (2015). Efecto de la aplicación de biol sobre el comportamiento productivo del Pepino (*Cucumis sativus*, L.) bajo condiciones de carpa solar (Tesina de Grado, Universidad Mayor de San Andrés). Recuperada de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5720/TS2075.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Campos, M.; Cabrera, R.; Pérez, M.; Laura, B. (2017). Tendencia del mercado y la producción de los productos orgánicos en el Perú. Rev. Investig. Altoandín.
- Carrasco, G. & Izquierdo, J. (1996). Manual técnico: La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de solución nutritiva recirculante («NFT»). Universidad de Talca. Talca, Chile
- Chávez, G.; Ortiz, M.; Ortiz, L. (2013). Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. Acta Agronómica.
- CIBIOGÁS (2019). Principios básicos de un biodigestor. Curso práctico de biodigestores a escala doméstica: Enfoque desde Latinoamérica y el Caribe. Foz do Iguazú.
- Esitken, A.; Yildiz, E.; Ercisli, S.; Donmez, F.; Turan, M.; Gunes, A. (2009). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. El Sevier. 124: 62–66.
- Fajardo, E.; Sarmiento, S. (2007). Evaluación de Melaza de Caña como Sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2011). Manual de biogas. Proyecto CHI/00/G32 “Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”. Recuperado de [https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/manual\\_de\\_biogas.pdf](https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/manual_de_biogas.pdf)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013). Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe. Recuperado de [http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/CMVALC/la\\_habana.html](http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/CMVALC/la_habana.html).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2018).

- El Suelo. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/W1309S/w1309s04.htm>.  
FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019).  
Agricultura Sostenible. Recuperado de <http://www.fao.org/sustainability/es/>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019).  
Características relevantes de la agricultura orgánica.  
Recuperado de <http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s0d.htm>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019).  
Factores que impulsan el crecimiento agrícola orgánico. Recuperado de  
<http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s0e.htm>.
- García, L. (2008). Uso de bacterias probióticas en el ensilado de residuos de pescado. (Tesis  
Bach. Biología). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.
- Gurung, B. (1998). Training programme on proper use of biol for the technical staff of  
SNV/BSP. A training manual.
- HIVOS (2014). Estudios sobre el biol estudios y resultados. Recuperado de  
[https://knowledge.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio\\_sobre\\_el\\_biol\\_sus\\_usos\\_y\\_resultados.pdf](https://knowledge.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio_sobre_el_biol_sus_usos_y_resultados.pdf).
- Holguín M., Caicedo, L.; Veloza, L. (2009). Estabilidad de almacenamiento de ensilados  
biológicos a partir de residuos de pescado inoculados con bacterias ácidolácticas.  
Rev. Med. Vet. Zoot, 2009(56): 95-104.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2013). IV Censo Nacional  
Agropecuario del 2012. Recuperado de  
[http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENA\\_GRO.pdf](http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENA_GRO.pdf).
- Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). (2014). Efectos de  
los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Rev Cubana Hig Epidemiol, 52(3):  
372-387.
- Instituto Nacional de Normalización (2015). Digestato – Requisitos de calidad. Nch 3375.
- Medina, A (2013). Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol del  
ovino producido a través de biodigestores (Tesis para optar el título de ingeniero  
ambiental) Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Meza, L. (2014). Elaboración de abono líquido mediante fermentación hemolítica de papas  
de descarte utilizando el consorcio microbiano ácido láctico B-lac. (Tesis para optar  
el título de ingeniero ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima,  
Perú.

- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2012). Decreto Supremo N° 016-2012-AG - Aprueban Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario. Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-reglamento-manejo-residuos-solidos-sector-agrario>.
- Montesinos, D. (2013). Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto (Tesis de Magister, Universidad de Cuenca).  
Recuperada de:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4706/1/TESIS.pdf>.
- Mora, N. y García, A, (2007). Susceptibilidad de bacterias ácido lácticas (BAL) frente a diversos antibióticos (Tesis para obtener el título de Licenciado en Química de Alimentos) Universidad Autónoma de Hidalgo, México.
- Noda, Y.; Martín, G. (2016). Resultados preliminares de la poda y de la aplicación de FitoMas-E en el rendimiento de *Jatropha curcas* y de cultivos asociados. Pastos y Forrajes, 39(4): 246-251.
- NCh 2880 (Norma chilena 2880). (2005). Compost clasificación y requerimientos, oficializada a través del Decreto Exento N° 89 de 22 de febrero del año.
- ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,). (2017). Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento, seguimiento y control de plantas de biogás de pequeña y mediana escala enfocadas al sector lechero en Chile Primera Edición Recuperado de: <http://www.minenergia.cl/biogaslechero/>.
- PromPerú (Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo). (2019). Las características de la agricultura orgánica peruana.  
Recuperado de  
<https://peru.info/es-pe/comercio-exterior/noticias/7/29/caracteristicas-de-la-agricultura-organica-peruana>.
- Ricse, Y. (2013). Elaboración de biofertilizante acelerada vía fermentación homoláctica del residuo de procesamiento de rocoto (*Capsicum pubescens*). (Tesis para optar el grado de ingeniero ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Román, C. (2012). Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. (Trabajo de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- Ruíz, A. (2006). Obtención de ácido láctico mediante fermentación del suero de leche. (Tesis Presentada para obtener el título de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). (2006). Decreto Supremo N° 044-2006-AG Aprueban Reglamento Técnico para los Productos Orgánicos. Recuperada de: [https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB\\_SECC/DS\\_0442006-AG.pdf](https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB_SECC/DS_0442006-AG.pdf).
- Serge, W. (2012). ETUDE DE LA VALEUR AGRONOMIQUE DU COMPOST A BASE D'EFFLUENT DE BIODIGESTEUR. Ministere de L'Agriculture et de L'Hydraulique. Secretariat General. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou (CAP-M). Burkina Faso.
- Sistema BioBolsa (2019). Manual de biol. Consultado 15 abril 2019. Recuperado de: <http://sistemabiobolsa.com/wp-content/uploads/2017/07/Manual-debiol.27072017.1.pdf>.
- Sobrero, M. y Ronco, A. (2004). Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa*. México.
- Suárez, D. (2009). Caracterización de un compuesto orgánico producido en forma artesanal por pequeños agricultores en el departamento del Magdalena. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia). Recuperada de: <https://core.ac.uk/download/pdf/11052089.pdf>.
- Varnero, M.; Rojas, C.; y Orellana, R. (2007). Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. R.C.Suelo Nutr. Veg., 7 (1): 28-37.
- Véliz, H. (2014). Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila. (Tesis De Grado, Universidad Rafael Landívar). Recuperada de file:///C:/Users/Jose%20Luis/Desktop/Veliz-Hector.pdf.
- Zanabria, J. (2019). Evaluación de la calidad de biol de segunda y tercera generación de estiércol de cuy producido en un biodigestor instalado en el instituto regional de la costa de la UNALM (Tesis de Grado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

## **VIII. ANEXOS**



## Anexo 1: Resultados de pH y acidez

### 1. Niveles de pH (expresados en unidades de pH)

Mezcla		día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 10	día 15	día 20	día 30
<b>T1: 5% Biolac, 5% Melaza, 90% Biol I-G</b>	<b>T1 -A</b>	6.26	4.41	4.1	4	3.89	3.77	3.89	3.9	3.92	3.95
	<b>T1 -B</b>	6.28	4.27	4.06	3.97	3.87	3.75	3.9	3.87	3.84	3.85
	<b>T1 -C</b>	6.3	4.15	4.02	3.92	3.8	3.73	3.79	3.8	3.98	3.93
<b>T2: 5% Biolac, 10% Melaza, 85% Biol I-G</b>	<b>T2-A</b>	6.06	4.58	4.21	3.98	3.75	3.76	3.5	3.75	3.9	3.92
	<b>T2-B</b>	6.05	4.4	4.12	3.93	3.7	3.74	3.68	3.89	3.95	3.89
	<b>T2-C</b>	6.06	4.48	4.16	3.95	3.72	3.78	3.54	3.94	3.97	3.88
<b>T3: 5% Biolac, 15% Melaza, 80% Biol I-G</b>	<b>T3-A</b>	5.8	4.81	4.17	3.94	3.73	3.66	3.58	3.74	3.8	3.8
	<b>T3-B</b>	5.82	4.91	4.16	3.94	3.71	3.65	3.59	3.84	3.85	3.78
	<b>T3-C</b>	5.8	4.84	4.14	3.93	3.79	3.67	3.52	3.8	3.76	3.76
<b>T4: 10% Biolac, 5% Melaza, 85% Biol I-G</b>	<b>T4-A</b>	5.82	4.44	4.05	3.87	3.76	3.7	3.75	3.88	3.82	3.9
	<b>T4-B</b>	5.86	4.49	4.06	3.88	3.78	3.71	3.77	3.79	3.84	3.91
	<b>T4-C</b>	5.86	4.48	4.07	3.88	3.61	3.72	3.71	3.84	3.82	3.85
<b>T5: 10% Biolac, 10% Melaza, 80% Biol I-G</b>	<b>T5-A</b>	5.64	4.76	4.01	3.8	3.6	3.59	3.48	3.5	3.55	3.7
	<b>T5-B</b>	5.62	4.63	3.96	3.78	3.6	3.55	3.45	3.55	3.53	3.65
	<b>T5-C</b>	5.63	4.65	3.99	3.81	3.63	3.58	3.49	3.48	3.7	3.72
<b>T6: 10% Biolac, 15% Melaza, 75% Biol I-G</b>	<b>T6-A</b>	5.51	5.17	4.13	3.81	3.62	3.6	3.47	3.55	3.6	3.65
	<b>T6-B</b>	5.52	5.06	4.1	3.79	3.6	3.58	3.44	3.53	3.55	3.65
	<b>T6-C</b>	5.51	5.07	4.09	3.78	3.59	3.56	3.42	3.5	3.65	3.63
<b>T7: 15% Biolac, 5% Melaza, 80% Biol I-G</b>	<b>T7-A</b>	5.47	4.8	4.02	3.82	3.74	3.74	3.7	3.85	3.84	3.88
	<b>T7-B</b>	5.46	4.69	3.97	3.81	3.79	3.79	3.67	3.81	3.82	3.88
	<b>T7-C</b>	5.46	4.7	3.99	3.83	3.77	3.77	3.59	3.84	3.9	3.82
<b>T8: 15% Biolac, 10% Melaza, 75% Biol I-G</b>	<b>T8-A</b>	5.23	4.78	4.03	3.76	3.65	3.66	3.48	3.52	3.6	3.61
	<b>T8-B</b>	5.23	4.82	4.03	3.76	3.62	3.60	3.47	3.51	3.55	3.71
	<b>T8-C</b>	5.2	4.8	4.02	3.76	3.61	3.68	3.47	3.54	3.57	3.6
<b>T9: 15% Biolac, 15% Melaza, 70% Biol I-G</b>	<b>T9-A</b>	5.11	4.84	4.14	3.82	3.67	3.54	3.43	3.5	3.6	3.68
	<b>T9-B</b>	5.09	4.83	4.11	3.81	3.65	3.55	3.43	3.51	3.55	3.72
	<b>T9-C</b>	5.09	4.81	4.11	3.8	3.65	3.5	3.4	3.45	3.5	3.58

## 2. Porcentajes de ácido láctico (expresado en %)

Mezcla		día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 10	día 15	día 20	día 30
<b>T1: 5% Biolac, 5% Melaza, 90% Biol I-G</b>	<b>T1 -A</b>	<b>0.14</b>	<b>0.49</b>	<b>0.65</b>	<b>0.99</b>	<b>0.85</b>	<b>1.31</b>	<b>1.24</b>	<b>1.06</b>	<b>0.90</b>	<b>0.94</b>
	<b>T1 -B</b>	<b>0.16</b>	<b>0.50</b>	<b>0.67</b>	<b>1.15</b>	<b>0.92</b>	<b>1.26</b>	<b>1.17</b>	<b>1.12</b>	<b>0.95</b>	<b>0.92</b>
	<b>T1-C</b>	<b>0.13</b>	<b>0.54</b>	<b>0.65</b>	<b>1.15</b>	<b>0.85</b>	<b>1.35</b>	<b>1.21</b>	<b>1.08</b>	<b>0.97</b>	<b>0.94</b>
<b>T2: 5% Biolac, 10% Melaza, 85% Biol I-G</b>	<b>T2-A</b>	<b>0.20</b>	<b>0.52</b>	<b>0.77</b>	<b>1.37</b>	<b>1.21</b>	<b>1.49</b>	<b>1.46</b>	<b>1.39</b>	<b>1.37</b>	<b>1.24</b>
	<b>T2-B</b>	<b>0.22</b>	<b>0.58</b>	<b>0.79</b>	<b>1.03</b>	<b>1.19</b>	<b>1.42</b>	<b>1.48</b>	<b>0.99</b>	<b>1.04</b>	<b>1.13</b>
	<b>T2-C</b>	<b>0.18</b>	<b>0.58</b>	<b>0.76</b>	<b>1.03</b>	<b>1.19</b>	<b>1.35</b>	<b>1.31</b>	<b>1.26</b>	<b>1.22</b>	<b>1.17</b>
<b>T3: 5% Biolac, 15% Melaza, 80% Biol I-G</b>	<b>T3-A</b>	<b>0.27</b>	<b>0.58</b>	<b>0.92</b>	<b>1.22</b>	<b>1.57</b>	<b>1.67</b>	<b>1.64</b>	<b>1.58</b>	<b>1.62</b>	<b>1.53</b>
	<b>T3-B</b>	<b>0.27</b>	<b>0.52</b>	<b>0.99</b>	<b>1.31</b>	<b>1.58</b>	<b>1.80</b>	<b>1.64</b>	<b>1.69</b>	<b>1.73</b>	<b>1.48</b>
	<b>T3-C</b>	<b>0.25</b>	<b>0.54</b>	<b>0.95</b>	<b>1.24</b>	<b>1.48</b>	<b>1.67</b>	<b>1.73</b>	<b>1.71</b>	<b>1.71</b>	<b>1.51</b>
<b>T4: 10% Biolac, 5% Melaza, 85% Biol I-G</b>	<b>T4-A</b>	<b>0.20</b>	<b>0.41</b>	<b>0.79</b>	<b>0.97</b>	<b>1.01</b>	<b>0.97</b>	<b>1.06</b>	<b>1.04</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>
	<b>T4-B</b>	<b>0.18</b>	<b>0.43</b>	<b>0.76</b>	<b>0.94</b>	<b>0.99</b>	<b>1.01</b>	<b>0.86</b>	<b>0.97</b>	<b>1.03</b>	<b>0.99</b>
	<b>T4-C</b>	<b>0.18</b>	<b>0.41</b>	<b>0.74</b>	<b>0.92</b>	<b>1.03</b>	<b>1.04</b>	<b>0.86</b>	<b>0.94</b>	<b>1.12</b>	<b>1.03</b>
<b>T5: 10% Biolac, 10% Melaza, 80% Biol I-G</b>	<b>T5-A</b>	<b>0.25</b>	<b>0.47</b>	<b>1.01</b>	<b>1.33</b>	<b>1.62</b>	<b>1.55</b>	<b>1.55</b>	<b>1.58</b>	<b>1.62</b>	<b>1.57</b>
	<b>T5-B</b>	<b>0.27</b>	<b>0.56</b>	<b>1.10</b>	<b>1.33</b>	<b>1.58</b>	<b>1.62</b>	<b>1.55</b>	<b>1.53</b>	<b>1.46</b>	<b>1.60</b>
	<b>T5-C</b>	<b>0.25</b>	<b>0.56</b>	<b>1.08</b>	<b>1.30</b>	<b>1.48</b>	<b>1.60</b>	<b>1.53</b>	<b>1.57</b>	<b>1.80</b>	<b>1.62</b>
<b>T6: 10% Biolac, 15% Melaza, 75% Biol I-G</b>	<b>T6-A</b>	<b>0.36</b>	<b>0.36</b>	<b>1.03</b>	<b>1.55</b>	<b>1.80</b>	<b>1.85</b>	<b>1.93</b>	<b>2.00</b>	<b>2.07</b>	<b>2.09</b>
	<b>T6-B</b>	<b>0.36</b>	<b>0.43</b>	<b>1.08</b>	<b>1.57</b>	<b>1.91</b>	<b>1.94</b>	<b>1.93</b>	<b>1.96</b>	<b>2.14</b>	<b>2.11</b>
	<b>T6-C</b>	<b>0.36</b>	<b>0.43</b>	<b>1.10</b>	<b>1.53</b>	<b>1.91</b>	<b>1.96</b>	<b>1.91</b>	<b>1.84</b>	<b>2.05</b>	<b>2.02</b>
<b>T7: 15% Biolac, 5% Melaza, 80% Biol I-G</b>	<b>T7-A</b>	<b>0.27</b>	<b>0.38</b>	<b>0.85</b>	<b>1.03</b>	<b>1.04</b>	<b>0.95</b>	<b>0.94</b>	<b>1.04</b>	<b>1.03</b>	<b>1.01</b>
	<b>T7-B</b>	<b>0.23</b>	<b>0.40</b>	<b>0.86</b>	<b>1.03</b>	<b>1.06</b>	<b>0.97</b>	<b>0.94</b>	<b>0.97</b>	<b>0.88</b>	<b>1.04</b>
	<b>T7-C</b>	<b>0.23</b>	<b>0.43</b>	<b>0.88</b>	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>	<b>1.08</b>	<b>1.06</b>	<b>1.21</b>	<b>1.10</b>	<b>1.08</b>
<b>T8: 15% Biolac, 10% Melaza, 75% Biol I-G</b>	<b>T8-A</b>	<b>0.34</b>	<b>0.50</b>	<b>1.01</b>	<b>1.44</b>	<b>1.53</b>	<b>1.64</b>	<b>1.53</b>	<b>1.66</b>	<b>1.82</b>	<b>1.73</b>
	<b>T8-B</b>	<b>0.34</b>	<b>0.54</b>	<b>1.01</b>	<b>1.46</b>	<b>1.64</b>	<b>1.66</b>	<b>1.62</b>	<b>1.69</b>	<b>1.93</b>	<b>1.71</b>
	<b>T8-C</b>	<b>0.38</b>	<b>0.49</b>	<b>1.03</b>	<b>1.48</b>	<b>1.53</b>	<b>1.66</b>	<b>1.64</b>	<b>1.78</b>	<b>1.96</b>	<b>1.80</b>
<b>T9: 15% Biolac, 15% Melaza, 70% Biol I-G</b>	<b>T9-A</b>	<b>0.50</b>	<b>0.54</b>	<b>0.75</b>	<b>1.62</b>	<b>1.93</b>	<b>2.02</b>	<b>2.02</b>	<b>2.16</b>	<b>2.05</b>	<b>2.14</b>
	<b>T9-B</b>	<b>0.49</b>	<b>0.58</b>	<b>0.74</b>	<b>1.66</b>	<b>1.91</b>	<b>2.12</b>	<b>2.11</b>	<b>2.12</b>	<b>2.20</b>	<b>2.18</b>
	<b>T9-C</b>	<b>0.45</b>	<b>0.58</b>	<b>0.74</b>	<b>1.67</b>	<b>1.98</b>	<b>2.14</b>	<b>2.16</b>	<b>2.20</b>	<b>2.41</b>	<b>2.23</b>

## Anexo 2: Análisis estadístico

### 1. Análisis de pH al quinto día

Suma de cuadros	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	
<b>Entre grupos</b>	0.188	8	0.025	43.267	0.000
<b>Dentro de grupos</b>	0.010	18	0.001		
<b>Total</b>	0.198	26			

pH					
HSD Tukey <sup>a,b</sup>					
Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
T9	3	3,5300			
T5	3	3,5733			
T6	3	3,5800	3,5800		
T8	3		3,6467	3,6467	
T3	3			3,6600	
T4	3			3,7100	3,7100
T1	3				3,7500
T2	3				3,7600
T7	3				3,7667
Sig.		,243	,050	,071	,135

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

2. Análisis de pH al día 30

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>				
<b>pH</b>				
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
2,173	8	18	,082	
<b>pH</b>				
<b>HSD Tukey<sup>a</sup></b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto para alfa = 0.05</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>T8</b>	3	3,6100		
<b>T9</b>	3	3,6267		
<b>T6</b>	3	3,6300		
<b>T5</b>	3	3,6733		
<b>T3</b>	3		3,7800	
<b>T7</b>	3		3,8533	3,8533
<b>T4</b>	3			3,8867
<b>T2</b>	3			3,8967
<b>T1</b>	3			3,9233
<b>Sig.</b>		,429	,260	,310
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.				

3. Análisis de acidez al día 5

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>			
<b>ÁCIDEZ</b>			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>1,375</b>	8	18	<b>,272</b>

ÁCIDEZ HSD Tukey <sup>a</sup>						
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
T7	3	1,0000				
T4	3	1,0067				
T1	3		1,3067			
T2	3		1,4200			
T5	3			1,5900		
T8	3			1,6533		
T3	3			1,7133		
T6	3				1,9167	
T9	3					2,0933
<b>Sig.</b>		1,000	,293	,207	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

#### 4. Análisis de acidez al día 30

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>1,017</b>	8	18	,458

ACIDEZ HSD Tukey <sup>a</sup>								
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	3	,9333						
T4	3	,9967	,9967					
T7	3		1,0433					
T2	3			1,1800				
T3	3				1,5067			
T5	3				1,5967			
T8	3					1,7467		
T6	3						2,0733	
T9	3							2,1833
<b>Sig.</b>		,545	,844	1,000	,158	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

### Anexo 3: Cálculos adicionales

#### 1. Relación de carbono – nitrógeno

Muestra	C/N	Interpretación
Biol I – G	7.55	Alta disponibilidad de nitrógeno
Biol II - G	16.82	Alta disponibilidad de nitrógeno

#### 2. Análisis costo-beneficio

##### Cálculo de costos de insumos

Trat.	B-Lac (%) <sup>*</sup>	Melaza (%) <sup>**</sup>	Biol (%) <sup>***</sup>	Fórmula	Costos de insumos (PEN/kg)
T1	5	5	90		2.80
T2	5	10	85		2.80
T3	5	15	80		2.80
T4	10	5	85	<i>Costo =</i>	3.60
T5	10	10	80	$(\%BLac * 18) + (\%melaza * 100)$	3.60
T6	10	15	75		3.60
T7	15	5	80		4.40
T8	15	10	75		4.40
T9	15	15	70		4.40

Notas: (\*) 1 litro de B-Lac = 18 PEN, 1 kg de melaza = 2 PEN. (\*\*), 1 kg de Biol = 2 PEN los costos están expresados en PEN (código de la divisa de Soles) por un 1 kg de mezcla.

#### Anexo 4: Resultados del ensayo de fitotoxicidad para semillas de lechugas

N	Dilución 1%			Dilución 0.1%			Dilución 0.01%			Blanco		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	22	16	20	16	32	35	34	34	25	36	34	35
2	20	20	18	28	26	36	28	20	34	24	32	37
3	23	19	17	36	32	28	43	40	32	36	35	43
4	19	16	15	30	15	31	22	35	40	33	30	21
5	19	22	15	26	32	30	33	30	36	36	24	5
6	9	17	17	34	26	34	15	29	35	36	29	26
7	24	20	10	31	28	25	27	35	35	34	28	33
8	16	21	16	23	26	28	33	33	32	36	30	33
9	14	20	22	27	30	27	36	36	30	36	30	33
10	7	15	20	29	30	34	27	32	30	33	28	27
11	16	15	15	25	28	25	30	30	25	26	36	30
12	20	17	17	21	5	18	31	35	34	32	26	30
13	19	15	15	31	24	37	26	35	39	35	22	20
14	18	17	17	24	25	38	25	30	40	36	33	36
15	11	16	18	28	32	36	35	26	22	21	30	34
16	18	21	17	28	28	22	26	30	16	36	29	24
17	19	16	21	25	27	36	30	28	7	30	29	30
18	8	18	20	10	31	30	24	15	14	16	10	10
19	7	20	20	16	15	31	42	6	25	25	23	-
20	15	29	15	-	-	-	24	7	-	8	14	-
<b>Promedios</b>	16.20	18.50	17.25	25.68	25.89	30.58	29.55	28.3	29	30.25	27.6	28.17
<b>Prom.</b>	17.32			27.39			28.95			28.67		
<b>Total</b>												

Nota: para la dilución (10%) y el abono puro (100%) no se reportó la germinación de semillas

1. Cálculo de índice de germinación

<b>Dilución</b>	<b>Germinación</b>		<b>Crecimiento radicular</b>		<b>IG (%)</b>
	<b># semillas germinadas</b>	<b>PGR (%)</b>	<b>Elongación de la radícula (mm)</b>	<b>CRR (%)</b>	
<b>0/100</b>	19.33	-	28.17	-	-
<b>0.01/100</b>	19.66	101.7	28.95	102.77	104.52
<b>0.1/100</b>	19	98.3	27.39	97.23	95.55
<b>1/100</b>	20	103.4	17.32	61.48	63.60
<b>10/100</b>	0	0	0	0	0
<b>100/100</b>	0	0	0	0	0

Nota: PGR = porcentaje de germinación relativo, CRR = crecimiento de radícula relativo, IG= índice de germinación



## Anexo 5: Informes de análisis laboratorio

### 1. Análisis físico químicos de biol I-G (fecha 19/02/2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL  
 PROCEDENCIA : LIMA/ HUAROCHIRI/ MATUCANA  
 MUESTRA DE : BIOL  
 REFERENCIA : H.R. 62445  
 FECHA : 19/02/18

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
105		6.47	5.98	9.49	1061.20	350.00	145.11	425.17

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
105		275.00	206.33	118.33

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
105		11.57	0.33	4.83	1.30	2.35

LAB	CLAVES	Pb mg/L	Cd mg/L	Cr mg/L
105		0.68	0.05	0.00



*Sady García Bendeza*  
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

2. Análisis microbiológico de biol I-G (fecha 16/02/2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274



**INFORME DE ENSAYO N° 1802053- LMT**

SOLICITANTE : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :  
1802053) BIOL DE VACA

PROCEDENCIA : Matucana  
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 1 000 ml. aprox.  
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
FECHA DE MUESTREO : 2018 - 02 - 07  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018 - 02 - 07  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2018 - 02 - 07  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2018 - 02 - 16

**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA**

Análisis Microbiológico	Muestra 1802053
1Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	> 11 x 10 <sup>2</sup>
1Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	> 11 x 10 <sup>2</sup>
1Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml.)	> 11 x 10 <sup>2</sup>
1Recuento de bacterias ácido lácticas (UFC/ml.)	13 x 10 <sup>3</sup>
1Recuento de Mohos y levaduras (UFC/ml.)	16 x 10

Métodos:

<sup>1</sup>International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II. (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

**Observaciones:**

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 16 de febrero de 2018



*Dora Zúñiga Dávila*

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

3. Análisis físico químicos de biol I-G (fecha 03/04/2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE  
 MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGRARIO  
 PROCEDENCIA : LIMA/ HUARACHIRI/ MATUCANA  
 MUESTRA DE : BIOL  
 REFERENCIA : H.R. 62864  
 FACTURA : 1878  
 FECHA : 03/04/18

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
209		6.82	5.02	8.37	5.69	434.00	85.32	393.50

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	Pb Total mg/L	Cd Total mg/L	Cr Total mg/L
209		460.00	191.00	137.50	0.40	0.02	N.D.

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
209		20.65	0.40	1.78	2.23	2.34

N.D.: No detectable.

  
 Sady García Bendezi  
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

4. Análisis microbiológico de biol I-G (fecha 03/04/2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274



**INFORME DE ENSAYO N° 1803097- LMT**

**SOLICITANTE : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA :  
1803097)BIOL DE VACA**

PROCEDENCIA : UNALM  
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x500 ml.. aprox.  
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
FECHA DE MUESTREO : 2018-03 - 19  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018-03- 20  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2018-03 - 20  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2018-03 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra1803097
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	> 11 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	> 11 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml.)	> 11 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Recuento de bacterias ácido lácticas (UFC/ml.)	24 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Recuento de Mohos y levaduras (UFC/ml.)	39 x 10 <sup>2</sup>

**Métodos:**

<sup>1</sup>International Commission on Microbiological Specifications for Foods.1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

**Observaciones:**

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 02 de Abril de 2018



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina


Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe


LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

5. Análisis físico químico de biol I – G (fecha 12/06/2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA


SOLICITANTE : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL  
 PROCEDENCIA : LIMA/ HUAROCHIRI/ MATUCANA  
 MUESTRA DE : BIOL - IG  
 REFERENCIA : H.R. 63683  
 FACTURA : Transferencia  
 FECHA : 12/06/18

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
528		7.05	5.10	28.35	17.07	1309.00	97.87	328.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	Pb Total mg/L	Cd Total mg/L	Cr Total mg/L
528		527.50	176.25	122.50	0.62	0.02	N.D.

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L	Nitrógeno Amoniacal mg/L
528		26.10	0.35	2.18	3.73	2.36	287.00

N.D.: no detectable.



*Sady Garcia Bendezi*  
 Jefe de Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

6. Análisis microbiológico de biol I-G tomado de un biodigestor (fecha 06/06/2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274



**INFORME DE ENSAYO N° 1805222- LMT**

**SOLICITANTE** : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL  
**DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO**  
**MUESTRA** : BIOL DE ESTIERCOL DE VACA  
1805222) 1° GENERACIÓN

**PROCEDENCIA** : Matucana  
**TIPO DE ENVASE** : Botella de plástico  
**CANTIDAD DE MUESTRA** : 01 muestra x 01 und. x 1 000 ml. aprox.  
**ESTADO Y CONDICIÓN** : En buen estado y cerrado  
**FECHA DE MUESTREO** : 2018 - 05 - 29  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2018 - 05 - 29  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO** : 2018 - 05 - 31  
**FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO** : 2018 - 06 - 06

**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA**

Análisis Microbiológico	Muestra 1805222
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	90 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	90 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	40 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Recuento de bacterias ácido lácticas (UFC/ml)	21 x 10 <sup>4</sup>
<sup>1</sup> Recuento de Mohos y levaduras (UFC/ml)	39 x 10 <sup>3</sup>
<sup>1</sup> Detección de Salmonella sp. en 25 ml.	Ausencia

**Métodos:**

<sup>1</sup>International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

**Observaciones:**

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 08 de junio de 2018



*Doris Zúñiga Dávila*

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274  
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: [lmt@lamolina.edu.pe](mailto:lmt@lamolina.edu.pe)

7. Análisis físico químico de biol II – G elaborado en laboratorio de Laboratorio de Biotecnología Ambiental - Biorremediación del Departamento de Biología.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL  
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LA MOLINA  
 MUESTRA DE : BIOL II - G DE VACA  
 REFERENCIA : H.R. 63395  
 FECHA : 21/05/18

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
408		3.43	20.20	106.09	85.63	1351.00	133.07	5225.00

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	Nitrógeno Amoniacal mg/L	Relación C/N
408		1470.00	587.50	435.00	371.00	36.76

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
408		17.78	0.45	4.10	2.43	2.15

LAB	CLAVES	Acidos Húmicos % (p/v)	Acidos Fúlvicos % (p/v)	Huminas % (p/v)	Pb mg/L	Cd mg/L	Cr mg/L
408		0.59	4.90	0.34	0.53	0.07	0.20

 Sady García Bendejú  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

8. Análisis microbiológico de biol II-G elaborado en laboratorio de Laboratorio de Biotecnología Ambiental - Biorremediación del Departamento de Biología.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274



**INFORME DE ENSAYO Nº 1805155- LMT**

**SOLICITANTE** : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA** :  
1805155) BIOL DE VACA

PROCEDENCIA : UNALM  
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml.. aprox.  
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
FECHA DE MUESTREO : 2018 - 05 - 07  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018 - 05 - 07  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2018 - 05 - 07  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2018 - 05 - 10

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1805155
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	< 3
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3
<sup>1</sup> Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml.)	< 3
<sup>1</sup> Recuento de bacterias ácido lácticas (UFC/ml.)	40 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Recuento de Mohos y levaduras (UFC/ml.)	29 x 10 <sup>3</sup>

**Métodos:**

<sup>1</sup>International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

**Observaciones:**

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 18 de mayo de 2018



*p. J. Zúñiga Dávila*

DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: [imt@lamolina.edu.pe](mailto:imt@lamolina.edu.pe)

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: [imt@lamolina.edu.pe](mailto:imt@lamolina.edu.pe)



9. Análisis físico químico de biol II – G elaborado en un invernadero del anexo Soca, Matucana, región Lima (resultado a escala piloto)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE  
MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL  
 PROCEDENCIA : LIMA/ HUAROCHIRI/ MATUCANA  
 MUESTRA DE : BIOL - IIG  
 REFERENCIA : H.R. 63684  
 FACTURA : Pendiente  
 FECHA : 11/06/18

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
529	BIOL - IG	3.89	19.70	79.29	60.28	2079.00	115.06	2702.50

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	Nitrogeno Amoniacal mg/L	Relacion C/N
529	BIOL - IG	1000.00	582.50	277.50	294.00	16.82

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
529	BIOL - IG	17.10	0.35	1.98	2.50	2.15

LAB	CLAVES	Pb mg/L	Cd. mg/L	Cr. mg/L
529	BIOL - IG	0.93	0.07	0.10

Nº LAB	CLAVES	Acidos Fulvicos %/pv	Acidos Humicos %/pv	Huminas %/pv
529	BIOL - IG	4.03	0.68	0.25



*Sady García Bendezu*  
Dr. Sady García Bendezu  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

10. Análisis microbiológico de biol II-G tomado de un biodigestor en el anexo Soca, Matucana, región Lima (resultado a escala piloto)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274



**INFORME DE ENSAYO N° 1805223- LMT**

**SOLICITANTE** : LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

**DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO**

**MUESTRA** : BIOL DE ESTIERCOL DE VACA  
1805223) 2° GENERACIÓN

**PROCEDENCIA** : Matucana  
**TIPO DE ENVASE** : Botella de plástico  
**CANTIDAD DE MUESTRA** : 01 muestra x 01 und. x 1 000 ml. aprox.  
**ESTADO Y CONDICIÓN** : En buen estado y cerrado  
**FECHA DE MUESTREO** : 2018 - 05 - 29  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2018 - 05 - 29  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO** : 2018 - 05 - 31  
**FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO** : 2018 - 06 - 06

**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA**

Análisis Microbiológico	Muestra 1805223
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	< 3
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3
<sup>1</sup> Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
<sup>1</sup> Recuento de bacterias ácido lácticas (UFC/ml)	14 x 10 <sup>6</sup>
<sup>1</sup> Recuento de Mohos y levaduras (UFC/ml)	88 x 10 <sup>5</sup>
<sup>1</sup> Detección de Salmonella sp. en 25 ml.	Ausencia

**Métodos:**

<sup>1</sup>International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

**Observaciones:**

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 08 de junio de 2018



p.

DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: [lmt@lamolina.edu.pe](mailto:lmt@lamolina.edu.pe)

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: [lmt@lamolina.edu.pe](mailto:lmt@lamolina.edu.pe)

## Anexo 1: Registro fotográfico



Fotografía 1: Toma de muestra de biol I – G vacuno en Matucana



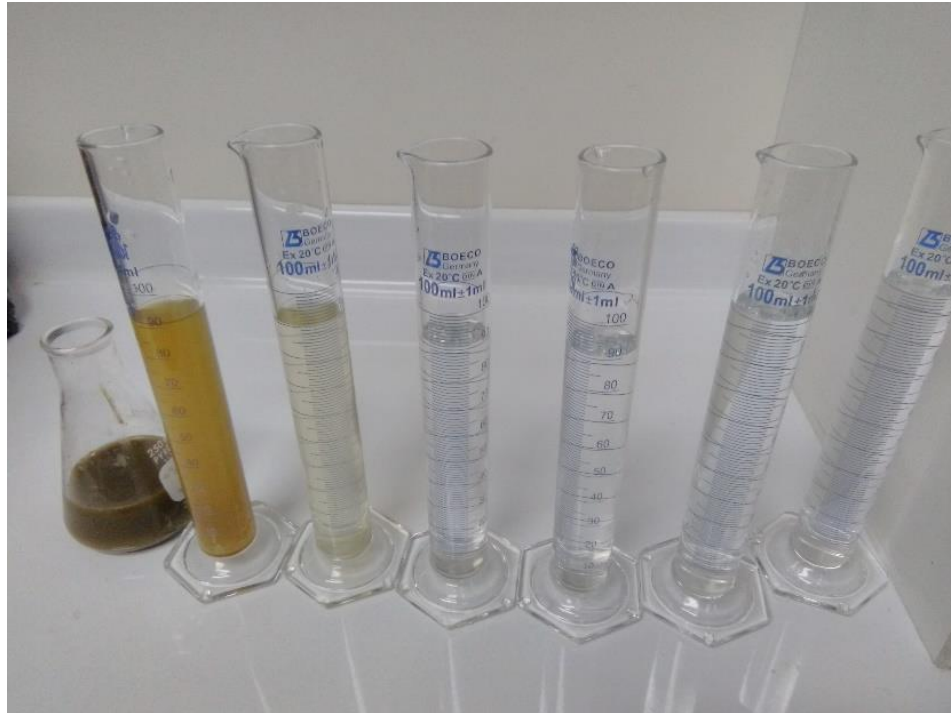
Fotografía 2: Laboratorio de biorremediación, determinación de pH de biol II-G



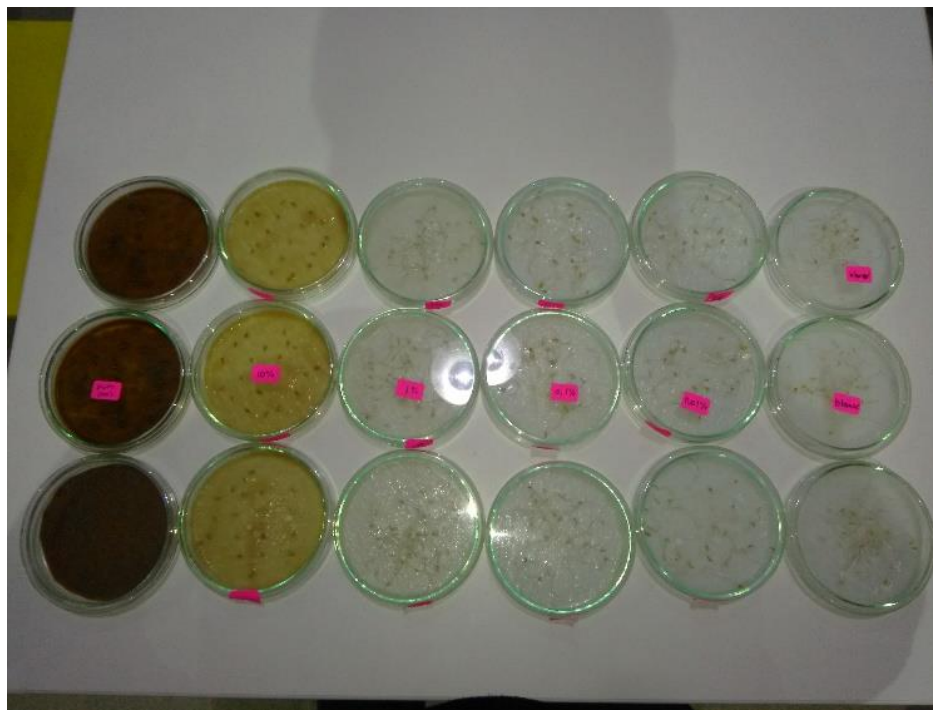
Fotografía 3: Laboratorio de biorremediación, determinación de acidez láctica



Fotografía 4: Laboratorio de biorremediación Etapa de evaluación de diferentes  
tratamiento del Biol II-G



Fotografía 5: Diluciones de biol II-G para ensayo de fitotoxicidad



Fotografía 6: Germinación de semillas de lechuga en los biofertilizantes



Fotografía 7: Mezcla de biol II-G en prueba piloto