

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

**ESCUELA DE POSGRADO**



=====

ELABORACION DE BIOL CON AGUAS SERVIDAS DEL  
MERCADO MINORISTA DE PUCALLPA Y SU EFECTO EN LA  
PRODUCCIÓN DE MAÍZ *Zea mays* L. YARINACOCHA – 2019

=====

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MEDIO AMBIENTE, GESTION SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD  
SOCIAL.**

**GABY ROSA RENGIFO RIVADENEYRA**

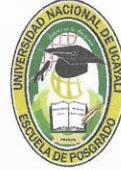
**PUCALLPA – PERÚ**

**2022**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## Escuela de Posgrado



### ANEXO N° 4

#### ACTA DE DEFENSA DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS

En la Sala de Grados de la Universidad Nacional de Ucayali siendo las 10:17 horas, del día 22 de Abril, ante el **Jurado** de Tesis o trabajo de investigación constituido por :

Presidente Ing. Mg. Gabriel Mercado Tarequi  
 Secretario Ing. Mg. Pablo Pedro Villegas Paredero  
 Vocal Ing. Mg. Maria Adelaida Pisco Lozano

El aspirante al **GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS** en

Ciencias Ambientales .....Mención:  
Gestión Sostenible y Responsabilidad Social

Don (ña) Cathy Rosa Rengifo Revadeneira.

Procedió al acto de Defensa:

a. Con la exposición de la tesis o trabajo de investigación, titulada:

"Elaboración del biof con aguas servidas del  
 morado minorista de Pucallpa y su  
 efecto en la producción de maíz Zea mays L.  
 Yarinacocha - 2019"

b. Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

a) Presentación personal

- b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones
- c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente
- d) Dicción y dominio de escenario

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis o trabajo de investigación **las observaciones** siguientes:

*Mejorar los sugerencias (redacción)*  
.....  
.....  
.....  
.....

Obteniendo en consecuencia el Maestría la **Nota** de *Diecisiete (17.)*  
**Equivalente** a *Muy Bueno*, por lo que se recomienda *Aprobado*

(aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman el presente **ACTA** en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las *11:06* horas del *22* de *Abril* del 20*22*.

*[Handwritten Signature]*

**PRESIDENTE**

*[Handwritten Signature]*

**SECRETARIO**

*[Handwritten Signature]*

**VOCAL**



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

# **CONSTANCIA**

## **ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION**

### **SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND**

**N° V/0070-2021**

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) Titulado:

**"ELABORACIÓN DE BIOL CON AGUAS SERVIDAS DEL MERCADO MINORISTA DE PUCALLPA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ (*Zea Mays L.*), YARINACocha - 2019"**

Cuyo autor (es) : **RENGIFO RIVADENEYRA, GABY ROSA**

Escuela : POSGRADO  
 Maestría : MEDIOAMBIENTE,  
 Mención : MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL.  
 Asesor(a) : Dr. Panduro Pisco, Grober

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 10%.

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

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 18/02/2021



**Dra. DINA PARI QUISPE**  
 Dirección de Producción Intelectual



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

OEByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Gaby Rosa Remigio Rincón Lameyza

Autor(a) de la TESIS de maestría titulada:

Elaboración de biol con aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa y su efecto en la producción de maíz (Zea mays L. - primavera - 2019

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Dr. Graber Panduro Pioco

En la Escuela de Posgrado, Maestría: Gestión Sostenible y Responsabilidad Social

Mención: Ciencias Ambientales

Autorizo la publicación:

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

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

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

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

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

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 05/07/2022

Email: Gabyrincos217@gmail.com  
Teléfono: 945476393

Firma: [Firma manuscrita]  
DNI: 46078118

🌐 [www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)

✉ [repositorio@unu.edu.pe](mailto:repositorio@unu.edu.pe)

## **DEDICATORIA**

Con amor a mis queridos padres: Néstor y Elena por darme el apoyo y confianza incalculable. A ambos por ser mi fuente de energía durante mi formación profesional.

A mis hermanos: Roberto y Fredy, por ser el ejemplo para mi realización profesional, los quiero profundamente.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme y ser el autor principal de haber permitido que llegara hasta este punto y por darme Salud y sabiduría para lograr este objetivo.

Expreso también mi más sincero agradecimiento a la institución y personas que han contribuido en la ejecución de la presente tesis:

A mis Padres por el gran apoyo, en el aspecto moral y decisión.

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, por darme la oportunidad y el apoyo de realizar mi proyecto de tesis en sus instalaciones.

Al Dr. Grober Panduro Pisco, asesor de la presente tesis, por su constante orientación que permitieron la satisfactoria culminación del presente trabajo de investigación.

A todas las personas que de una u otra forma aportaron en la realización y ejecución del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en el campus de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA), ubicado en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Ucayali, de junio a diciembre del 2019, con el objetivo de evaluar el efecto del biol producido de aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en la producción de maíz amarillo duro. Se usó la metodología del Manual de Producción de Biol, el maíz amarillo duro fue variedad marginal 28 tropical, con densidad de siembra de 1 x 0.8 m, colocando 2 semillas de maíz por golpe. Los tratamientos fueron T1 33.3% (15 L de agua con 5 L de biol), T2 43.3 % (14 L de agua con 6 L de biol), T3 53.3% (13 L de agua con 7 L de biol) y un testigo, con frecuencia de aplicación de 2 veces al mes. El tratamiento de las aguas residuales con el biodigestor mostró remoción de DBO5 del 37.11% y de DQO de 39.46%. El T1 mostró mayor altura del maíz con 131,89 cm, siendo altamente significativo respecto al testigo, también mostró mayor número de mazorcas por planta (1.18) y mayor número de granos por mazorca (205.3), siendo este, altamente significativo; el T2 muestra 118.34 cm y 181.00 para crecimiento de planta y numero de granos por mazorca respectivamente; sin embargo, para el peso de 100 granos de maíz el tratamiento T2 fue significativamente superior al tratamiento T1 y T3 con 63.67 g, permitiendo mayor rendimiento por hectárea con 7.18 ton/ha., siendo altamente significativo respecto a todos los tratamientos.

**Palabras clave:** biol de agua residual, maíz marginal 28 tropical, rendimiento, DQO y DBO5.

## ABSTRAC

The research was developed on the campus of the National Intercultural University of the Amazon (UNIA), located in the District of Yarinacocha, Province of Coronel Portillo, Ucayali, from June to December 2019, with the aim of evaluating the effect of the biol. of sewage from the Pucallpa retail market in the production of hard yellow corn. The methodology of the Biol Production Manual was used, the hard yellow corn was a marginal 28 tropical variety, with a sowing density of 1 x 0.8 m, placing 2 corn seeds per hit. The treatments were T1 33.3% (15 L of water with 5 L of biol), T2 43.3% (14 L of water with 6 L of biol), T3 53.3% (13 L of water with 7 L of biol) and a control, with frequency of application of 2 times a month. The wastewater treatment with the biodigester showed removal of BOD5 of 37.11% and of COD of 39.46%. The T1 showed higher corn height with 131.89 cm, being significantly compared to the control, it also showed a greater number of ears per plant (1.18) and a greater number of grains per ear (205.3), this being highly significant; T2 shows 118.34 cm and 181.00 for plant growth and number of grains per ear respectively; However, for the weight of 100 corn grains, treatment T2 was significantly superior to treatment T1 and T3 with 63.67 g, allowing a higher yield per hectare with 7.18 ton / ha., being highly significant with respect to all treatments.

**Keywords:** *wastewater biol, tropical marginal corn 28, yield, COD and BOD5.*

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRAC .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Descripción del problema .....	11
1.2. Formulación del problema. ....	13
1.2.1. Problema general.....	13
1.2.2. Problemas específicos.....	13
1.3. Objetivo General y Objetivos Específicos. ....	13
1.3.1. Objetivo General.....	13
1.3.2. Objetivos Específicos.....	13
1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.....	14
1.5. Variables.....	14
1.5.1. Variable dependiente.....	14
1.5.2. Variable independiente.....	14
1.6. Justificación e importancia.....	15
1.7. Viabilidad.....	17
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>

2.1.	Antecedentes.....	18
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	18
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	19
2.1.2.	Antecedentes locales.....	26
2.2.	Bases teóricas.....	29
2.2.1.	El biol (abono orgánico natural).....	29
2.2.2.	Biodigestores (cámara hermética donde se acumulan residuos orgánicos).....	31
2.3.	Definiciones conceptuales.....	32
2.4.	Bases epistémicos.....	34
	CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	38
3.1.	Tipo de investigación.....	38
3.2.	Diseño y esquema de investigación.....	38
3.3.	Población y muestra.....	39
3.4.	Instrumentos de recolección datos.....	39
3.5.	Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.....	42
	CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	43
4.1.	Determinar las propiedades físicas y químicas del biol obtenido a partir de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa.....	43
4.2.	Evaluar el efecto de la aplicación del biol como abono orgánico obtenido de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en el crecimiento y rendimiento del maíz (Zea mays L.).....	44

4.3. Evaluar el efecto de la aplicación del biol como abono orgánico obtenido de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en desarrollo fenológico del maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	49
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
CONCLUSIONES	56
SEGERENCIAS	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58
ANEXOS	64
ANEXO 1. Análisis químico del biol obtenido de las aguas residuales del mercado minoristas de Pucallpa.	65
ANEXO 2. Análisis de DBO5 y DQO del agua residual del mercado minorista de Pucallpa	66
ANEXO 3. Base de datos obtenido de las evaluaciones realizado al maíz Marginal 28 Tropical	67
ANEXO 4. INCONOGRAFIAS	70

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de las variables.....	15
<b>Tabla 2.</b> Caracterización nutricional del biol obtenido de las aguas residuales del mercado minorista.....	43
<b>Tabla 3.</b> Remoción de la carga orgánica de las aguas residuales del mercado minorista.....	44
<b>Tabla 4.</b> Comparación de medias para el crecimiento de planta entre tratamientos.....	45
<b>Tabla 5.</b> Comparación de medias para el crecimiento de planta entre tratamientos.....	46
<b>Tabla 6.</b> Comparación de medias para el número de granos por mazorca entre tratamientos.....	47
<b>Tabla 7.</b> Comparación de medias para el peso de 100 granos de maíz entre tratamientos.....	48
<b>Tabla 8.</b> Comparación de medias para el rendimiento por ha entre tratamiento..	49
<b>Tabla 9.</b> Composición química de bioles producidas de distintas fuentes comparadas con aguas residuales del mercado minorista.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Comparación de remoción de BBO5 y DQO del agua residual del mercado de minoritas.....	44
<b>Figura 2.</b> Comparación de medias para el crecimiento de planta entre tratamientos. .....	45
<b>Figura 3.</b> Comparación de medias para el número de mazorca por planta entre tratamientos.....	46
<b>Figura 4.</b> Comparación de medias para el número de granos por mazorca entre tratamientos.....	47
<b>Figura 5.</b> Comparación de medias para el peso de 100 granos de maíz entre tratamiento. ....	48
<b>Figura 6.</b> Comparación de medias para el rendimiento por ha entre tratamientos. .....	49
<b>Figura 7.</b> Comparación del crecimiento de las plantas de maíz en el tiempo, entre tratamientos.....	50

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Descripción del problema**

En los últimos años, debido a la contaminación ambiental, los ecosistemas se están destruyendo, siendo afectados directamente la flora y fauna y todo organismo que habita en ese entorno (Miranda, 2014), además, hay escasa difusión y sensibilización de las partes involucradas para hacer conocer a la población que el mundo se está deteriorando debido al uso indiscriminado de productos nocivos como los agroquímicos (pesticidas, abonos foliares, fertilizantes sintéticos, otros), un parque automotor descuidado (emisión de humo, monóxido de carbono, azufre, etc.), las chimeneas de las industrias, los desagües y desechos urbanos, entre otros factores que están ocasionando el deterioro y desequilibrio del ambiente.

Según Montesinos (2013), es necesario, importante y fundamental, crear nuevas alternativas del uso de los recursos y en especial del suelo con el fin de aprovechar estos sin deteriorarlo para que las futuras generaciones también puedan cultivar sus alimentos y sea de calidad. Por esta razón la elaboración de un abono orgánico (biol) a partir de residuos orgánicos, con materiales económicos y de fácil acceso, servirá para mejorar las cosechas y calidad del suelo, respetando el ambiente y a las personas.

En el año 2015, se inauguró el nuevo Mercado Minorista de la ciudad de Pucallpa (Ucayali), el cual beneficiaría a los pobladores de los distritos de Callería, Manantay, Yarinacocha, la obra tuvo una inversión de S/. 20 396 964 nuevos soles y se esperaba con ello que mejore las condiciones de comercialización de los Productos de primera necesidad, así como la limpieza, higiene, seguridad y salubridad.

Los más de 3 000 puestos de ventas de diversos productos de primera necesidad como: las carnes de pescado, pollo, res, cerdo, área de venta de verduras y tubérculos, frutas, abarrotes, textil y finalmente alimentos preparados (menús) entre otros. El expendio de estos productos de origen animal y vegetal, generan grandes volúmenes de residuos sólidos y líquidos que son desechados en algunos casos negligentemente por vendedores y compradores a los desagües del propio mercado, en otros arrojados a los caños naturales y alcantarillados cercanos al mercado minorista, trayendo como consecuencia la contaminación del entorno al mercado afectando a transeúntes y moradores cercanos al mercado con la emisión de malos olores generado por la contaminación del aire, el agua, el suelo y el paisaje.

En ese sentido, con este trabajo se propone aprovechar y demostrar que estas aguas residuales pueden ser reutilizadas y transformadas en productos orgánicos como los bioles y su uso en la producción del maíz en suelos degradados de Pucallpa, con el aprovechamiento de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa, se minimiza la contaminación ambiental, mediante la producción de bioles y su aplicación como abono orgánico en el proceso de producción de maíz en suelos degradados de Pucallpa. Con ello se busca despertar el interés por la reutilización de las aguas servidas en la elaboración de abonos orgánicos (bioles), para la recuperación de suelos degradados y en la producción agrícola.

## **1.2. Formulación del problema.**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Es posible la reutilización de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa para la producción de biol, como fuente de nutrientes en la producción de maíz amarillo duro?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas del biol obtenido a partir de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa?
2. ¿Cuál es el efecto de la aplicación del biol como abono orgánico obtenido de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en la producción de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*)?
3. ¿Cuál es el efecto de la aplicación del biol como abono orgánico obtenido de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en el desarrollo fenológico y biomasa del maíz amarillo duro (*Zea mays L.*)?

## **1.3. Objetivo General y Objetivos Específicos.**

### **1.3.1. Objetivo General.**

Determinar el efecto de la reutilización de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en la producción de bioles, como fuente de nutrientes en la producción de maíz amarillo duro.

### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

1. Determinar las propiedades físicas y químicas del biol obtenido a partir de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa.

2. Evaluar el efecto de la aplicación del biol como abono orgánico obtenido de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en el crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.).
3. Evaluar el efecto de la aplicación del biol como abono orgánico obtenido de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en desarrollo fenológico y biomasa del maíz (*Zea mays* L.)

**1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.**

El biol producido a partir de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa, influye positivamente como fuente nutricional en la producción de maíz amarillo duro.

**1.5. Variables.**

**1.5.1. Variable dependiente.**

Producción de maíz (respuesta del maíz a la aplicación de biol).

**1.5.2. Variable independiente.**

Biol (composición química y física, dosis de aplicación del biol: 15 L de agua con 5 L de biol; 14 L de agua con 6 L de biol y 13 L de agua con 7 L de biol).

**Tabla 1. Operacionalización de las variables**

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Criterios de Medición</b>	<b>Unidad</b>
<b><u>Variable Independiente</u></b>			
X1. Biol (composición química y física, dosis de aplicación del biol).	ppm, Cmol/l. Demanda Bioquímica de Oxígeno	Composición nutricional del biol	Análisis de Laboratorio
	% de biol/litro de agua	% DBO de aguas servidas	miligramos de oxígeno por litro (mg O <sub>2</sub> /l)
<b><u>Variable Dependiente:</u></b>			
Y1. Producción de maíz (respuesta del maíz a la aplicación de biol)	kg/ha de maíz/tratamiento	Producción de maíz amarillo duro	kilogramos por hectárea
	Desarrollo fenológico	Numero de flores, numero defrutos, diámetro del tallo, tamaño de hoja	Número de unidades por individuo
	Biomasa de maíz/tratamiento		

Fuente: Propia.

**1.6. Justificación e importancia.**

Según Ormeño & Ovalle (2007), Hoy es necesario e imprescindible que todos enfoquemos nuestros sistemas productivos agrícolas, agroindustriales, agroforestales, forestales, ornamentales y hortícolas; con enfoque sostenible-sustentable, básicamente con miras a mitigar o no contribuir al cambio climático y al efecto invernadero.

Además, las tendencias de la seguridad alimentaria apuntan a un tipo de alimentación sana, basada en productos orgánicos libres de contaminantes y que favorezcan tener cuerpos saludables. En ese sentido, una estrategia de crecimiento orgánico bien definida que involucra a todas las áreas funcionales de una empresa y los actores de las cadenas

productivas (distribuidores, agricultores, empaques, entre otros) va a generar el éxito constante en el crecimiento verde y desarrollo de una empresa de productos orgánicos dando a su vez una alta calidad en los alimentos y en la vida del consumidor, (Arciniegas, 2020)

Son evidentes las ventajas que tienen los abonos orgánicos en lo económico, además de aportar nutrientes, incrementar la actividad biológica, incrementando la fertilidad natural del suelo y por ende su productividad. Existen abonos orgánicos líquidos, como el Té de estiércol, Té de compost, humus de lombriz líquido y los sólidos como el compost, bocashi, vermicompost, entre otros producidos de distintas fuentes orgánicas de composición nutricional distinta, porque ello depende de los substratos utilizados en su proceso, (Ramos y Terry, 2014).

Otro tema a tener en cuenta es que para que la producción de abonos orgánicos sea económica para los productores, los insumos deben ser producidos por ellos mismos o en los alrededores de su unidad de producción, logrando independencia y reforzando el desarrollo endógeno local. Algunos productores ya elaboran sus propios abonos, sin embargo, no conocen la calidad de los mismos o puede variar sino se sistematiza su preparación (Machado, 2018).

Por ello el presente trabajo de investigación busca una nueva alternativa como fuente de producción de un bioabono (biol) rico en nutrientes y que permita incrementar el rendimiento de los cultivos, tanto en sus niveles de producción como en su desarrollo fenológico forrajero; con lo que además se pretende que los agricultores minimicen el uso de fertilizantes químicos en sus sistemas productivos agrícolas.

### **1.7. Viabilidad.**

El uso de productos orgánicos en la agricultura, cada vez está en aumento ya que esto reduce la contaminación del suelo aire y agua. En la región Ucayali, existe una gran demanda por los productos producidos orgánicamente. La reducción de la contaminación es una labor que todo ser humano debe adoptar mientras permanezca en el planeta. La sensibilización en el uso de productos orgánicos como alternativa de producción agrícolas, ayudaría a la reducción de la contaminación del planeta. El uso de biol y su aporte nutricional al suelo harán que los agricultores opten por disminuir la dosis de fertilización química que contamina el medio ambiente.

Este trabajo de investigación se hace viable debido a:

#### **El acceso.**

A lugar de estudio es fácil y rápido, si se toma ruta del centro de la ciudad hacia el mercado Minorista por la Av. Centenario o una ruta alterna por la Av. Túpac Amaru.

#### **La disponibilidad de recursos humano**

El proyecto de investigación cuenta con personal operario capacitado para apoyar en la ejecución de la investigación en la etapa de campo.

#### **El financiamiento de la investigación**

Es con recursos propios de la tesista, el cual cuenta con los recursos financieros necesarios para desarrollar eficientemente la investigación.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes.

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales.

El año 2019, un artículo del porfolio de Elsevier España ha sido nominado a los prestigiosos Elsevier Atlas Award. sobre las prácticas agrícolas ecológicas urbanas para promover la sostenibilidad ambiental y aumentar el consumo de frutas, verduras y alimentos orgánicos, mediante la cual se caracterizan las prácticas ambientales como el reciclaje e intentar que amigos o familiares reciclen, la composta de sobras para contribuir a aumentar el consumo de frutas, verduras y alimentos orgánicos.

Para analizar el efecto producido por la fertilización foliar y al suelo con biol en Heliconias; Linares et al (2017) aplicaron éstos durante 180 días siendo sus mejores resultados con para altura de planta, sanidad, número de hojas, área foliar, vigor y color, con el biol, mostrando diferencias significativas, por lo que se sugieren como complemento en la fertilización de heliconia, además del uso de sustratos con nivel alto de materia orgánica como alternativa para la retención de agua. Al realizar aplicaciones foliares de biol, se mostraron efectos significativos a los 120 y 180 días después en área foliar, por lo que este tratamiento puede ser un complemento para la fertilización al suelo en el cultivo de heliconia.

En Bogotá-Colombia, con la finalidad de aprovechar y caracterizar la biomasa residual principalmente residuos orgánicos,

evaluando sus características químicas, fisicoquímicas y microbiológicas de los residuos vegetales de la Central de Abastos, para darle una adecuada utilización mediante el proceso de digestión anaerobia. La primera revisión bibliográfica específica se llevó a cabo para determinar la estabilidad de los residuos a lo largo del año en la central de abastos de Bogotá siendo la plaza de mercado más grande de Colombia, y de acuerdo a esto se seleccionaron los residuos que presentaron mayor porcentaje de macro y micronutrientes dentro de los cuales se encuentran tanto vegetales como frutas; para lo cual fueron formuladas tres mezclas; una para vegetales, otra para frutas y la mezcla control con estiércol y agua. Se evaluaron variables como: la temperatura, la humedad, el pH, tiempo de retención, entre otras, que influyen directamente en la producción del biogás. También se realizó un diagnóstico y acondicionamiento de los digestores disponibles a escala piloto en instalaciones de la central de abastos. Se obtuvo como resultado altos porcentajes de biogás, con un contenido de metano para la mezcla de vegetales de 69,5%, para la mezcla de frutas de 67.7%, y para la mezcla control de 64.1%, (García & Gómez, 2016).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales.**

En enero del 2020, la comunicación de MINAGRI, Ministerio de Agricultura y Riego Perú publicó que este organismo impulsa durante todo el año, acciones preventivas de atención en las zonas alto andinas del país, para reducir los efectos adversos que generan las bajas temperaturas, y que, perjudican las condiciones de vida de las

familias campesinas. Parte de ello es entregar kits para la aplicación de abono foliar (biol), que consta en la entrega de bidones con capacidad de 80 litros y mochilas fumigadoras, habiendo entregado en el año anterior 6 680 kits para la elaboración del biol, recurso preparado a base de insumos que se encuentran en la comunidad, para mejorar el rendimiento del cultivo y puedan soportar la presencia de las plagas, enfermedades e inclemencias climatológicas que incluyó capacitación y asistencia técnica por parte de los especialistas, quienes realizan constante monitoreo de esta acción ejecutada en articulación con los líderes comunales y gobiernos locales, para las Provincias de Amazonas, Áncash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Moquegua, Pasco, Piura, Puno, Tacna y Tumbes.

Mencionan que el biol es un abono foliar que incrementa y estimula el óptimo crecimiento, y desarrollo de los cultivos como la papa, maíz, trigo, habas, hortalizas, frutales, entre otros. Y se obtiene como resultado del proceso de descomposición de desechos orgánicos que se encuentran en el campo, tales como guano de ganado, pasto, leche o suero, hojas verdes, agua, azúcar, etc. Su preparación artesanal es fácil y puede efectuarse en envases de distintos tamaños, según la necesidad de cada familia campesina, no hay una receta exacta para su preparación, los insumos pueden variar, pero el principal a usar es el estiércol.

En el caso de los envases de 80 litros, se puede usar de 20 a

30 kilos de estiércol en promedio, lo demás se integra en cantidades pequeñas. Luego de un proceso de fermentación, este líquido es rociado en hojas y tallos a través de las mochilas fumigadoras, durante 3 o 4 veces en el proceso de desarrollo vegetativo.

El efecto del biol logra la misma o mayor productividad del cultivo que empleando fertilizantes químicos, generando también un ahorro al agricultor quien gracias al accionar de manera preventiva por parte del sector Agricultura, no realizan gasto económico alguno por esta preparación ya que el biol es un complemento nutricional orgánico que incrementa la fertilidad natural del suelo sin contaminar el agua, aire ni los productos obtenidos, mejorando además la calidad de los productos dándoles una buena presentación en el mercado y otorgando un valor agregado a la cosecha del beneficiario.

Según refiere Díaz Montoya (2017), en su tesis de Magíster Scientiae en suelos: “CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BIOL Y SU EFECTO EN GERMINACIÓN DE SEMILLAS”, la elaboración y uso del biol, es una práctica común entre los agricultores orgánicos de nuestro país, quienes han aprendido a elaborarlo en biodigestores artesanales, utilizando formulaciones básicas con insumos propios de cada localidad. Como es un abono fácil de replicar, de bajo costo y que puede ser adaptado a las condiciones de cada agricultor, en la actualidad hay tantas formulaciones para elaborar biol como productores en el país. Sin embargo, tanta diversidad muestra como resultado común para todos los productores que, la aplicación de biol

a sus cultivos, mejora la nutrición de las plantas. Tanto ha sido el éxito alcanzado por esta tecnología, que a la fecha hay varias iniciativas para producir biol a mayor escala y comercializarlo como un abono foliar. Si bien, se ha investigado sobre el efecto del biol en los cultivos, poco se sabe sobre lo que ocurre durante su proceso de elaboración en estos biodigestores artesanales.

Para cultivo de *Lactuca sativa*, utilizando biol; Pomboza et al (2016) encontraron como resultados que la dosis del 6% aplicado cada 15 días tratamiento contribuyó al mayor diámetro del cogollo comercial, al mayor peso del cogollo comercial y al mayor rendimiento por unidad experimental, sugiriendo que la aplicación de biol puede ser una importante alternativa ecológica para fertilizar cultivos ecológicos como la lechuga reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química y los costos de producción. Concluyen que las dosis de biol aplicadas a los tratamientos funcionaron adecuadamente en relación directa a mayor dosis mayor peso, a pesar de las condiciones medioambientales desfavorables ocurridas en el sector, el rendimiento obtenido es aceptable desde el punto de vista económico en comparación con rendimientos obtenidos en otras zonas.

Peralta (2016) refiere que en los sistemas de producción animal se generan grandes cantidades de excretas que ocasionan impactos ambientales negativos, pero que a su vez ser fuentes de nutrimentos para la elaboración de abonos orgánicos; es por ello que utilizando excretas frescas de ganado vacuno mezclados con otros insumos orgánicos y bacterias durante 21 días, permitió darle valor

agregado a las excretas, transformándolas en abonos orgánicos de interés agronómico, estables y libres de agentes patógenos. Los análisis microbiológicos muestran que se puede obtener productos inocuos, libres de microorganismos patógenos que puedan generar riesgos en la salud a las personas en la manipulación de dicho abono, tampoco representa riesgo de contaminación en los suelos de cultivos por lo que es una propuesta alternativa para dar valor agregado al tratamiento de las excretas de los establos lecheros

Respecto a la utilidad, uso y aplicaciones del biol, García et al (2020), manifiestan que su uso como abono líquido es una opción viable y económica que puede ser integrada a los sistemas de producción familiar en el trópico húmedo. Estudiando la aplicación del biol en diferentes concentraciones y la respuesta en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) encontraron resultados que indican que el rendimiento del maíz fue mayor en los tratamientos con aplicación foliar de abono, incluyendo el tratamiento con aplicación dirigida al suelo, alcanzando promedios más altos de rendimiento con 5,24 t ha<sup>-1</sup>. Similar trabajo realizó Cedeño et al (2018), para determinar efecto de la nutrición foliar complementada con micronutrientes y fitorreguladores sobre el rendimiento del maíz amarillo duro. Para ello, hicieron fertilización al suelo y nutrición foliar complementada con micronutrientes y fitorreguladores en las etapas fenológicas de hoja 6, hoja 12 y hoja 18. Los reportes muestran que la nutrición foliar complementada con micronutrientes y fitorreguladores tiene efectos significativos sobre el rendimiento, que en promedio produjo 11,27 t ha<sup>-1</sup> en relación al

tratamiento testigo (fertilización edáfica) con 8,77 t ha<sup>-1</sup>, que representó 28% de incremento productivo. Se considera que estos resultados son prometedores y destacan la importancia de la nutrición foliar complementaria dentro de un plan integral de manejo del cultivo, sin embargo, no son definitivos, por lo que recomiendan realizar ajustes vía experimentos formales en varias localidades para precisar datos y recomendaciones.

Con la finalidad de evaluar el efecto de 05 dosis de biol en el rendimiento del cultivo maíz blanca (*Zea mays* L.), Chanca y Lulo (2018) instalaron un experimento en el distrito de Huando-Huancavelica, a 3320 msnm. Sometiendo a evaluación: número de mazorcas por planta a 160 DDS; altura de planta, longitud de mazorca a 180 DDS; diámetro de mazorca, peso de grano por mazorca 210 DDS; peso de grano por tratamiento 215 días, materia seca 220 DDS y el rendimiento por área neta experimental, obteniendo como resultados que las dosis de biol fueron muy resaltantes en el rendimiento del maíz, siendo el grano seco de maíz con la aplicación de 1500 ml de biol/20 litros de agua junto al donde se observaron los mejores resultados. Es por ello que recomiendan la aplicación 1500ml de biol/20 litros de agua para una buena producción de maíz amarillo duro.

También Díaz Montoya (2017) manifiesta que, en la actualidad, no existen parámetros que definan el proceso de elaboración de los bioles en el Perú. A consecuencia de ello, la calidad final del biol producido artesanalmente varía sustancialmente. Desarrolló su

investigación para caracterizar el proceso de elaboración de biol y evaluar la variación de las propiedades físicas (temperatura, color y olor), químicas (pH, CE y, macro y micro nutrientes) y microbiológicas (población de bacterias, hongos y actinomicetos), durante el proceso de digestión anaerobia. Para ello, construyeron biodigestores artesanales para ensayar 4 formulaciones de biol elaborados en 121 días; cada formulación de biol (tratamiento) utilizó diferentes insumos. En el producto final se determinó el contenido de precursores hormonales (giberelinas, auxinas y citoquininas). El efecto de cada formulación de biol fue evaluado en la germinación de semillas de algodón, lechuga y alfalfa. Los resultados de los parámetros físicos mostraron: (1) temperaturas de biol superiores a la temperatura ambiental, (2) color final de los bioles similar para tres tratamientos (pardo olivo) y, (3) olor predominantemente normal y agradable. Los parámetros químicos mostraron: (1) una fase de acidificación al inicio del proceso migrando hacia la neutralidad con similar tendencia para todos los tratamientos, (2) incremento gradual de la CE en todos los tratamientos, (3) contenido de macro y micronutrientes con variación significativa; nitrógeno, potasio, calcio y boro presentaron curvas de variación con similar tendencia. Los parámetros microbiológicos mostraron una disímil variación poblacional de bacterias, hongos y actinomicetos mesófilos entre los tratamientos. Los bioensayos permitieron confirmar la presencia de sustancias de acción giberélica, auxínica y citoquinínica en los bioles elaborados. El efecto en el porcentaje de germinación fue mayor en semillas de algodón

remojadas en biol al 5% y lechuga al 2%.

Últimamente, se está volviendo a valorar y rescatar tecnologías ancestrales que no dañan al medioambiente, que permiten obtener productos alimenticios de mejor calidad, usando recursos locales que son de bajo costo. Una de estas tecnologías es la elaboración del biofertilizante líquido, conocido también como biol que contiene nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el crecimiento y desarrollo de la planta y además pueden ser un buen complemento a la fertilización aplicada al suelo (Mestre, 2008).

Durante la producción del biogás a partir de la fermentación metano génica de los desechos orgánicos, en uno de los colectores laterales del digestor aparece un líquido sobrenadante que recibe el nombre del biol con el tiempo aparece un lodo húmico en el fondo del digestor llamado biosol (Rodríguez, 2014).

### **2.1.2. Antecedentes locales.**

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA 2011), realizó el estudio de la adaptación de una variedad de maíz denominado INIA 616, se trata del maíz amarillo duro (*Zea mays*) la aplicación fue en la región selva, sobre todo a los suelos de restinga de selva baja, según el estudio el cultivo se realizó de setiembre a octubre del 2011 en suelos de altura o purma, y en restingas de abril a mayo de ese mismo año. La preparación del suelo se hizo sin quema, aplicando herbicida post emergente, o también mecanizando el terreno. Para asegurar una buena germinación de la semilla y garantizar la emergencia de

plántulas, emplearon semilla certificada, la siembra se realizó teniendo en cuenta la adecuada humedad y a una profundidad no mayor de 5 cm. Antes de realizar el control de plagas, cuantificaron el ataque, que no debe ser mayor al 10%. La semilla certificada tratada con insecticida y fungicida previene el ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en las primeras etapas aplicar insecticidas líquidos y cuando este bien definido el cogollo de la planta aplicar insecticida granulado en dosis comerciales. Otra alternativa es el control biológico liberando avispitas del género *Trichogramma* o aplicando Baculovirus. La variedad de maíz INIA 616 – Ucayali, es el resultado de los trabajos de investigación desarrollados por los investigadores y técnicos del programa Nacional De Innovación Agraria en maíz y el personal técnico de la estación experimental Agraria Pucallpa – Ucayali.

Para comprobar si las experiencias de Madre de Dios, Honduras y del oeste de África tendrían éxito en la zona del río Marañón, hicieron varios experimentos con campesinos en los alrededores de la localidad de Nauta, para así determinar si el sistema de cobertura y abono verde con mucuna se podría aplicar en Loreto. En varias chacras se sembró la mucuna después de la roza y la tumba de la vegetación existente.

En las zonas no-inundables (“la altura”), la mucuna no tuvo el crecimiento esperado debido a la baja fertilidad del suelo, la abundante infestación de hormigas “curuhinse” (*Atta cephalotes*), y por el ganado que invade la chacra. Pero en las zonas inundables

("los bajiales"), la mucuna respondió muy bien y la cobertura cubrió agresivamente la parcela dos meses después de la siembra. La mucuna se sembró al voleo en un terreno rozado sin quemar. Después de cuatro meses de sembrado se rozó la mucuna y luego el sembrío de maíz, para cosecharlo cuatro meses después. Los resultados fueron promisorios se registró un incremento en la producción a bajo costo y la mano de obra disminuyó. (Álvarez et al., 2010).

El trabajo de Gómez et al. (2010), refiere que el mantenimiento de la capacidad productiva del suelo requiere integrar prácticas de nutrición vegetal y de mejoramiento del suelo que permitan un manejo adecuado de los nutrimentos para evitar su carencia o pérdidas por lixiviación, y de la materia orgánica para potenciar la biodiversidad edáfica y optimar las variables edáficas ligadas a su conservación.

Rodríguez (2014), indica que el maíz como todo producto del que se espera un rendimiento comercial económico, debe disponer además de las oportunas prácticas de cultivo, de los nutrientes necesarios para alcanzar dicho objetivo. Estos nutrientes son los llamados elementos esenciales e indispensables para el crecimiento y desarrollo de las plantas y la producción final del grano. Tres de los elementos, llamados también macro elementos primarios, son el nitrógeno, fósforo y potasio, los que se aplican al suelo como fertilizantes comerciales. Otra fuente de estos elementos proviene de los abonos orgánicos y los abonos foliares, que incluyen elementos mayores secundarios y menores (magnesio, manganeso, boro, fierro,

etc.), igualmente necesarios para el desarrollo normal de las plantas, aunque en proporciones mucho menores.

## **2.2. Bases teóricas.**

### **2.2.1. El biol (abono orgánico natural).**

Biol, es todo material que se obtiene directa o indirectamente de las plantas y/ o animales durante el proceso de descomposición, como fuente de nutrientes esenciales, materia orgánica, sustancias húmicas, fitohormonas y otros compuestos de naturaleza enzimática y proteica, las que pueden influir sobre el rendimiento de los cultivos, además de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Es un abono líquido que se origina a partir de la fermentación de materiales orgánicos, rentables ecológicamente y económicamente y es producto de un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que sus insumos de preparación son locales, (Saray, 2013).

Este concepto es reforzado por Álvarez (2010), quien considera que el biol es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha). El biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas. Es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que sus insumos de preparación son locales, aunque su elaboración tiene un periodo de entre dos y tres meses. También menciona que tiene dos componentes: una parte sólida y una líquida. La primera es conocida

como biosol y se obtiene como producto de la descarga o limpieza del biodigestor donde se elabora el biol.

La parte líquida es conocida como abono foliar. El resto sólido está constituido por materia orgánica no degradada, excelente para la producción de cualquier cultivo; siendo posible usar cualquier tipo de estiércol y de planta, dependiendo de la actividad ganadera (vacuna, ovina, camélida o animales menores) y la diversidad vegetal de nuestra comunidad.

Aplicar este fertilizante natural, Álvarez (2010), permite equilibrar el contenido de nutrientes existentes en el suelo, las plantas crecen, se mantienen sanas y resistentes, sus productos son abundantes y de calidad, corrigiendo problemas de estrés, ya sea por plagas, enfermedades o interrupción de sus procesos normales de desarrollo mediante una oportuna, sostenida y buena nutrición, ofreciendo así alimentos libres de residuos químicos.

Pero también se le reconoce como un subproducto, después de la generación de biogás debido a que aporta materia orgánica estabilizada rica en elementos minerales en forma líquida: proveniente de digestores continuos con una alta tasa de carga y un bajo contenido de sólidos totales (inferior al 12 %); (Varnero, 2011).

La investigación de Peralta (2016) referida a la “Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico”, sostiene que en los sistemas de producción animal se generan grandes cantidades de excretas que

ocasionan impactos ambientales negativos a pesar de ser fuentes de nutrimentos para la elaboración de abonos orgánicos. Desarrollaron una investigación con la finalidad de proponer un sistema biológico acelerado (5 días) para la obtención de abonos orgánicos. Para ello hicieron pretratamientos de las excretas frescas de ganado vacuno y se aplicaron 25 tratamientos con las excretas tratadas (ET) en una proporción hasta del 100%, melaza de caña de azúcar y como inóculo el consorcio microbiano ácido láctico (B-lac) en la proporción de 0, 5, 10, 15 y 20 % (v/p). Los tratamientos fueron evaluados por un período de 21 días y los resultados mostraron que este proceso productivo cumplió los requerimientos planteados de pH más bajo 4.02 y acidez más alta en el menor tiempo de 2.06% en ácido láctico; además de estar libre de agentes patógenos y presentar buenas propiedades agronómicas de nitrógeno, de fósforo, potasio, materia orgánica y un alto contenido de micro nutrientes. De esta manera demostraron que el tratamiento biotecnológico permite dar valor agregado a las excretas, transformándolas en abonos orgánicos de interés agronómico, estables y libres de agentes patógenos.

### **2.2.2. Biodigestores (cámara hermética donde se acumulan residuos orgánicos).**

El biodigestor puede ser construido con diversos materiales como ladrillo, cemento, metal o plástico. La aplicación de la digestión anaeróbica en biodigestores domésticos es una fuente de energía renovable (biogás), la cual puede reemplazar a combustibles fósiles como el gas natural o el GLP. Además, permite obtener un fertilizante

orgánico de calidad (biol) y evita la emisión de gases de efecto invernadero provenientes de la descomposición incontrolada de la materia orgánica, lo que cobra mayor importancia en la actualidad debido a los efectos que está causando el calentamiento global. El biodigestor tubular de plástico es una inversión rentable para una familia, siempre y cuando se utilice no solo el biogás sino también en el biol como fertilizante orgánico, en reemplazo de fertilizantes químicos comerciales, debido a que es más rentable para aquellas familias que lo utilicen para fertilizar cultivos como el arroz o el maíz, siendo necesario evaluar económicamente sobre su rendimiento en los cultivos para determinar el beneficio económico real que se obtiene, (Arrieta, 2016).

### **2.3. Definiciones conceptuales.**

**Biol.** El Biol es el resultado de la fermentación de estiércol y agua a través de la descomposición y transformaciones químicas de residuos orgánicos en un ambiente anaerobio. Es un residuo degradado y estabilizado, por lo que se puede aplicar en dosis importantes a las plantas, sin mayores riesgos; (Bragoni e Indiveri, S.f).

**Semilla.** La semilla, simiente o pepita es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta; es la estructura mediante la cual realizan la propagación de las plantas que por ello se llaman espermatofitas (plantas con semilla). La semilla se produce por la maduración de un óvulo de una gimnosperma o de una angiosperma. Una semilla contiene un embrión del que puede desarrollarse una nueva planta

bajo condiciones apropiadas. También contiene una fuente de alimento almacenado y está envuelta en una cubierta protectora. La semilla más antigua que se conoce corresponde a un fósil encontrado en Bélgica, denominado *Runcaria*. (Valencia-Ávalos et al., 2014).

**Fenología.** Casiano y Paz (2018), citan a varios autores para explicar la fenología vegetal y refieren que la producción periódica de las estructuras vegetativas y reproductivas, es resultado de las interacciones entre factores bióticos y abióticos que determinan el tiempo más adecuado para el crecimiento y la reproducción de las plantas y que la repetición anual de eventos fenológicos sincronizados con el clima, tales como floración y fructificación, es frecuentemente utilizada para definir las secuencias estacionales. Entre los eventos fenológicos, la floración es un proceso importante al influir en la formación de los frutos y al afectar a muchos animales que dependen del néctar como recurso energético.

**Nutrientes.** Es aquello que nutre, es decir, que aumenta la sustancia del cuerpo animal o vegetal. Se trata de productos químicos que proceden del exterior de la célula y que ésta requiere para poder desarrollar sus funciones vitales. El nutriente es absorbido por la célula y transformado a través de un proceso metabólico de biosíntesis (conocido como anabolismo) o mediante degradación para obtener otras moléculas. (Valencia-Avalos et al., 2014).

Ecosistema, Ecología y Agroecología.

**FAO (2009)** reporta que una alternativa agroecológica es cualquier sistema agropecuario con un enfoque principalmente ecológico, donde tanto el diseño como el conocimiento de los ecosistemas agrícolas se basan en principios ecológicos. La “agroecología” y “agricultura orgánica” suelen

utilizarse de forma intercambiable, aunque la agroecología no promulga necesariamente la prohibición estricta del uso de insumos sintéticos. Sin embargo, la agroecología es la ciencia y la aplicación práctica de conceptos y principios ecológicos al estudio, el diseño y la gestión de las interacciones ecológicas en los sistemas agropecuarios (por ejemplo, las relaciones entre elementos bióticos y abióticos). Este enfoque sistémico integral en materia de desarrollo de los sistemas agropecuarios y alimentarios se basa en muy diversas técnicas, prácticas e innovaciones, conocimientos locales y tradicionales además de los de la ciencia moderna. En general, el ecosistema está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismo interdependiente que comparte el mismo hábitat. Los ecosistemas suelen formar una serie de cadenas que muestran la interdependencia de los organismos dentro del sistema.

#### **2.4. Bases epistémicos.**

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central, siendo su cultivo hoy en día, muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada, siendo Estados Unidos otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz. Su origen no está muy claro, pero se considera que pertenece a una zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí, (Info Agro, s.f).

Cuando Cristóbal Colón llegó al Nuevo Mundo (1492), sus hombres encontraron en la isla de Cuba grandes campos con un extraño cereal, hasta entonces desconocido en el Viejo Mundo, se trataba del maíz (*Zea Mays*) al cual los aborígenes de esta isla le designaban con el nombre de mais o mahis y que lo consumían asado, cocinado, fresco, seco y hecho harina. Luego se ha encontrado en toda América y hoy este cereal es el de mayor valor para el género humano, que todo el oro y la plata de México y el Perú, siendo relacionado su hallazgo con el origen de la agricultura. A través de cientos y miles de años, el hombre cultiva y domestica al maíz, adquiriendo importancia en la dieta diaria subsistencia humana, motivó en la mayoría de los pueblos aborígenes una serie de leyendas sobre su origen mítico, quienes lo consideran un don de los dioses, (Echevarría y Muñoz, 1988).

En el artículo titulado “De lo antiguo a lo más moderno: Una mirada a la evolución de la fertilización de los suelos”, publicado en Santiago de Chile, en *El Mercurio* (2020), se menciona que el hombre primitivo obtenía sus alimentos exclusivamente de la recolección de frutos, de la pesca y de la caza y así dio inicio a la agricultura representando un enorme avance, que permitió el desarrollo y formación de tribus, asentamientos, poblados y, posteriormente, ciudades, principalmente en la Mesopotamia en lo que hoy se conoce como Irak. Desde hace 2.500 años AC de la obtención de altos rendimientos de cebada en aquellas fértiles tierras ubicadas entre los ríos Tigris y Éufrates. Con el paso del tiempo, el hombre observó que al cultivar continuamente los suelos disminuía su capacidad productiva y por ello incorporaban restos vegetales y animales al suelo para restablecer la fertilidad, sin embargo, realmente se desconoce absolutamente el momento

en que se inició esta práctica agronómica de la fertilización. Continúa el autor, que los griegos, entre 900 y 1.000 años AC, utilizaban el estiércol en los viñedos e incluso destacaban la importancia de usar algunas leguminosas, como las habas, los tréboles y la alfalfa, para mejorar el suelo.

Finalmente, durante el siglo XVII, varios investigadores ingleses desarrollaron diversos experimentos tratando de entender el comportamiento de las plantas, llegando a la teoría de que las raíces de las plantas eran capaces de ingerir pequeñas partículas de suelo, siendo en el siglo XVIII, los ingleses Baker, Young y Home, quienes trabajaron con diversos “fertilizantes” como brea, conchas de ostras, aceite, estiércol de ave y carbón de leña, entre otros, llegando finalmente a proponer diversas teorías, como aquella que señalaba que las plantas contenían fuego en estado de fijación o también denominado flogisto. Otra teoría fue que las plantas absorbían directamente el humus del suelo, el cual constituía su principal alimento; sin embargo, el siglo XIX fue fundamental en el avance del conocimiento de los factores que explican el crecimiento de las plantas, cuando el francés Boussingault visitó nuestro país a mediados del siglo XIX y colectó siete muestras de suelo, desde la zona central hasta la zona sur. En su reporte dijo que el azoe (nitrógeno) se incrementaba de norte a sur del país. Se puede afirmar que estas fueron las primeras muestras de suelo de nuestro país analizadas químicamente. No obstante, la teoría del humus seguía predominando hasta que el científico alemán Liebig, con sus famosos experimentos, descubrió que el Carbono contenido en las plantas provenía del dióxido de carbono del aire y que el hidrógeno y oxígeno provenían del agua. Ya a principios del siglo XX, la importancia del nitrógeno y

especialmente del salitre chileno y también de las guaneras del norte (guano rojo y guano blanco), como fuente de fósforo, fue un enorme aporte para la agricultura de occidente. Sin embargo, a principios del siglo XX científicos alemanes lograron sintetizar la urea o el mal llamado salitre sintético, lo que generó un incremento notable del uso del nitrógeno a nivel mundial con enorme impacto en la productividad de los suelos y en la producción de alimentos; finaliza la publicación de El Mercurio.

Actualmente, la tecnología de producción de biol ha sido mejorada y actualizada por Japón, quienes tienen experiencias en Ucayali en cultivos de café y cacao con su producto llamado "bocashi", con el cual incrementaron los niveles de producción.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación fue experimental, se comprobó las respuestas del cultivo de maíz frente a la aplicación del biol en distintas dosis, con el fin de describir el efecto o aprovechamiento que tiene en la fertilización del cultivo de maíz.

### 3.2. Diseño y esquema de investigación.

Para este trabajo de investigación se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo un total de 12 unidades experimentales. El análisis de varianza ANVA se efectuó mediante la prueba de comparación de medias de Tukey al 0,05%. La matriz de datos fue analizada mediante el software estadístico INFOSTAT, 2020.

El modelo matemático fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media general.

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i.

$E_{ij}$  = Error experimental

### **3.3. Población y muestra.**

La población comprendió toda el agua residual obtenida del mercado minorista de Pucallpa, sirve para la producción de biol; la muestra fue considerado el biol obtenido del proceso anaeróbico que fue aplicado al cultivo de maíz en distintas dosis.

El campo experimental tuvo un área de 285 m<sup>2</sup> en un suelo degradado del Distrito Yarinacocha ubicado en campus de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. (UNIA)

### **3.4. Instrumentos de recolección datos.**

Se aplicó diferentes dosis de biol durante el proceso agronómico del cultivo de maíz, logrando respuestas en la producción y tamaño de biomasa de la planta.

#### **Ubicación del área experimental:**

El área del experimento estuvo ubicada en el Distrito de Yarinacocha en los terrenos de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA).

#### **Selección del área experimental:**

La investigación se realizó en los terrenos de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, con un área 15 x19 m (285 m<sup>2</sup>), con un efecto de borde de 1 metro y con un distanciamiento 0.80 m entre surcos y 0.35 m entre golpes con 2 semillas por golpe (75 000 plantas /ha).

#### **Preparación del terreno donde se sembrará el maíz.**

Se realizó primero las labores de desmalezado con herramientas manuales (machetes y palas) para luego apilar las malezas y ser retirados del área del experimento.

Después se realizó el nivelado del terreno manualmente, se realizó con dirección de este a oeste, con las siguientes dimensiones, 19 m de ancho por 15 m de largo.

### **Siembra del maíz.**

Se utilizó 4 kilos de maíz de variedad marginal 28 tropical, colocando 2 semillas de maíz por golpe.

### **Producción y Aplicación del Biol.**

El biol fue producido teniendo como base los efluentes de las aguas servidas del Mercado Minorista de la ciudad de Pucallpa, las que fueron mezcladas con insumos atractivos para bacterias y otros microorganismos que ayudaron en el proceso de fermentación y maduración del líquido experimental.

Para su preparación se siguió la metodología establecida en el Manual de Producción de Biol (2017), que establece paso a paso la preparación de biol y su aplicación según la especie vegetal.

Para la elaboración del biol no es necesario una receta, simplemente lo elaboramos con los residuos que hay en nuestro alrededor, sin embargo, su producción puede resumirse en los siguientes pasos:

- a) Lavar bien el bidón, luego ubicarlo en un lugar soleado, de donde no se le moverá por varias semanas. Debe estar ubicado, preferentemente, cerca de la fuente o componente principal.
- b) Llenar con estiércol fresco el tacho o bidón. Si el estiércol se encuentra seco, remojarlo 24 horas para facilitar la mezcla.

- c) Agregar el agua residual y mezclar homogéneamente con la ayuda de un palo de madera.
- d) Agregar ceniza y melaza o azúcar y continuar moviendo la mezcla.
- e) Remover la mezcla para que se homogenice. Es importante no llenar por completo el bidón, dejando al menos 3 cm de espacio hacia la boca del bidón para proporcionar espacio adecuado para el inicio del proceso de fermentación.
- f) Sellar el bidón. Debe tenerse en cuenta que esta fase es muy importante, porque será eliminado el gas (metano) que resulta de la fermentación de los componentes.
- g) El tiempo de elaboración del biol, es decir, de su descomposición y fermentación, depende del clima local. En climas fríos puede tomar entre 75 y 90 días, mientras que en climas cálidos entre 30 y 45.

Dosis de aplicación:

- 33.3% (15 L de agua con 5 L de biol)
- 43.3 % (14 L de agua con 6 L de biol)
- 53.3% (13 L de agua con 7 L de biol) Aplicando 2 veces al mes

### **Labores culturales.**

La labor cultural se realizó desde el inicio de la siembra del cultivo de maíz, para conseguir un buen objetivo en el crecimiento de las plantas.

### **Cosecha.**

La cosecha se realizó después de 3 meses, cuando las mazorcas de maíz estuvieron en condiciones de madurez fisiológica aceptables.

### **Evaluación de la producción según tratamiento.**

La evaluación del rendimiento se realizó durante el ciclo productivo del cultivo de maíz de acuerdo a cada tratamiento.

### **3.5. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.**

Los datos que se recolectaron en el campo en estudio, fueron archivados en una carpeta. Las evaluaciones de crecimiento fueron recolectadas cada 8 días, procesados el mismo día con la finalidad de no acumular información y asegurar su almacenamiento en una matriz de datos. Una vez transcurrido el tiempo de estudio, la información fue procesada y exhibidas como resultado de las variables, obteniéndose del mismo una información real validada, para su posterior aprobación sustentación y publicación.

Para el análisis de los datos se estableció la relación de dependencia que se encuentre entre las variables, a fin de establecer la causa efecto. Para ello se diseñaron cuadros de análisis o de resumen de los resultados y se incluyeron gráficos con aplicaciones estadísticas.

Para la toma de datos y procesamiento de registro se utilizó materiales y equipo como:

- GPS.
- Libreta de campos.
- Tablero de apoyo, lápiz.
- Laptop.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Determinar las propiedades físicas y químicas del biol obtenido a partir de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa.

Las propiedades nutricionales del biol se muestran en el Tabla 02, donde se muestran los valores de los principales macro y micronutrientes obtenidos después del proceso de biodigestión de las aguas residuales del mercado minorista de Pucallpa.

**Tabla 2.** Caracterización nutricional del biol obtenido de las aguas residuales del mercado minorista.

Nutrientes	Unidades	Valor
Nitrógeno	%	0.27
Fósforo	mg/L	2.15
Potasio	mg/L	231.00
Calcio	mg/L	89.30
Magnesio	mg/L	15.00
Azufre	mg/L	37.80
Cobre	mg/L	1.23
Hierro	mg/L	2.20
Manganeso	mg/L	3.70
Zinc	mg/L	21.30
pH		6.72
Conductividad	mS/L	1.16
Materia Orgánica	%	1.34

Fuente: propia.

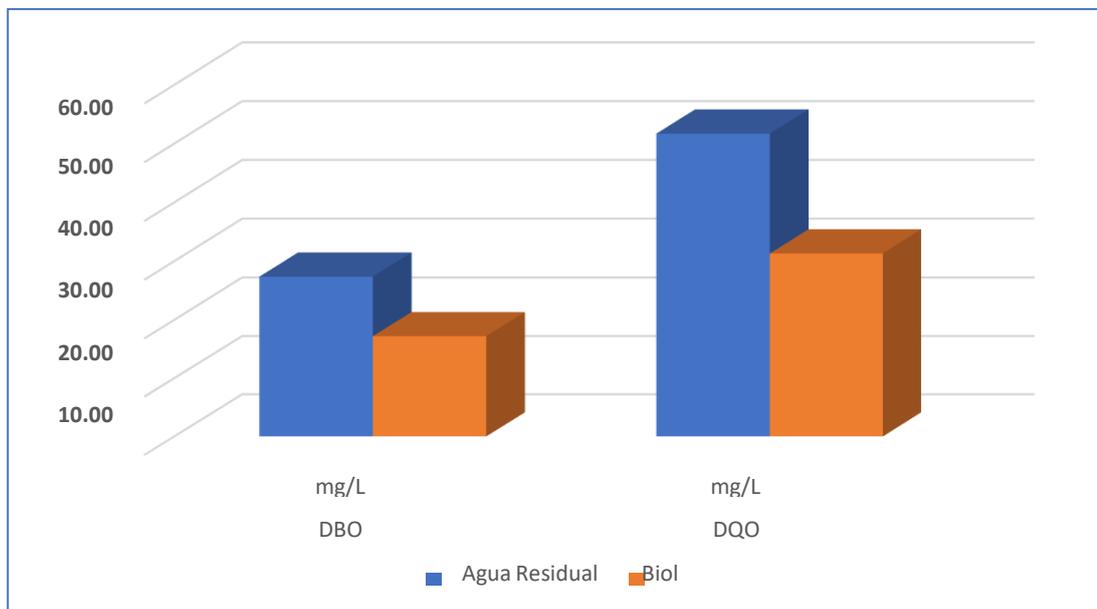
En la Tabla 03 podemos observar el porcentaje de remoción de la carga orgánica en relación al DBO5 y DQO de las aguas residuales del mercado minorista de Pucallpa, donde podemos apreciar una remoción del 37.11% de DBO5 y de 39.46% de DQO (ver figura 01).

**Tabla 3.** Remoción de la carga orgánica de las aguas residuales del mercado minorista.

Análisis	Unidades	Agua Residual	Biol	% Remoción
<b>DBO5</b>	mg/L	27.35	17.20	37.11%
<b>DQO</b>	mg/L	51.70	31.30	39.46%

Fuente: Análisis de laboratorio.

**Figura 1.** Comparación de remoción de BBO5 y DQO del agua residual del mercado de minoristas.



Fuente: propia.

#### 4.2. Evaluar el efecto de la aplicación del biol como abono orgánico obtenido de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en el crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.).

La utilización de biol como abono orgánico favorece el crecimiento de las plantas, se realizó el análisis de varianza empleando Prueba de Tukey al 0.05% para todos los casos.

En la tabla 4 y figura 2 se muestran los resultados obtenidos en el crecimiento de la planta, donde podemos apreciar que existe diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre el tratamiento 1 (Biol al 33.33% 15 L de agua

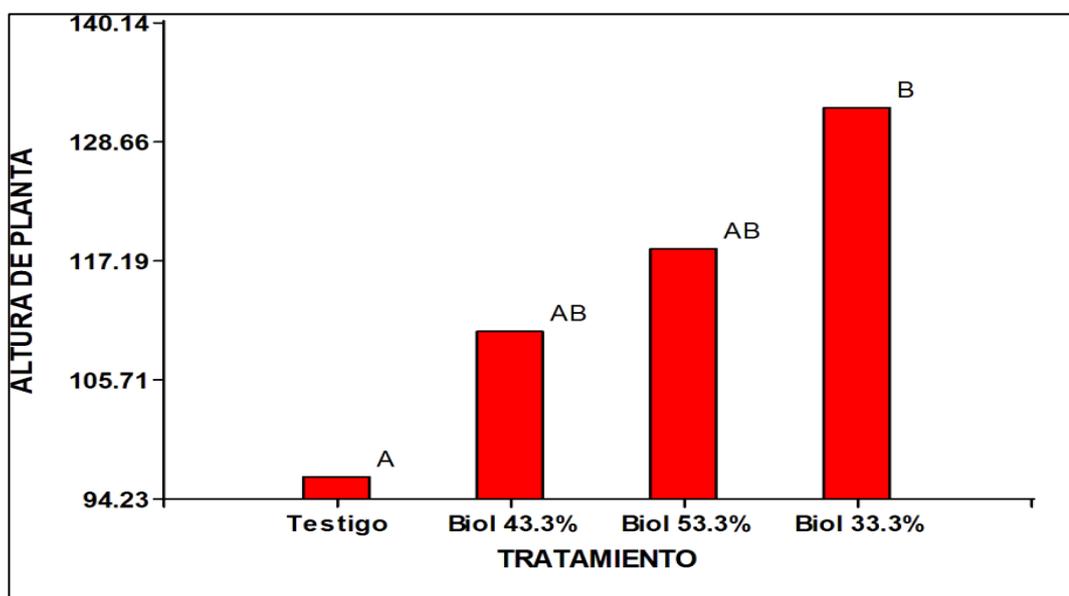
+ 5 L de biol) y el testigo; asimismo podemos ver que entre los tratamientos T1, T2 y T3 no hay diferencias estadísticas.

**Tabla 4.** Comparación de medias para el crecimiento de planta entre tratamientos.

TRATAMIENTO de Medias			
Testigo	96.32	cm	A
T2 biol 43.33%	110.31	cm	A B
T3 biol 53.33%	118.34	cm	A B
T1 biol 33.33%	131.89	cm	B

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

**Figura 2.** Comparación de medias para el crecimiento de planta entre tratamientos.



Fuente: propia.

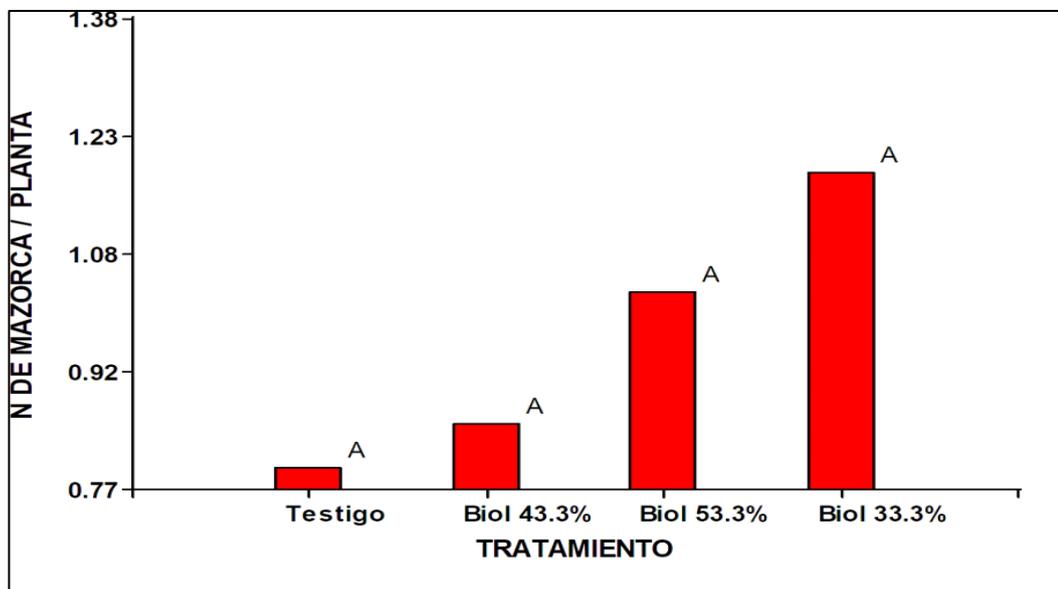
En la tabla 5 y figura 3, podemos observar para el número de mazorcas por planta entre tratamiento, no existe diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), sin embargo, existe una tendencia a incrementarse con la aplicación del biol.

**Tabla 5.** Comparación de medias para el crecimiento de planta entre tratamientos.

Tratamiento	Medias	
Testigo	0.80	A
T2 biol 43.33%	0.86	A
T3 biol 53.33%	1.03	A
T1 biol 33.33%	1.18	A

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

**Figura 3.** Comparación de medias para el número de mazorca por planta entre tratamientos.



Fuente: propia.

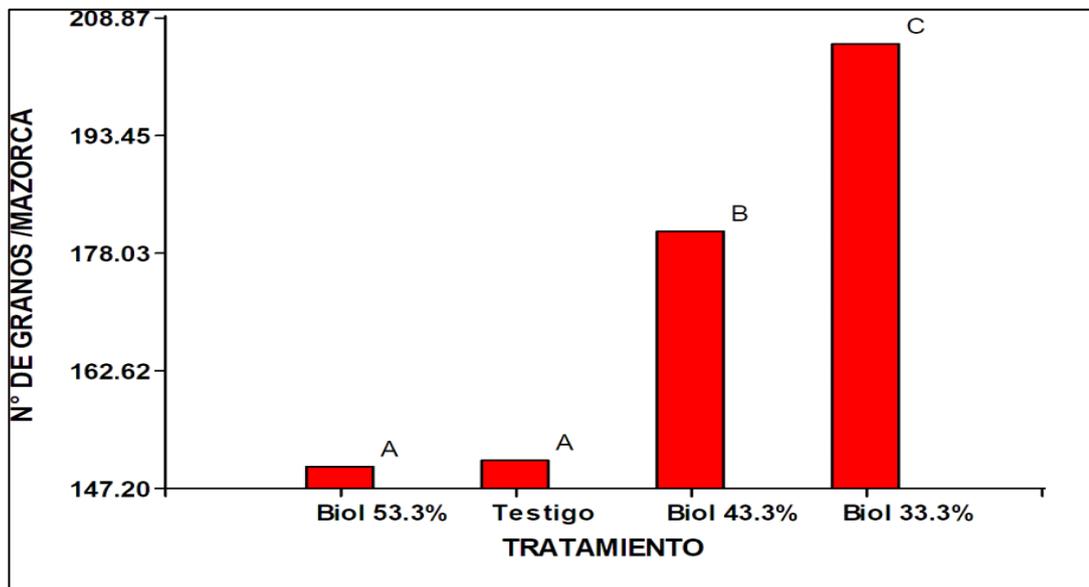
La aplicación del biol tiene un efecto positivo en el número de granos por mazorca, donde podemos ver la tabla 6 y figura 4 que entre el tratamiento T3 (biol 53.3%) y el testigo no hay diferencias estadísticas significativas ( $>0.05$ ), asimismo estos dos con los tratamientos T2 (biol 43.3%) y T1 (biol 33.3%) existe diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ).

**Tabla 6.** Comparación de medias para el número de granos por mazorca entre tratamientos.

Tratamiento	Medias
T3 biol 53.33%	150.00 A
Testigo	150.80 A
T2 biol 43.33%	181.00 B
T1 biol 33.33%	205.43 C

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

**Figura 4.** Comparación de medias para el número de granos por mazorca entre tratamientos.



Fuente: propia.

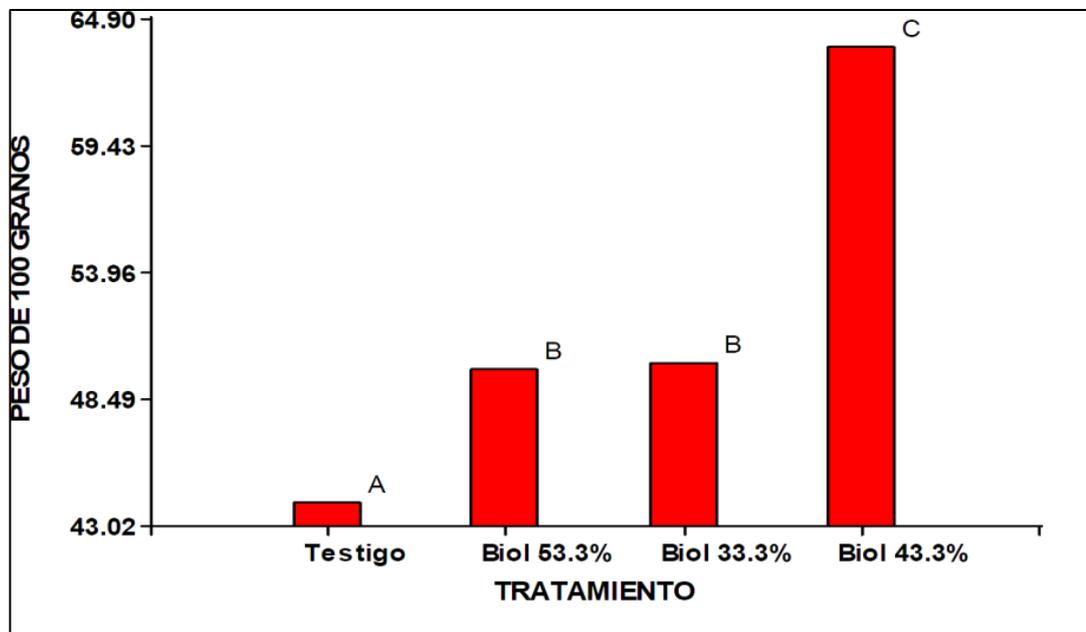
En la tabla 7 y figura 5, podemos observar para el peso de 100 granos de maíz entre los tratamientos en estudio y el testigo existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), sin embargo, entre los tratamientos T1 y T3 no hay diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 7.** Comparación de medias para el peso de 100 granos de maíz entre tratamientos.

Tratamiento	Medidas
Testigo	44.01 g A
T3 biol 53.33%	49.83 g B
T1 biol 33.33%	50.09 g B
T2 biol 43.33%	63.67 g C

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

**Figura 5.** Comparación de medias para el peso de 100 granos de maíz entre tratamiento.



Fuente: propia.

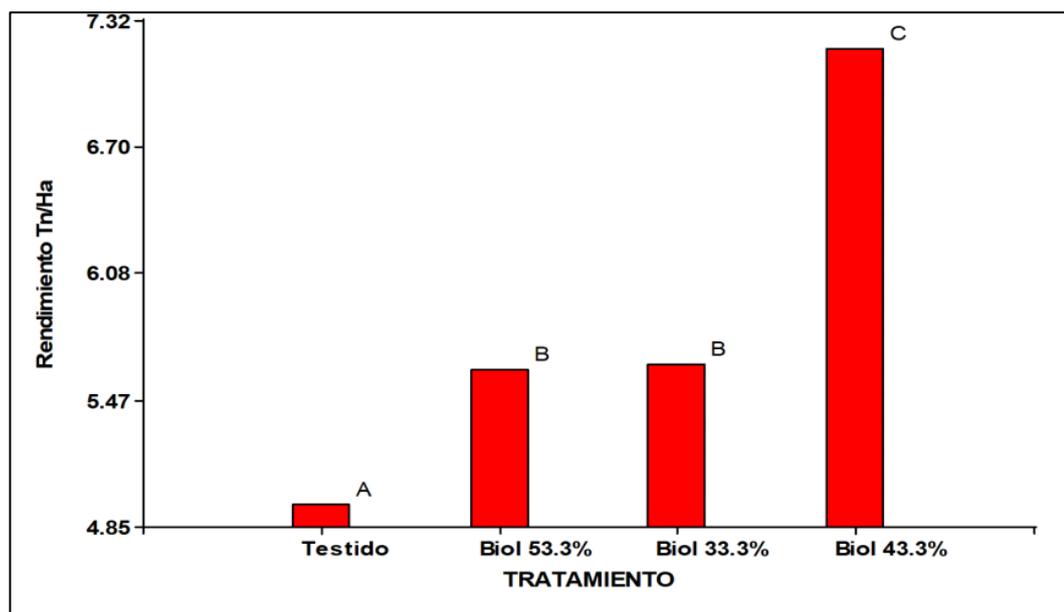
La evaluación para el rendimiento del maíz por ha podemos observar la tabla 8 y figura 6 que entre el testigo y los tratamientos T3 (biol 53.3%) y T1 (biol 33.3%) existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ), asimismo podemos registrar que entre estos tratamientos con el T2 (biol 43.3%) existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ); de acuerdo a ello podemos indicar que la aplicación del biol de aguas residuales tiene un efecto positivo en el rendimiento del maíz en suelos degradados.

**Tabla 8.** Comparación de medias para el rendimiento por ha entre tratamiento

Tratamiento	Medidas
Testigo	4.96 ton/ha A
T3 biol 53.33%	5.62 ton/ha B
T1 biol 33.33%	5.65 ton/ha B
T2 biol 43.33%	7.18 ton/ha C

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

**Figura 6.** Comparación de medias para el rendimiento por ha entre tratamientos.

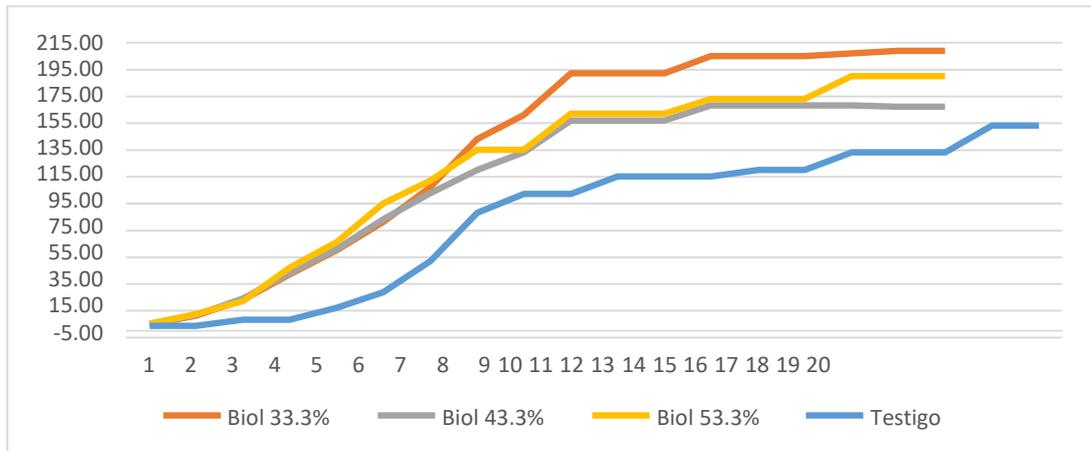


Fuente: propia.

- 4.3. Evaluar el efecto de la aplicación del biol como abono orgánico obtenido de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa en desarrollo fenológico del maíz (*Zea mays* L.).**

En la figura 8 podemos observar que la aplicación del biol muestra un efecto positivo en el crecimiento de la planta en comparación con el testigo.

**Figura 7.** Comparación del crecimiento de las plantas de maíz en el tiempo, entre tratamientos.



Fuente: propia.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Por lo general hoy en día, percibimos que el “desarrollo” va acompañado de la destrucción del entorno, cuando el hombre empieza a vivir en sociedad formando grandes urbes, aparecen necesidades diversas entre ellas los centros de abastecimiento para la obtención de alimentos, como son los mercados mayoristas y minoristas donde la población pueda adquirir sus productos de primera necesidad, esto va acompañado con la generación de residuos sólidos y líquidos que en algún momento se convierten en un problema; Miranda (2014) indica que el incremento de la contaminación está produciendo la destrucción de los ecosistemas y todo lo que allí existe; sin embargo el uso de estos residuos sólidos y líquidos en la actualidad se vuelve una posibilidad muy rentable de poder transfórmalos en subproductos benéficos como son los bioles, compost y biogás que pueden ser comercializados como bioabonos y en la generación de electricidad.

En la actualidad con los cambios de políticas de seguridad alimentaria, salud pública y medio ambiente, con la finalidad de evitar los efectos del cambio climático en el desarrollo humano, se ha visto por conveniente utilizar alimentos libres de contaminantes como los agroquímicos que a lo largo de los años generan diversos problemas en la salud humana y el medio ambiente; Montesinos (2013), indica que es necesario e importante crear nuevas alternativas de uso de los recursos en especial del suelo para la obtención de alimentos y reservar los recursos en buenas condiciones para las futuras generaciones.

Los biodigestores tienen una gran capacidad de remoción de la carga orgánica y transformar residuos sólidos y líquidos en bioabonos ricos en nutrientes (biol), La Red de Acciones Agricultura Alternativa (2004), indica que el biol se obtiene del

proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, empleando biodigestores con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales, en los últimos años esta técnica se está empleando en el tratamiento de aguas residuales industriales y urbanas para la remoción de la carga orgánica antes de su vertimiento. De acuerdo al D.S. N° 021-2009-VIVIENDA indica que los valores máximos admisibles (VMA) para aguas residuales vertidas en el sistema de alcantarillado son de 1000 mg/L de DQO y de 500 mg/L de DBO5, asimismo el Decreto Supremo N.° 003-2010-MINAM establece el LMP de 200 mg/L para la DQO y de 100 mg/L para la DBO5. Los resultados que mostramos en el cuadro N° 2 están dentro de los valores permitidos el DBO5 mg/L 27.35 y el DQO mg/L 51.70, con el empleo del biodigestor se produjo una remoción 37.11% de DBO5 y 39.46% de DQO, reduciendo a un más el valor de vertimiento al sistema de alcantarillado.

El biol obtenido como parte del tratamiento de las aguas residuales del mercado minorista presenta una composición nutricional muy buena comparable con otras fuentes, presenta altos niveles de fósforo, potasio, calcio y magnesio, además de aportar materia orgánica, ácidos húmicos entre otros compuestos; Eghball et al. (2004), indica que los abonos orgánicos además de proporcionar nutrientes también aportan microorganismos que favorecen la nutrición de las plantas; mientras que Sikora y Enkiri (2001), refiere que la capacidad como fuente de nitrógeno es baja, coincidiendo con nuestros resultados (ver cuadro 8); por tanto se hace necesario emplear otras fuentes de nitrógeno o enriquecerlo durante su preparación.

**Tabla 9.** Composición química de bioles producidas de distintas fuentes comparadas con aguas residuales del mercado minorista

mg/l										
BIOLES POR SU ORIGEN *										
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	K	Na	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
Aguas Residuales mercado minorista	0.27	2.15	89.30	231.00	0	15.00	1.23	2.20	21.30	3.7
<b>MUESTRA 3 / NEGASUS Palma Aceitera</b>	3,15	0,03	2615,00	491,00	1,32	238,00	2,45	0,51	0,30	238,00
Biol (CENIPALMA) Palma Aceitera	1.00	600	0	2000	0	600	0	0	0	0
Biol II UNALM (Ovino)	1.97	203,4	1523	9006	591	1044	0	0	0	0
Biol Casa Blanca(estírcol de cuy)	0.98	121	220	6760	542	53,4	0	0	0	0
Biol la Calera (gallinaza)	1.70	3800	3500	5200		1200	0	0	0	0
Biol Ciudad saludable(estírcol de porcino)	1.8	71,2	105	1940	3400	27,6	0	0	0	0
FastBiol 20 (Estírcol vacuno)	4.20	744,2	5200	17200	1040	1740	0	0	0	0
Alpa-biol (Alpaca)	3,70	0,66	3,33	8,7	0,59	12,5	2,4	284,45	11,65	71,8
Biolac	1,63	0,07	0,12	4,24	0,15	0,4	0,4	13,34	0,63	0,18

Fuente: propia.

Cada biol presenta características deseables como fuente nutritiva y su composición nutricional están relacionados con la fuente de origen que se emplea en su producción, pudiendo ser de animales (estiércoles), vegetales (residuos de cosecha, podas, etc.) domesticas e industriales (efluentes líquidos y residuos sólidos).

El biol producido fue empleado en la producción de maíz, la misma que busca incrementar el rendimiento a un bajo costo, existen diversos trabajos donde emplean diversos abonos como la mucuna, que es empleado para mejorar las características nutricionales del suelo, siendo este incorporado al suelo en el inicio de la floración de la mucuna, posterior a ello se realiza la siembra del maíz, con el cual Reinders (2004), encontró resultados promisorios registrando un incremento de la producción a un bajo costo. El uso del biol como componente nutricional ha tenido mucho éxito en el Perú y el mundo, por ejemplo, Chanca y Lulo (2017), evaluaron el efecto de 5 dosis de biol en el rendimiento del maíz trabajo realizado

en el departamento de Huancavelica, encontrando que la mejor dosis fue de 1.5 L de biol en 20 litros de agua, obteniendo un rendimiento de 2.5 ton de grano seco en contraste con el testigo que llegó a 1.3 ton/ha. También Vásquez (2012) utilizó biol con frecuencia de aplicación de dos días alcanzando un rendimiento de 3,622.2 kg/ha de maíz amarillo marginal 28. Nuestro estudio mostró resultados muy promisorios en cuanto al empleo del biol como bioabono donde el tratamiento T1 (33.3%) y T2 (43.3%) fueron las más representativas en cuanto al crecimiento de la planta, número de mazorcas, número de granos por mazorca y peso por 100g de semilla, logrando los más altos rendimientos con el T1: 5.65 ton/ha y 7.18 ton/ha de maíz.

El Instituto de Innovación Agraria - INIA en su ficha técnica de la variedad Marginal 28 Tropical (M 28T) indican que este cultivo a nivel experimental llega a 8 000 kg/ha y de 4 000 kg a nivel experimental; sin embargo, en parcelas comerciales además de ser a escalas mayores y donde no son controladas las variables, la fertilización, el control de plagas, el manejo de riego, entre otros.

El desarrollo fenológico del cultivo de maíz con el empleo del biol ha permitido una aceleración en el tiempo y su vigorosidad, mostrados en la figura N° 8 donde se aprecia que las plantas aplicadas con el biol en sus distintas dosis se agrupan y se alejan del testigo, mostrando mayores valores en todas las variables evaluadas. Restrepo, (2001) indica que el biol contiene sustancias que favorecen el crecimiento vegetal a la vez que contribuyen a mejorar la vida microbiana del suelo; el biol al ser aplicado al cultivo de maíz incrementa el área foliar y radicular incrementando y consecuentemente, la capacidad fotosintética, estimulando el desarrollo de la planta permitiendo mejorar la producción y la calidad de las cosechas (Calderón, 2009; Pino, 2005).

El biol en la actualidad es muy empleado en distintos cultivos de pan llevar e industriales, debido a que favorece el crecimiento foliar y radicular, además que son obtenidos a muy bajo costo a partir de residuos sólidos y líquidos de la actividad humana, el biol obtenido de los residuos líquidos del mercado nos proporciona una muy buena fuente nutritiva que puede ser empleada en diversos cultivos.

## CONCLUSIONES

- Las propiedades físicas y químicas del biol obtenido a partir de las aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa muestran alto contenido nutricional, con pH de 6.72, sobresaliendo los elementos Potasio y Fósforo, elementos que favorecen el crecimiento y rendimiento del maíz.
- La aplicación de biol procedente de las aguas residuales del mercado minorista ha influido de manera favorable en el crecimiento de las plantas de maíz, obteniendo promedios de T1: 131.89 cm, T3: 118.34 cm y T2: 110.31 cm., permitiendo que los promedios de los rendimientos sean superiores al testigo en T2 7.18 ton/ha., seguidos de T1 y T3 con 5.62 y 5.62 ton/ha., respectivamente.
- La aplicación de biol procedente de las aguas residuales del mercado minorista ha tenido un efecto positivo la fenología del maíz ya que estimuló, desarrolló e incrementó la producción al igual que la biomasa total, siendo la altura de las plantas superiores respecto al testigo, además que se ha reducido el tiempo de cosecha en dos semanas.

## SEGERENCIAS

- Los efectos del biol en maíz y otros cultivos agrícolas, agroforestales, u hortícolas, han mostrado resultados favorables en diferentes ecosistemas y su uso es de gran utilidad para sistemas agrícolas con cultivos diversos, considerando además su viabilidad para su producción por parte de los agricultores.
- Es importante que la Municipalidad Provincial de coronel Portillo a través de la Gerencia de Servicio Públicos, vea posibilidades de aprovechar el importante insumo procedente de las aguas servidas del Mercado Minorista para producir biol, cuyo uso podría ser sus viveros, parques y jardines de la ciudad.
- Es necesario difundir entre los agricultores y productores agrarios la importancia y bondades de este bioabono, ya que su producción y uso en campos, están a su alcance y de fácil uso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez, F. 2010. Manual de Preparación y uso del biol. Lima: Soluciones Prácticas, 2010. Impreso en Cuzco. [www.solucionespracticas.org.pe](http://www.solucionespracticas.org.pe)
- Álvarez-Solís, J . D., Gómez-Velasco, D, León-Martínez, N. S., & Gutiérrez- Miceli, F. A. 2010 Manejo integrado de fertilización y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44(5), 575-586.
- Arciniegas C., M. 1019. Estrategias que promueven el crecimiento empresarial en la producción orgánica: revisión de literatura. Trabajo de grado para optar al título de Administrador de Empresas. Universitaria Agustiniiana Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Programa de Administración de Empresas. Bogotá, D.C. 2019.
- Atlas Research for a better world. 2020. Un artículo de Elsevier España, sobre las prácticas agrícolas ecológicas urbanas, nominado a los Atlas Award. Elsevier Connect 6 02 2020.
- Bragoni, D., Spano, N. s.f. Biodigestores; manual para la construcción. Instituto Multidisciplinario de Energía. Universidad Nacional de Cuyo 261 4299986 | [www.imd.uncuyo.edu.ar](http://www.imd.uncuyo.edu.ar). [ide@uncuyo.edu.ar](mailto:ide@uncuyo.edu.ar). Espacio de la Ciencia y la Tecnología Lic. Elvira Calle de Antequeda, Padre Contreras 1300, Parque Gral. San Martín, Mendoza, Argentina.
- Bragoni, D., Indiveri, M. s.a. BIODIGESTORES; manual de uso. Instituto Multidisciplinario de Energía. Universidad Nacional de Cuyo 261 4299986 | [www.imd.uncuyo.edu.ar](http://www.imd.uncuyo.edu.ar). [ide@uncuyo.edu.ar](mailto:ide@uncuyo.edu.ar). Espacio de la Ciencia y la Tecnología Lic. Elvira Calle de Antequeda, Padre Contreras 1300, Parque Gral. San Martín, Mendoza, Argentina.

- Calderón F. 2009. Uso de Bioles en la Agricultura Orgánica. Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil- Ecuador. Consulta realizada en marzo del 2020.
- Casiano-Domínguez, M. Paz-Pellat, F. 2018. Patrones espectrales de la fenología del desarrollo vegetativo y reproductivo de árboles de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.). *Terra Latinoamericana*,36(4),393-409.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.417>
- Cedeño, J. Cargua, J. Cedeño, J. Mendoza, G. López, G. Cedeño. 2018. Aplicación foliar de micronutrientes y fitoreguladores como complemento de la fertilización edáfica en maíz amarillo duro. *La Técnica, Revista de las Agrociencias*. Año 2018. Número 19. Universidad Técnica de Manabí-Ecuador.
- Chanca Poma, W., Lulo Taipe, P. J. 2018. Efecto de 05 dosis del biol para el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad blanca, en condiciones agroecológicas del distrito de Huando-provincia y departamento de Huancavelica. Extraído de URI:  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1832>.
- Chamba Tandazo F. K. 2012. Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento del maíz criollo Manabí (*Zea mays*), en el centro binacional de formación técnica Zapote pamba. Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Crecchio, C., M. Cursi, R. Mininni, P. Ricciuti, and P. Ruggiero. 2001. Short– term effects of municipal solid waste compost amendments on soil carbon and nitrogen content, some enzyme activities and genetic diversity. *Biol. Fertility Soils* 34:311–318.

- Cruz–Flores, G., D. Flores–Román, G. Alcantar–González, y A. Trinidad– Santos. 2005. Fosfatasa ácida, nitrato reductasa, glutamina sintetasa y eficiencia de uso de fósforo y nitrógeno en cereales. *Terra Latinoamericana* 23: 457–468.
- DIAZ MONTOYA, Ángela Judith. 2017. “Características Físicoquímicas Y Microbiológicas Del Proceso De Elaboración De Biol Y Su Efecto En Germinación De Semillas”. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en suelos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado - Maestría en Suelos. Lima Perú.
- Echevarría J. y Muñoz, C. 1988. MAIZ: REGALO DE LOS DIOSES. Instituto Otavaleño de Antropología. Centro Regional de Investigación. Colección Curiñán. Ecuador. [www.flacsoandes.edu.ec](http://www.flacsoandes.edu.ec)
- El Mercurio: Campo. 2020. De lo antiguo a lo más moderno: Una mirada a la evolución de la fertilización de los suelos. Santiago de Chile. Lun 10/02/2020. Chile. [www.elmercurio.com](http://www.elmercurio.com).
- García G. E., DIAZ CH. P., HIDALGO M. E. y AGUIRRE G. O. 2020. Respuesta del cultivo de maíz a concentraciones de estiércol bovino digerido en clima tropical húmedo. *Manglar* 17(3): 203-208 204. Universidad Nacional de Tumbes
- García Rodríguez, Gómez Franco. 2016. Evaluación de la producción de biogás a partir de residuos vegetales obtenidos en la central de Abastos de Bogotá mediante digestión anaerobia. Tesis para obtener título en Ingeniería Química. Fundación Universidad de América Facultad de Ingenierías Programa de Ingeniería Química. Bogotá D.C.2016

- González-Chávez, M. C., y R. Ferrera-Cerrato. 1994. Interacción de la micorriza VA y la fertilización fosfatada en diferentes porta injertos de cítricos. *Terra Latinoamericana* 12: 338–344.
- Hirzel, J., Rodríguez, N., & Zagal, E. (2004). Efecto de diferentes dosis de fertilización inorgánica con N, P, K y fuente orgánica (estiércol de broiler) sobre la producción de maíz y la fertilidad del suelo. *Agricultura técnica*, 64(4), 365-374.
- Instituto de Cooperación para la Agricultura-IICA. 2004. Manual Tecnológico Del Maíz Amarillo Duro Y de Buenas Prácticas Agrícolas Para el Valle de Huaura. Incagro. Perú. Pág. 51.
- Linares-Gabriel, A., López-Collado, C. J., Tinoco-Alfaro, C. A., Velasco Velasco, J., & López-Romero, G. (2017). Application of biol, inorganic fertilizer and superabsorbent polymers in the growth of heliconia (*Heliconia psittacorum* cv. Tropica). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(1), 35-48.doi: 10.5154/r.rchsh.2016.02.004
- Maestre J. 2008. Nevas Rutas para el Desarrollo de América Latina. *Costavrica* 201 pg.
- Makoi, J., and P. A. Ndakidemi. 2008. Selected soil enzymes: examples of their potential roles in the ecosystem. *Afr. J. Biotechnol.* 7: 181–191.
- Manual de Producción de biol 2017. Sistema Biobolsa: No hay desechos, solo recursos. [www.sistemabiobolsa.com](http://www.sistemabiobolsa.com). En colaboración con el Instituto Internacional de Recursos Renovables A.C. México.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego – MIDAGRI. 2020. Biol: el método artesanal preventivo que promueve Minagri para mejorar el rendimiento y calidad de los productos agropecuarios. AGRO RURAL. Dirección de

Imagen y Comunicaciones. Lima-Perú.

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación- fao. 2009. Glosario de Agricultura Orgánica. Grupo Interdepartamental de Trabajo en agricultura orgánica de la FAO. Roma.

Peralta-Verán, Liliana, Juscamaita-Morales, Juan, & Meza-Contreras, Víctor. (2016). Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología Aplicada*, 15(1), 1-10. Recuperado en 13 de setiembre de 2021, de:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S172622162016000100001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172622162016000100001&lng=es&tlng=es).

Peralta-Verán, Liliana, Juscamaita-Morales, Juan, & Meza-Contreras, Víctor. (2016). Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología Aplicada*, 15(1), 1-10. Recuperado en 16 de octubre de 2021, de:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S172622162016000100001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172622162016000100001&lng=es&tlng=es).

Pomboza-Tamaquiza, Pablo, León-Gordon, Olguer Alfredo, Villacís-Aldaz, Luis Alfredo, Vega, Jorge, & Aldáz-Jarrín, Juan Carlos. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(2), 84-92. Recuperado en 10 de septiembre de 2021, de

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S230838592016000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230838592016000200005&lng=es&tlng=es).

Ramos Agüero, David, & Terry Alfonso, Elein. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. Recuperado en 05 de enero de 2021, de:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S02585936201400040007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S02585936201400040007&lng=es&tlng=es).

Restrepo J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizante foliares. Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José Costa Rica. p 155.

Rodríguez-Castillo, A.S. 2014. Influencia de tres dosis de biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-S.A.G.A.R. 1997 Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Lerdo, Dgo.

Vásquez Ojanama, I. 2012. Frecuencia de aplicación de biol y su efecto en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad M28-T en Yurimaguas.

Vernero-Moreno, MT. 2011. Manual de Biogás. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Global Environment Facility. Ministerio de Energía, Gobierno de Chile.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. Análisis químico del biol obtenido de las aguas residuales del mercado minoristas de Pucallpa.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
**LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION**  
**LASACI**



**INFORME DE ANÁLISIS**

SOLICITANTE	: GABY ROSA RENGIFO RIVADENEYRA
MUESTRA	: BIOL
FECHA DE INGRESO	: 12 DE AGOSTO DEL 2020
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACIONES	UNIDADES	MUESTRA
DBO5	mg/L	17.2
DQO	mg/L	31.3

DETERMINACIONES	UNIDADES	MUESTRA
Nitrógeno	%	0.27
Fosforo	mg/L	215
Potasio	mg/L	231
Calcio	mg/L	89.3
Magnesio	mg/L	153
Azufre	mg/L	37.8
Cobre	mg/L	1.23
Hierro	mg/L	2.2
Manganeso	mg/L	3.7
pH		6.72
Conductividad	mS/cm	1.16
Materia organica	%	1.34
Zinc	mg/L	21.3

Métodos Kjeldhal-nitrogeno  
 Espectrómetro UV-AA  
 TRUJILLO, 20 DE AGOSTO DEL 2020



---

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974

## ANEXO 2. Análisis de DBO5 y DQO del agua residual del mercado minorista de Pucallpa.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
**LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION**  
**LASACI**



### INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: GABY ROSA RENGIFO RIVADENEYRA
MUESTRA	: AGUA RESIDUAL
FECHA DE INGRESO	: 27 DE AGOSTO DEL 2020
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACIONES	UNIDADES	MUESTRA
DBO5	mg/L	27.35
DQO	mg/L	51.7

Espectrómetro Multifuncional  
 TRUJILLO, 20 DE AGOSTO DEL 2020



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974

### ANEXO 3. Base de datos obtenido de las evaluaciones realizado al maíz Marginal 28 Tropical

TRATAMIENTO	FENOLOGIA	TIEMPO	ALTURA DE PLANTA	NUMERODE HOJAS	N DE MAZORCA/ PLANTA	N° DE GRANOS/ MAZORCA	LARGO DE MAZORCA	ANCHO DE MAZORCA	PESO DE 100 GRANOS	RENDIMIENTO tn/ha
T1 (33.3%)	Crecimiento	1	4.50	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		2	11.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		3	23.00	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	42.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		5	60.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Desarrollo	6	81.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		7	107.00	3.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		8	143.00	4.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		9	161.00	5.40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	192.00	5.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		11	192.00	6.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Producción	12	192.00	6.10	1.38	205.00	19.90	16.50	49.00	5.52
		13	205.00	7.00	1.38	205.00	19.90	16.50	49.50	5.58
		14	205.00	7.80	1.38	205.00	19.90	16.50	50.50	5.69
		15	205.00	7.80	1.38	205.00	19.90	16.50	51.50	5.81
		16	207.00	9.60	1.38	205.00	19.90	16.50	50.00	5.64
		17	209.00	10.40	1.38	205.00	19.90	16.50	50.00	5.64
		18	209.00	10.40	0.00	208.00	20.22	16.60	50.10	5.65
T2 (43.3%)	Crecimiento	1	5.10	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		2	11.50	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		3	24.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	43.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		5	61.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Desarrollo	6	83.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		7	102.50	3.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		8	120.00	5.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

		9	133.00	5.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	157.00	5.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		11	157.00	6.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Producción	12	157.00	6.20	1.00	180.00	180.00	17.50	63.00	7.10
		13	168.00	7.00	1.00	180.00	180.00	17.50	64.00	7.22
		14	168.00	7.10	1.00	180.00	20.30	17.50	63.00	7.10
		15	168.00	8.00	1.00	180.00	20.30	18.00	64.00	7.22
		16	168.00	10.00	1.00	180.00	20.30	17.50	64.50	7.27
		17	167.00	10.60	1.00	180.00	20.30	17.50	63.50	7.16
18		167.00	10.60	0.00	187.00	20.06	16.40	63.70	7.18	
T3 (53.3%)		Crecimiento	1	5.10	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2		12.40	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	3		22.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	4		47.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	5		66.00	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Desarrollo	6	95.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		7	112.00	4.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		8	135.00	4.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		9	135.00	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	162.00	5.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		11	162.00	5.30	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Producción	12	162.00	6.10	1.20	150.00	150.00	16.60	50.00	5.64
		13	173.00	7.00	1.20	150.00	150.00	16.60	50.00	5.64
		14	173.00	7.00	1.20	150.00	17.60	16.60	49.40	5.57
		15	173.00	7.00	1.20	150.00	17.60	16.60	49.60	5.59
		16	190.00	8.80	1.20	150.00	17.60	16.60	51.00	5.75
		17	190.00	10.30	1.20	150.00	17.60	16.60	49.00	5.52
		18	190.00	10.30	0.00	150.00	18.10	16.20	49.80	5.61
Testigo	Crecimiento	1	3.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00		

	Desarrollo	2	3.70	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		3	8.20	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	8.20	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		5	16.90	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		6	28.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		7	52.00	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		8	88.00	4.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Producción	9	102.00	5.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	102.00	5.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		11	115.00	5.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		12	115.00	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		13	115.00	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		14	120.00	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		15	120.00	5.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		16	133.00	6.00	1.00	150.00	19.33	15.50	44.00	4.96
		17	133.00	7.70	1.00	150.00	19.33	16.00	44.00	4.96
		18	133.00	7.70	1.00	150.00	19.33	16.00	44.33	5.00
		19	153.00	7.70	1.00	150.00	19.67	16.00	43.33	4.89
		20	153.00	7.70	0.00	154.00	19.80	16.60	44.40	5.01

## ANEXO 4. INCONOGRAFIAS



Figura 1. Cartel de presentación de la tesis



Figura 2. Preparación del biol a partir de las aguas residuales del mercado minorista de Pucallpa.



**Figura 3. Aplicación del biol de acuerdo a la dosis planteada.**



**Figura 4. Evaluación de las plantas de maíz.**



**Figura 5. Cosecha de maíz**