



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO
RUIZ GALLO**
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE
MICROBIOLOGÍA-PARASITOLOGÍA**



TESIS

**Uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico en la
fertilidad del suelo y el crecimiento de *Zea mays* L.**

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Ciencias Biológicas –
Microbiología – Parasitología

Autores:

Bach. Burga Arrascue, Tatiana Milagros

Bach. Manayay Ruitón, Karyn Liseth

Asesora

Dra. Carreño Farfán, Carmen Rosa

Lambayeque, Perú

13 de mayo de 2026



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO
RUIZ GALLO**
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE
MICROBIOLOGÍA-PARASITOLOGÍA



TESIS

Uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico en la
fertilidad del suelo y el crecimiento de *Zea mays* L.

Bach. Tatiana Milagros Burga Arrascue
Autora

Bach. Karyn Liseth Manayay Ruitón
Autora

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Ciencias Biológicas – Microbiología –
Parasitología

Aprobado por:

Dr. Jorge Aurelio Oliva Núñez
Presidente

Dra. Carmen Patricia Calderón Arias

Lic. Julio César Silva Estela
Vocal

Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán
Asesora



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 35-2026 / FCCBB-UI

Siendo las 09:15 horas del día 13 de mayo de 2026, en la Sala de Sesiones - Sustentaciones de la Facultad de Ciencias Biológicas se reunieron los miembros del Jurado designado mediante **Resolución N° 263-2024-VIRTUAL-FCCBB/D de fecha 09 de agosto de 2024 y aprobado mediante Resolución N° 115-2025-FCCBB/D, de fecha 24 de marzo de 2025**, conformado por:

Dr. Jorge Aurelio Oliva Núñez-Presidente
 Dra. Carmen Patricia Calderón Arias-Secretaria
 Lic. Julio César Silva Estela-Vocal
 Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán-Asesora

con la finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada: **Uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico en la fertilidad del suelo y el crecimiento de *Zea mays L.***, a cargo de las Bachilleres **TATIANA MILAGROS BURGA ARRASCUE y KARYN LISETH MANAYAY RUITÓN**.

Sustentación autorizada mediante **RESOLUCIÓN N°165-2026-FCCBB-D, de fecha 11 de mayo de 2026** la misma que tuvo una duración de 30 minutos y luego de absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, obteniendo 19,50 puntos que equivale al calificativo de EXCELENTE.

Por lo que las sustentantes quedan **APTAS** para obtener el Título Profesional de **Licenciada en Ciencias Biológicas – Microbiología - Parasitología** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Biológicas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10:45 horas se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Dr. Jorge Aurelio Oliva Núñez
Presidente

Dra. Carmen Patricia Calderón Arias
Secretaria

Lic. Julio César Silva Estela
Vocal

Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán
Asesora

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán; usuario revisor del informe de tesis titulado: Uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico en la fertilidad del suelo y el crecimiento de *Zea mays* L.

Cuyos autores son, Bach. Tatiana Milagros Burga Arrascue con DNI: 71413221 y Bach. Karyn Liseth Manayay Ruitón con DNI: 75163458; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de 16 %, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecida en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 12 enero de 2026



FIRMA
CARMEN ROSA CARREÑO FARFÁN
DNI:16494424
ASESORA

Uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico en la fertilidad del suelo y el crecimiento de Zea mays L.

ORIGINALITY REPORT

16%	16%	3%	2%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.unprg.edu.pe Internet Source	8%
2	hdl.handle.net Internet Source	3%
3	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Student Paper	1%
4	www.coursehero.com Internet Source	<1%
5	repositorio.chapingo.edu.mx Internet Source	<1%
6	repositorio.untrm.edu.pe Internet Source	<1%
7	core.ac.uk Internet Source	<1%
8	biotecnia.unison.mx Internet Source	<1%
9	www.itp.gob.pe Internet Source	<1%
10	repositorio.uaaan.mx:8080 Internet Source	<1%
11	Dagoberto Durán Hernández, Olivia Tzintzun Camacho, Onécimo Grimaldo-Juárez, Daniel	<1%



FIRMA
CARMEN ROSA CARREÑO FARFÁN
DNI:16494424
ASESORA

González-Mendoza et al. "Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología (Vol 2)", Omnia Publisher SL, 2019

Publication

12	rodin.uca.es Internet Source	<1 %
13	fr.scribd.com Internet Source	<1 %
14	Huijun Wu, Graham K. MacDonald, James N. Galloway, Ling Zhang et al. "The influence of crop and chemical fertilizer combinations on greenhouse gas emissions: A partial life-cycle assessment of fertilizer production and use in China", Resources, Conservation and Recycling, 2020 Publication	<1 %
15	www.moodfmbelize.com Internet Source	<1 %
16	es.scribd.com Internet Source	<1 %
17	www.munichiclayo.gob.pe Internet Source	<1 %
18	worldwidescience.org Internet Source	<1 %
19	repositorio.unal.edu.co Internet Source	<1 %
20	eprints.ucm.es Internet Source	<1 %
21	Cecilia M. Creus. "Inoculantes microbianos: piezas de un rompecabezas que aún requiere	<1 %



FIRMA
CARMEN ROSA CARREÑO FARFÁN
DNI:16494424
ASESORA

ser ensamblado", Revista Argentina de
Microbiología, 2017

Publication

22	Submitted to Saint Leo University Student Paper	<1 %
23	colposdigital.colpos.mx:8080 Internet Source	<1 %
24	doczz.es Internet Source	<1 %
25	heidenturmkirchen.de Internet Source	<1 %
26	publicaciones.ucuenca.edu.ec Internet Source	<1 %
27	repositorio.unsm.edu.pe Internet Source	<1 %
28	www.tucson.ars.ag.gov Internet Source	<1 %
29	biblioteca.usac.edu.gt Internet Source	<1 %
30	mantenimientodejardinesenlazarote.es Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 15 words

Exclude bibliography On



FIRMA
CARMEN ROSA CARREÑO FARFÁN
DNI:16494424
ASESORA



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Tatiana Milagros Burga Arrascue Karyn Liseth Manayay Ruitón
Assignment title: Quick Submit
Submission title: Uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico...
File name: TESIS_BIOLES_-_PARA_TURNITIN.pdf
File size: 1.7M
Page count: 66
Word count: 15,122
Character count: 76,010
Submission date: 10-Jan-2026 10:30PM (UTC-0500)
Submission ID: 2854926486



Copyright 2026 Turnitin. All rights reserved.

FIRMA
CARMEN ROSA CARREÑO FARFÁN
DNI: 16494424
ASESORA

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante y fortaleza que me ha sostenido en cada paso de este camino y por permitirme seguir cumpliendo mis metas.

A mi padre, Ernesto Burga Maira, por ser mi ejemplo de valentía, perseverancia y amor incondicional y por la confianza que ha depositado en mí.

A mis hermanos, Piero, Diego y Karla por su apoyo y compañía incondicional.

A Karyn, mi compañera de tesis, por motivarme, compartir y celebrar conmigo cada pequeño avance.

Tatiana Milagros Burga Arrascue

A Dios, por ser mi luz y guía en cada etapa de esta carrera, y por darme fuerza y perseverancia para alcanzar mis metas.

A mis padres, Genaro y Flor, por ser mi base, mi ejemplo de dedicación y mi mayor apoyo, fundamentales para lograr este objetivo.

A mi hermana, Mayummy, por ser mi cómplice, mi apoyo y la alegría que me acompaña en cada paso.

A mi compañera de tesis, Tatiana, por su colaboración, motivación y por compartir conmigo este importante tramo de nuestra formación académica.

Karyn Liseth Manayay Ruitón

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirnos culminar esta etapa de nuestras vidas y por poner en nuestro camino a las personas indicadas, quienes nos han guiado y apoyado en cada paso de este proceso.

A nuestra asesora de tesis, la Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán, por su orientación, paciencia y por compartir sus conocimientos durante el desarrollo de esta investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), a través de su Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (PROCIENCIA), por el financiamiento otorgado para el desarrollo de la presente investigación, la cual forma parte del Proyecto de Investigación Aplicada, Contrato N° PE501086359-2024-PROCIENCIA.

Al CITE Pesquero Acuícola Agroindustrial Piura por el valioso apoyo técnico y logístico brindado durante el desarrollo del proyecto, especialmente al Blgo. Danny Llenque Paiva, responsable técnico del proyecto, por su compromiso y contribución profesional.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, paciencia y motivación constante, que nos permitió superar cada desafío y alcanzar este importante logro académico.

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	iii
CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD	iv
DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTO	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. DISEÑO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Bases teóricas.....	7
1.3 Operacionalización o categorización de variables	12
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	14
2.1 Tipo de investigación.....	14
2.2 Diseño de contrastación de hipótesis o Procedimiento a seguir en la investigación	14
2.3 Población y muestra.....	29
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
2.5 Aspectos éticos de la investigación.....	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS	30
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido promedio (%) de nitrógeno, fósforo y potasio de Bioles obtenidos de residuos de <i>O. mykiss</i> y varios pescados marinos, Lambayeque 2024.....	31
Tabla 2. Prueba de contraste de Dunntest de altura, clorofila y biomasa aérea y radicular de <i>Zea mays</i> L. después de la aplicación de Bioles de residuos de <i>O. mykiss</i> y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico	45
Tabla 3. Actividad enzimática del suelo antes de la siembra (0 días) y después del cultivo (100 días) de <i>Zea mays</i> L. y la aplicación integrada de Biol junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño completamente aleatorio (DCA) para determinar el efecto de dos Bioles junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en <i>Zea mays</i> L. “maíz”.	15
Figura 2. Planta de Procesamiento Pesquero Artesanal de la Asociación Agropecuaria Solandino en el distrito de Jaén en Cajamarca, 2024. “ https://maps.app.goo.gl/Dw7jEYbhye9hjNkt6 ”.	16
Figura 3. Terminal Pesquero ECOMPHISA o Empresa de Comerciantes Mayoristas de Productos Hidrobiológicos SA en el distrito de Santa Rosa en Lambayeque, 2024. “ https://maps.app.goo.gl/Qd5SHoTij8iKydBW6 ”.	16
Figura 4. Desinfección de componentes de los biorreactores anaerobios, (a) baldes, (b) caños, (c) tapas y (d) mangueras, Lambayeque 2024.	18
Figura 5. Biorreactor anaerobio tipo tanque con sistema discontinuo, para la obtención de Biol, Lambayeque 2024.	18
Figura 6. Procesamiento de residuos para la obtención de Bioles, (a) residuos de <i>O. mykiss</i> “trucha”, (b) residuos de varios pescados marinos, (c) trituración, (d) mezcla triturada, Lambayeque 2024.	19
Figura 7. Acondicionamiento de los residuos de varios pescados marinos para la obtención de Biol, (a) residuos de pescado, (b) melaza, (c) consorcio microbiano, (d) agua destilada, (e) homogenización, (f) fermentación, Lambayeque 2024.	20
Figura 8. Colección de muestra de residuos de varios pescados marinos durante el proceso fermentativo para la obtención de Biol, Lambayeque 2024.	21
Figura 9. Monitoreo del proceso de fermentación de residuos de varios pescados marinos (a) Determinación de pH, (b) Determinación de temperatura, Lambayeque 2024.	21
Figura 10. Filtrado de residuos de varios pescados marinos fermentados, Lambayeque 2024.	22
Figura 11. Envasado de Bioles: (a) Proceso, (b) Bioles de <i>O. mykiss</i> , (c) Bioles de varios pescados marinos, Lambayeque 2024.	22
Figura 12. Mezcla de suelo experimental (a) y acondicionamiento de macetas para el cultivo de <i>Zea mays</i> L. (b).	24
Figura 13. Semillas de <i>Zea mays</i> L. “maíz amarillo duro”, megahíbrido INIA-619.	26

- Figura 14.** Siembra de semillas de *Zea mays* L. (a) y primer riego de germinación (b).26
- Figura 15.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 30 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.33
- Figura 16.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 30 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.33
- Figura 17.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 40 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.34
- Figura 18.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 40 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.34
- Figura 19.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 50 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.35
- Figura 20.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 50 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.35
- Figura 21.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 60 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.36
- Figura 22.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 60 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.36
- Figura 23.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 70 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.37
- Figura 24.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 70 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.37

- Figura 25.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 80 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.38
- Figura 26.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 80 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.38
- Figura 27.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 90 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.39
- Figura 28.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 90 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.39
- Figura 29.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 100 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.40
- Figura 30.** Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 100 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.40
- Figura 31.** Incremento (%) en la altura de plantas de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico (a) 30 días, (b) 40 días, (c) 50 días, (d) 60 días, (e)70 días, (f)80 días, (g)90 días, (h) 100 días.41
- Figura 32.** Incremento (%) en el número de hojas de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico (a) 30 días, (b) 40 días, (c) 50 días, (d) 60 días, (e)70 días, (f)80 días, (g)90 días, (h) 100 días.42
- Figura 33.** Incremento (%) en el contenido de clorofila foliar de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.43
- Figura 34.** Incremento (%) en el peso en fresco (a) y en seco (b) de la biomasa aérea de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.44

- Figura 35.** Incremento (%) en el peso en fresco (a) y en seco (b) de la biomasa radicular de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.44
- Figura 36.** Halos de solubilización de fosfato observados en el recuento de microorganismos del suelo cultivado con *Zea mays* L. y aplicado con Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK.47
- Figura 37.** Halos de hidrolisis observados alrededor de colonias de microorganismos proteolíticos procedentes del suelo cultivado con *Zea mays* L. y aplicado con Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK.48
- Figura 38.** Halos de hidrolisis observados alrededor de colonias de microorganismos amilolíticos procedentes del suelo cultivado con *Zea mays* L. y aplicado con Biol de *O. mykiss* + 50 % NPK (a, b) y Biol de varios pescados marinos + 50 % NPK (c, d).49
- Figura 39.** Variación del número de microorganismos solubilizadores de fosfato, proteolíticos y amilolíticos en el suelo cultivado con *Zea mays* L., 100 días después de la aplicación de Biol junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.50
- Figura 40.** Coloración ocre observada en el recuento de microorganismos amonificadores del suelo cultivado con *Zea mays* L. y aplicado con Biol de *O. mykiss* + 50 % NPK (a) y Biol de varios pescados marinos + 50 % NPK (b).51
- Figura 41.** Halos de hidrolisis observados alrededor de las colonias de microorganismos celulolíticos en el suelo cultivado con *Zea mays* L. y aplicado con Biol de varios pescados marinos + 50 % NPK (a, b) y Biol de residuos de *O. mykiss* + 75 % NPK (c, d).52
- Figura 42.** Variación del número de microorganismos amonificadores, celulolíticos y fijadores de nitrógeno en el suelo cultivado con *Zea mays* L., 100 días después de la aplicación de Biol junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.53
- Figura 43.** Microorganismos fijadores de nitrógeno procedentes del suelo cultivado con *Zea mays* L. 100 días después de la aplicación de Bioles junto a 50 y 75 % de la dosis de fertilizante químico.54

RESUMEN

La aplicación de fertilizantes químicos por largos períodos impacta el suelo y aumenta los costos de producción; sin embargo, la combinación de fertilizantes orgánicos junto a dosis disminuidas del fertilizante químico incrementa la eficiencia en los cultivos agrícolas y fertilidad del suelo. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto del uso integrado de Bioles de residuos de *Oncorhynchus mykiss* y varios pescados marinos en el crecimiento de *Zea mays* L. “maíz” y la fertilidad biológica y química del suelo. Se identificaron las características físicas, químicas y biológicas de los Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos, se comparó el efecto de la aplicación de dos Bioles junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en los parámetros fenológicos y bioquímico de maíz, así como en el número de microorganismos benéficos, actividad β -glucosidasa y ureasa y nutrientes materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio entre otros del suelo. Los Bioles presentaron nitrógeno (0,60 – 1,19 %), fósforo (0,22 – 1,43 %) y potasio (0,13 – 0,57 %). Los parámetros del maíz se incrementaron con los Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico alcanzando incrementos de 80,00 – 92,43 % (altura); 40,70 – 50 % (número de hojas); 73,53 % (clorofila); 337,7 – 437,8 % (biomasa aérea fresca) y 2673,6 – 3742,8 % (biomasa radicular fresca), en comparación con los testigos químicos con incrementos de 54,62 – 72,19 % ; 44,4 – 48,1 % ; 56,76 % ; 388,4 – 413,0 % y 2383,6 - 2835,6 % respectivamente. Los mayores incrementos en la fertilidad biológica y fertilidad química se alcanzaron con el Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK. Se demostró la reducción del fertilizante químico junto a la aplicación de Biol sin afectar los parámetros del cultivo de maíz y la fertilidad del suelo.

Palabras clave: Biol de residuos de *O. mykiss*, Biol de residuos de varios pescados marinos, crecimiento de *Zea mays* L., fertilidad del suelo

ABSTRACT

Long-term application of chemical fertilizers impacts the soil and increases production costs; however, the combination of organic fertilizers with reduced doses of chemical fertilizer increases crop efficiency and soil fertility. The objective of the research was to determine the effect of integrated use of Biol from *Oncorhynchus mykiss* waste and various marine fish waste on the growth of *Zea mays* L. "corn" and soil biological and chemical fertility. The physical, chemical and biological characteristics of Biol from *O. mykiss* waste and various marine fish waste, the effect of applying two Bioles together with 50 and 75 % of the dose of chemical fertilizer on the phenological and biochemical parameters of maize, as well as on the number of beneficial microorganisms, β -glucosidase activity and urease and nutrients organic matter was compared, nitrogen, phosphorus and potassium among others from the soil. The Bioles showed nitrogen (0.60 - 1.19%), phosphorus (0.22 - 1.43%) and potassium (0.13 - 0.57%). Maize parameters increased with Bioles along with 50 and 75 % of chemical fertilizer reaching increments of 80.00 - 92.43% (height); 40.70 - 50% (number of leaves); 73.53% (chlorophyll); 337.7 - 437.8% (fresh aerial biomass) and 2673.6 - 3742.8% (fresh root biomass), compared to chemical controls with increments of 54,62 - 72,19 %; 44,4 - 48,1 %; 56,76 %; 388,4 - 413,0 % and 2383,6 - 2835,6 % respectively. The greatest increases in biological fertility and chemical fertility were achieved with the Biol of residues from various marine fish + 50 % NPK. The reduction of chemical fertilizer along with the application of Biol was demonstrated without affecting corn crop parameters and soil fertility.

Keywords: Biol from *O. mykiss* waste, Biol from various marine fish waste, growth of *Zea mays* L., soil fertility

INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes son aquellos compuestos con un contenido igual o mayor al 5 % de uno o más de los nutrientes primarios o macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como también pueden o no incluir nutrientes secundarios y elementos menores o micronutrientes, elementos no esenciales e impurezas. De acuerdo a su naturaleza, los fertilizantes son inorgánicos, orgánicos y biofertilizantes. Los fertilizantes inorgánicos o químicos, compuestos en su mayoría por N, P y K (Chali, 2023) y aplicados de forma correcta, incrementan en forma significativa el rendimiento de los cultivos agrícolas como *Zea mays* L. “maíz” (Tavan et al., 2023); sin embargo, la eficiencia aparente de recuperación o porcentaje del nutriente proveniente del fertilizante químico utilizado por las plantas es de 30-50 % para el N (Ahmed et al., 2017), 10-25 % para el P (Timofeeva et al., 2022) y 50-60 % para el K (González et al., 2016). Asimismo, el uso inadecuado de estos fertilizantes impacta de forma negativa el suelo (Bai et al., 2020), agua (Ahmed et al., 2017) y aire (Wu et al., 2020).

En el suelo, la aplicación de fertilizantes químicos por largos períodos disminuye en forma significativa el contenido de materia orgánica, nitrógeno total, nitrato y fósforo total. Por lo contrario, se acumula el fósforo disponible y el amonio (NH_4^+) que acidifica el suelo (Bai et al., 2020) y por tanto, se reduce la disponibilidad de nutrientes como el P (Guo et al., 2025; Timofeeva et al., 2022). Los metales pesados también contaminan el suelo por la aplicación de fertilizantes fosfatados que contienen 10-240 mg de Cd ($\text{P}_2\text{O}_5^{-1}$). El Cd reduce la germinación, formación y elongación de las raíces y disminuye el desarrollo vegetal (Haider et al., 2021). El alto nivel de sodio y potasio contenido en los fertilizantes químicos afecta el pH y estructura del suelo, así como también, disminuye la absorción de nutrientes (Chali, 2023). Los fertilizantes químicos reducen la población de bacterias promotoras de crecimiento en plantas (PGPR) como las solubilizadoras de nutrientes N, P, K, Fe y Zn (Reid et al., 2021) y disminuyen los índices de diversidad de la comunidad de hongos edáficos (Bai et al., 2020).

Los nitratos y fosfatos acumulados en el suelo son acarreados (escorrentía) por el riego excesivo o por las lluvias frecuentes hacia las aguas superficiales, donde causan eutroficación (Liu et al., 2025). Asimismo, el exceso de nitratos no es adsorbido por el complejo de intercambio catiónico (CIC) y es lixiviado hacia las aguas subterráneas. El consumo de agua o vegetales con elevada concentración de nitratos afecta la salud de los humanos. Estos contaminantes por acción de la biota intestinal son reducidos a nitritos que oxidan la hemoglobina a metahemoglobina y se produce hipoxia y el síndrome de los “niños azules”. A

su vez, los nitritos bajo las condiciones ácidas del estómago interactúan con las aminas y se forman las nitrosaminas con potencial carcinogénico (Ahmed et al., 2017).

La urea en el suelo, por acción química o microbiana es transformada hasta amoníaco (NH_3) y dióxido de carbono. El amoníaco puede ser oxidado hasta nitrato por los microorganismos nitrificantes o puede volatilizarse hasta óxido nitroso (N_2O) y óxido nítrico (NO) que reaccionan en la estratósfera y caen como ácido nítrico, componente de la lluvia ácida (García-Galindo et al., 2020). Asimismo, como producto de la desnitrificación microbiana de los nitratos se forma óxido nitroso (Rahman & Zhang, 2018), con un potencial de calentamiento 298 veces mayor que el del CO_2 (García-Galindo et al., 2020). En China se determinó que debido a la producción y aplicación de fertilizantes químicos (1998-2016), la emisión total de gases con efecto invernadero (GHG) se incrementó de $1,3 \times 10^8$ t $\text{CO}_2\text{-eq}$ a $1,8 \times 10^8$ t $\text{CO}_2\text{-eq}$ y también la emisión de estos gases por unidad de área aumentó de $9,8 \times 10^2$ t $\text{CO}_2\text{-eq ha}^{-1}$ a $1,2 \times 10^3$ t $\text{CO}_2\text{-eq ha}^{-1}$. A las frutas, verduras y maíz les correspondió la mayor cantidad de GHG (21,8; 18,0 y 10,6 kg $\text{CO}_2\text{-eq ha}^{-1}$, respectivamente) y la urea fue el fertilizante que contribuyó con el mayor porcentaje (60 %) al incremento de los gases que impactan la atmósfera (Wu et al., 2020).

El efecto fertilizante del Biol ha sido demostrado en *Arachis hypogaea* “maní” (Ardian et al., 2023), *Capsicum annuum* “ají” (Shama & Nimalan, 2023), *Tagetes erecta* L. “Marigold” (Widnyana et al., 2023), *Spinacia oleracea* “espinaca” (Ekinci et al., 2019), *Solanum lycopersicum* “tomate” (Choi, 2020), *Oryza sativa* L. “arroz” (Kusuma et al., 2021) y maíz (Maquén-Perleche et al., 2023). Asimismo, se ha reportado que la combinación de fertilizantes orgánicos como el Biol con dosis disminuidas del fertilizante químico tiene potencial para incrementar la eficiencia de la fertilización en los cultivos agrícolas y fertilidad del suelo, como parte de una agricultura sostenible (Choi, 2020; Ekinci et al., 2019), sin embargo, el contenido de nutrientes en estos fertilizantes orgánicos es muy variado (Florez et al., 2020) así como también las dosis aplicadas, que oscilan entre 1,5% (Maquén-Perleche et al., 2023) a 75% (Ardian et al., 2023), por lo que se requiere investigación para validar la tecnología con la mayor eficiencia y el menor costo posible.

La presente investigación se desarrolló en el marco del proyecto titulado “Desarrollo y caracterización de fertilizantes orgánicos (bioles) elaborados a partir de residuos de la pesca y acuicultura; y su aplicación en cultivos de agroexportación en la región de Piura”, el cual incluyó el uso de diversos residuos de pescado provenientes de las principales especies de la macro región norte del país, como son *Argopecten purpuratus* “concha de abanico”,

Oncorhynchus mykiss “trucha arco iris”, *Oreochromis* sp. “tilapia” y varios pescados marinos. A partir de los resultados obtenidos en dicho proyecto, la presente investigación empleó residuos de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” y varios pescados marinos como continuidad de esta línea de investigación.

El problema de la investigación fue: ¿Cuál es el efecto del uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico en la fertilidad del suelo y el crecimiento de *Zea mays* L.? .La hipótesis planteada fue: El uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico incrementa la fertilidad del suelo y el crecimiento de *Zea mays* L.

El objetivo general de la investigación fue: Determinar el efecto del uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico en la fertilidad del suelo y el crecimiento de *Zea mays* L. Los objetivos específicos fueron: Identificar las características físicas, químicas y biológicas de los Bioles obtenidos con residuos de *Oncorhynchus mykiss* y varios pescados marinos; comparar el efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en los parámetros fenológicos y bioquímico de *Zea mays* L., así como también en la fertilidad biológica y química del suelo.

CAPITULO I. DISEÑO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Han et al. (2025) evaluaron los efectos de dosis variables de sustitución orgánica en las características químicas y biológicas del suelo cultivado de *Zea mays* L. “maíz”. Se realizó un ensayo con un diseño completamente aleatorizado (DCA) con cuatro tratamientos: CK: 100 % N sintético (Urea); OF40: 40 % N orgánico (estiércol de oveja) + 60 % N sintético; OF80: 80 % N orgánico + 20 % N sintético y OF100: 100 % N orgánico. A las plantas se le aplicaron los fertilizantes de acuerdo con cada tratamiento durante el ciclo del cultivo (4 meses) bajo un sistema de riego por goteo. La sustitución de fertilizantes orgánicos por fertilizantes químicos (OF40, OF80 y OF100) mejoraron significativamente los contenidos de C y N del suelo. Asimismo, OF40 y OF100 mejoraron el carbono total, el carbono orgánico, el nitrógeno total (TN) y el nitrógeno amónico del suelo en un 31,16 % en comparación con CK. Además, mejoró la composición de la comunidad bacteriana y fúngica del suelo. Se concluyó que la sustitución orgánica es una estrategia de enmienda orgánica para mejorar la fertilidad del suelo.

Ardian et al. (2023) evaluaron el efecto de las labores de labranza en el suelo y la aplicación de fertilizante líquido de residuos de pescado en el desarrollo de *Arachis hypogaea* L. “maní”. Se realizó un ensayo con el diseño de parcelas divididas y los factores labranza del suelo (no labranza: T0, labranza mínima: T1, labranza máxima: T2) y fertilización orgánica (fertilizantes de residuos de pescado, 0: P1, 25%: P2, 75%: P3), con doce tratamientos, tres repeticiones y 36 de unidades experimentales. La interacción labranza - fertilizante de residuos de pescado incrementó en forma significativa la altura de las plantas, el número de ramas, el número de vainas y el peso de 100 semillas. Los mayores valores se alcanzaron con T2-P3 (altura), T2-P2 y P3 (número de ramas), número de vainas (T2-P1, P2 y P3) y peso de 100 semillas (T1 y T2-P2 y P3). Asimismo, se aceleró la floración de 27-31 días a 25-26 días con T2-P2 y P3 y el tiempo de cosecha de 33-35 días a 32 con T2-P3. Se concluyó que con la interacción máxima labranza y 75 % de fertilizante de residuos de pescado se observó el mayor efecto en el crecimiento y rendimiento de maní.

Maquén-Perleche et al. (2023), evaluaron el efecto de un biofertilizante obtenido con residuos de pescado sobre el rendimiento de *Vigna unguiculata* L. Walp “frijol caupí” y *Zea mays* L. “maíz” y la microbiota rizosférica. El ensayo se realizó bajo un diseño aleatorio con seis tratamientos correspondientes a las concentraciones 1;1,25, 1,5 y 1,25% más fertilizante químico, testigo absoluto y testigo químico. La aplicación de tres dosis de Biol (1; 1,25 y 1,5 %) incrementó la altura de planta y longitud de raíz, así como también el

rendimiento del frijol caupí, en comparación con el testigo absoluto. En el caso del maíz, todos los tratamientos con biofertilizante incrementaron el crecimiento y rendimiento de biomasa aérea. El mejor tratamiento fue 1,25 % Biol con 100 % de fertilizante químico con el que se alcanzó un rendimiento de grano de 0,81 kg m⁻² en frijol caupí y 11,64 kg m⁻² en maíz. Asimismo, en el suelo rizosférico se registró incremento del número de bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fosfato, resultado que evidenció aumento de la fertilidad biológica del suelo.

Shama & Nimalan (2023) investigaron el efecto de la aplicación de los residuos de pescado fermentados en el crecimiento y rendimiento de *Capsicum annuum* “ají”. Se realizó un ensayo con un diseño completamente aleatorizado (DCA) con cuatro tratamientos: control (T1) y fertilizantes de residuos de pescado: 2,5 % (T2); 5 % (T3) y 7,5 % (T4). Las repeticiones fueron cuatro con dos plantas en cada una. Las plántulas de ají (14 días de germinación) se trasplantaron y el fertilizante se aplicó a las 21, 35 y 56 días después de la siembra (5, 10 y 15 mL por maceta respectivamente). La mayor altura de planta a los 63 días se alcanzó con T3 y T4, el número de hojas; ramas y flores por plantas con T4 y frutos por planta con T3 y T4. El costo de producción de ají con el fertilizante de residuos de pescado resultó menor que el correspondiente a otros fertilizantes líquidos comercializados, por lo que se concluyó que constituye una opción para la fertilización sostenible del cultivo.

Widnyana et al. (2023) investigaron el efecto de fertilizantes orgánicos líquidos obtenidos de residuos en el crecimiento de *Tagetes erecta* L. “Marigold”. El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completamente aleatorizados (BCA) con seis tratamientos correspondientes a cuatro fertilizantes de residuos (pescado, vegetales, ganado y una mezcla de los tres), un fertilizante NPK (Mutiará) y un testigo sin fertilizante. Las plántulas se trasplantaron en una mezcla de suelo y compost y los fertilizantes orgánicos se aplicaron a partir de los 7 días del trasplante con una frecuencia semanal durante 60 días. Al testigo se le aplicó una dosis de fertilizante químico de 1,5 % y a los demás tratamientos una dosis de 10 %. Todos los fertilizantes orgánicos promovieron ($p < 0,001$) el crecimiento de las plantas en comparación con el testigo sin fertilizante. Con el fertilizante de residuos de pescado se alcanzó la mayor altura (94,25 cm), longitud de raíces (20,0 cm) peso de la biomasa seca aérea (29,2 g) y radicular (0,33 g), número (28,50) y peso (59,13 g) de las flores por planta, superando al testigo con 88,25 cm; 12,50 cm; 17,57 g; 0,25 g; 18,25 y 34,78 g respectivamente. Se demostró que los fertilizantes orgánicos favorecen el desarrollo de las plantas de Marigold.

Kusuma et al. (2021) evaluaron el efecto de un fertilizante orgánico de residuos de pescado en el crecimiento de *Oryza sativa* L. “arroz”. El fertilizante fue obtenido con residuos de “Tilapia”, papas y agua de lavado de arroz hervidos, filtrados y mezclados con una suspensión de bacterias productoras de ácido indol acético y proteasas. Las semillas de arroz se sumergieron por 6 horas en diferentes dosis del fertilizante: 0,5 % (P1); 1,5 % (P2); 1,5 % (P3); 2,0 % (P4); 2,5 % (P5) y 3,0 % (P6) y se incluyeron como controles semillas aplicadas con las bacterias (C1) y sin ninguna aplicación (C0). Transcurridos 15 días se determinó que con P5 la germinación se incrementó de 54,90 a 88,18 % Asimismo, aumentó en forma no significativa la altura de las plántulas (26,52 a 28,78 cm) y en forma significativa el número de hojas (1 a 2,8) y la longitud de las raíces (14,8 a 20,74 cm). Se demostró que la aplicación de 2,5 % del fertilizante de residuos de pescado y bacterias puede suplir los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz.

Choi (2020) determinó el efecto de fertilizantes de líquidos orgánicos en la actividad biológica del suelo y productividad de *Solanum lycopersicum* “tomate”. El ensayo se realizó con cinco tratamientos: fertilizante líquido (LF) a base de residuo de pescado (BF), residuos de pescado + ácido fosfórico (FP), aceites de sésamo (SO), estrella de mar (SF), un fertilizante de torta de aceite comercializado (OC) y un testigo no aplicado (NT). A las plantas se le aplicaron 330 mL de los fertilizantes, dos veces por semana con un total de 11 L desde 2 semanas después de la siembra hasta la cosecha. Todos los tratamientos incrementaron la actividad biológica de suelo y los mayores valores se alcanzaron con BF en lo que correspondió a la biomasa de *Eisenia foetida* y el número de invertebrados. Por el contrario, con FP disminuyó en forma significativa este número. A su vez, el número de unidades taxonómicas operacionales (OTUs) fue mayor con BF (5,584), en comparación con NT (4,575). En cuanto al rendimiento, el mayor valor (4,5 kg planta⁻¹) también se alcanzó en BF. Se concluyó que BF con un nivel moderado en la conductibilidad eléctrica constituye una opción para el manejo sostenible del cultivo de tomate.

Ekinci et al. (2019) evaluaron el uso integrado de fertilizante químico y residuos de pescado en el desarrollo y la composición química de *Spinacia oleracea* “espinaca”. El ensayo correspondió a diez tratamientos que incluyeron el nitrato de amonio (N) junto al residuo de pescado (FM) en las dosis de 100, 150, 250 kg N ha⁻¹ y sus respectivos testigos no fertilizados (T0), nitrato de amonio (100, 150, 250 kg N ha⁻¹) y residuos de pescado (100, 150, 250 kg N ha⁻¹). Con la aplicación de nitrato de amonio + residuos de pescado (150 kg N ha⁻¹) se alcanzaron los mayores valores ($p > 0,05$) en el contenido de clorofila, área foliar, número de hojas, diámetro del tallo, peso de la biomasa fresca y seca de la parte aérea y

raíces. Con nitrato de amonio más residuos de pescado (200 kg N ha^{-1}) se alcanzaron los mayores valores en el contenido foliar de N, K, Ca, Mg, Na, S, Zn, Fe, Mn, Cu y B. Respecto a la actividad antioxidante, los mayores valores se alcanzaron con N + FM 100 (CAT), M200 (POD) y FM 200, N + FM 100, N + FM 150 y N + FM 200 (SOD). La combinación de residuos de pescado y dosis disminuidas de fertilizante químico incrementó la eficiencia de la fertilización en una agricultura sostenible.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Suelo

El suelo es una estructura dinámica constituida por componentes orgánicos, minerales, aire y agua. El suelo es el hábitat de una gran variedad de microorganismos responsables de la degradación de los residuos orgánicos y por tanto de la transformación de formas orgánicas a inorgánicas que pueden ser absorbidas por las plantas. Estos microorganismos constituyen una fuente de enzimas y su dinámica en el suelo está relacionada con los sistemas de manejo (Barbosa et al., 2016). El suelo es fundamental en el desarrollo de los ciclos geoquímicos, es el soporte primario para el suministro de alimentos y es el escenario bioquímico donde las enzimas ejercen su actividad en la descomposición de la materia orgánica (Hartemink, 2020; Torres & Rojas, 2018).

En el suelo, las enzimas aceleran la composición de los sustratos y liberan nutrientes para mantener el ecosistema (Domínguez, 2018). La actividad enzimática refleja la diversidad funcional del suelo controlada por la genética de los microorganismos, plantas y animales, en estrecha relación con los efectos del ambiente y las interacciones ecológicas. Todos estos factores se relacionan con la calidad del suelo (Barbosa et al., 2016).

Los indicadores de salud y calidad son un conjunto de parámetros (propiedades físicas, químicas y biológicas) que buscan establecer estándares para el recurso suelo. La calidad del suelo corresponde a las características físicas, químicas y biológicas y la salud del suelo se refiere a las características ecológicas. Las propiedades físicas son la textura, densidad aparente, estabilidad de los agregados, infiltración, resistencia a la penetración, curva de retención de humedad y profundidad del suelo. Los indicadores químicos son la materia orgánica, pH, nitrógeno total e inorgánico, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Los indicadores biológicos son el carbono de la biomasa microbiana, respiración del suelo, diversidad de organismos indicadores (colémbolos, lombrices, protozoarios, rizobios y otros microorganismos benéficos), actividad de las enzimas y los hongos micorrízicos arbusculares (Nuñez-Pechalozza et al., 2023).

La fertilidad del suelo es definida como la capacidad de proporcionar características físicas y biológicas favorables para el desarrollo de las plantas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2022). La fertilidad del suelo es un concepto que integra los atributos físicos, químicos y biológicos (Etchevers et al., 2019). La degradación ocasionada por las prácticas inadecuadas de manejo genera pérdida de la fertilidad del suelo que impacta en la seguridad alimentaria y por tanto se requieren alternativas viables como parte de un desarrollo sostenible (Matías-Ramos et al., 2023). El concepto de sostenibilidad implica las dimensiones económica, social y ecológica. La sostenibilidad económica se refiere a la producción con una rentabilidad razonable, la sostenibilidad social está enfocada en proporcionar a la sociedad un grado aceptable de satisfacción de sus necesidades y la sostenibilidad ecológica se refiere a las características que deben tener los ecosistemas, sus componentes e interacciones en el tiempo (Bautista et al., 2024).

El mantenimiento de la fertilidad del suelo se logra con la aplicación de fertilizantes, los cuales de acuerdo por su naturaleza son inorgánicos, orgánicos y biofertilizantes. Los fertilizantes inorgánicos son aquellos sintetizados en forma industrial, compuestos en su mayoría por nitrógeno, fósforo y potasio por lo que se clasifican como fertilizantes nitrogenados (urea, fosfato diamónico, nitrato de amonio) fertilizantes fosforados (superfosfato, fosfato triple, fosfato de amonio, nitrofosfato) y fertilizantes potásicos (KCl, K_2SO_4 , KNO_3). Los fertilizantes orgánicos o abonos orgánicos son aquellos de origen biológico como el Biol, estiércol de corral, compost y abonos verdes. Los biofertilizantes son los productos que contienen microorganismos vivos previamente caracterizados e incrementados y que favorecen de manera directa e indirecta el desarrollo de los cultivos agrícolas (Chali, 2023). También se considera que los inoculantes microbianos están constituidos por microorganismos benéficos que pueden ser fitoestimulantes, biofertilizantes o agentes de biocontrol y constituyen una estrategia tecnológica cada vez más aceptada en las prácticas agrícolas sustentables (Creus, 2017).

1.2.2 Biol de residuos de pescado

El Biol, un fertilizante orgánico líquido altamente beneficioso, desempeña un papel fundamental como complemento en la fertilización del suelo para aumentar la productividad agrícola (Guzmán & Guzmán, 2014). Su aplicación proporciona no sólo los nutrientes esenciales para el crecimiento óptimo de las plantas, sino que también estimula la síntesis de fitohormonas como auxinas, giberelinas y citoquininas (Puga, 2017). El Biol estimula y fortalece el crecimiento de las plantas, así como el desarrollo de las raíces y frutos, gracias a la acción de hormonas vegetales, producidas como subproductos del metabolismo de las bacterias

presentes en la digestión anaerobia asociada a este biofertilizante. Estos beneficios permiten reducir la necesidad de utilizar cantidades significativas de fertilizantes inorgánicos u otros insumos agrícolas adicionales (Guzmán & Guzmán, 2014; Montesinos, 2013).

La aplicación de Biol a base de residuos hidrobiológicos (hígado, cabeza, piel, gónadas, esqueleto y vísceras) adiciona nutrientes que puede aprovechar la planta para su desarrollo fisiológico. Al ser derivados de los subproductos de la industria pesquera presentan adecuados contenidos de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes (Ca, Mg, S, Fe, B, Cu, Mo, Mn, Cl y Zn), así como de aminoácidos y péptidos que son considerados bioestimulantes. Entre los aminoácidos esenciales presentes se tiene la arginina, valina, isoleucina, treonina, triptófano, leucina, lisina y metionina, además de ácido glutámico, ácido aspártico, fenilalanina, asparagina, histidina, glicina, glutamina, glicina, leucina, isoleucina, prolina y tirosina (Thendral & Geetha, 2019).

1.2.3 Microorganismos rizosféricos del suelo

Las bacterias que se establecen en el suelo rizosférico o en el interior de los tejidos vegetales y benefician a las plantas, se denominan rizobacterias promotoras de crecimiento o plant growth promoting rhizobacteria, PGPR (Palacio-Rodríguez et al., 2016). Las PGPR favorecen el desarrollo de las plantas a través de mecanismos directos e indirectos. La promoción directa se atribuye a la fijación de nitrógeno, síntesis de fitohormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas), mineralización de fosfato orgánico, solubilización de fósforo inorgánico, regulación del nivel de fitohormonas como, el etileno, producción de vitaminas y compuestos volátiles. En la promoción indirecta, las PGPR disminuyen el impacto negativo de los fitopatógenos (control biológico), mediante la captura de hierro (sideróforos), síntesis de antibióticos, producción de cianuro de hidrógeno, quitinasas, -1,3 glucanasas, lipasas y proteasas con actividad antifúngica, competencia por el espacio e inducción de resistencia (Goswami et al., 2016; Aguado-Santacruz, 2012).

El efecto bioestimulante de las PGPR que incluye microorganismos fijadores de nitrógeno, nitrificantes, solubilizadores de fosfato y productores de enzimas, entre otros, se evidencia con un sistema radicular más vigoroso (mayor longitud, volumen y número de raíces laterales) y el aumento de la absorción y translocación de nutrientes, mejora del sistema de defensa antioxidativo, regulación de fitohormonas, producción de enzimas y de compuestos orgánicos de bajo (azúcares, aminoácidos, compuestos fenólicos) y alto (proteínas, mucílagos) peso molecular, en la rizósfera (Rouphael & Colla, 2020; Moreno et al., 2018).

1.2.4 Actividad enzimática del suelo

La actividad de las enzimas se considera un indicador por su relación directa con los organismos productores, con las funciones ecológicas para la producción de biomasa, con la remediación de contaminantes y conservación de los ecosistemas. Las enzimas en el suelo pueden ser intercelulares, periplasmáticas, unidas a la superficie exterior de las membranas celulares, ubicadas en el interior de esporas, quistes o semillas, unidas a las células muertas, liberadas por las células viables o lisadas, temporalmente asociadas al complejo con el sustrato, adsorbidas a las superficies de las arcillas y en complejo con los coloides húmicos (Cerón & Melgarejo, 2005). En el suelo, se ha demostrado la actividad de hidrolasas, transferasas, oxidorreductasas y liasas. Las enzimas utilizadas como indicadores durante la evaluación del manejo agronómico sobre la calidad del suelo son las deshidrogenasas, β -glucosidasa, fosfatasa y ureasa, las tres últimas relacionadas con los ciclos de carbono, fósforo y nitrógeno, respectivamente. A su vez, la actividad de la deshidrogenasa refleja los procesos microbianos en el suelo e indica la tasa de oxidación de la materia orgánica (Henríquez et al., 2014).

El conjunto de actividades enzimáticas refleja las propiedades de fertilidad de los suelos y son sensibles al manejo de éstos (Barbosa et al., 2016). La actividad enzimática como producto de los microorganismos o de los restos de plantas y animales que persisten, evidencia el estado microbiano y las condiciones físicas y químicas del suelo. Es un indicador de la calidad del suelo debido a su sensibilidad a los contaminantes y relación directa con los ciclos de carbono, nitrógeno, fósforo y azufre. La actividad enzimática brinda información sobre la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, así como también determina el tiempo y los procesos de transformación química en el suelo (Aponte et al., 2020; Wei et al., 2019; Samuel et al., 2018).

La enzima deshidrogenasa realiza funciones intracelulares por lo cual es un parámetro indicador de la actividad de los microorganismos del suelo. Su actividad corresponde a la transferencia de energía en la cadena respiratoria y todas las actividades oxidativas y se relaciona de forma directa con la biomasa y actividad microbiana (Khipla et al., 2017). Se determina mediante una técnica colorimétrica con la que se mide la intensidad del compuesto coloreado (rojo) trifenílformazan (TFF) formado por la reducción del 2,3,5-cloruro de trifeníltetrazolio (TTC) por 10 g de suelo, a 30 °C, durante 24 horas (Latkovic et al., 2020).

La enzima β -glucosidasa es una glicoproteína con un pH óptimo de 7 y un rango de temperatura 30-40 °C. Puede ser inhibida por el nitrógeno y heterociclos (Simas-Dias et al., 2018). Cataliza la hidrólisis de los carbohidratos, fundamental en la obtención de energía para los microorganismos del suelo y se considera un indicador del metabolismo de los

microorganismos asociados a la mineralización de los sustratos celulósicos y por lo tanto al ciclo del carbono (Vélez et al., 2024). La actividad de la enzima β -glucosidasa se determina mediante una técnica colorimétrica en la que se mide el p - nitrofenol liberado cuando el suelo se incuba con p – nitrofenil - glucósido (PNG) a pH 6 y la intensidad del color amarillo del filtrado se mide en el espectrofotómetro a 398-405 nm (Vélez et al., 2024; Mohale et al., 2021).

El pH neutro y 40 °C son las condiciones óptimas de la actividad de la enzima ureasa, específica para la urea y hidroxiiurea e inhibida por los metales pesados (Ruiz, 2020). Actúa sobre los enlaces carbono-nitrógeno y cataliza la hidrólisis de la urea a dióxido de carbono y amoníaco en el suelo. Se relaciona con el ciclo del nitrógeno y evidencia la disponibilidad de este nutriente proveniente de los microorganismos o asociado al humus o coloides del suelo (Montserrat & Campaña, 2020). La actividad de la ureasa se determina con una técnica colorimétrica en la cual la urea se hidroliza a dióxido de carbono y amonio que en presencia de agua se transforma en amoníaco soluble. Éste es liberado durante la incubación del suelo con una solución de urea a 37 °C por 2 horas y se cuantifica a una longitud de onda de 525 nm (Vélez et al., 2024).

El pH alcalino y 30 °C son las condiciones óptimas para enzima fosfatasa que puede ser inhibida por los metales pesados (Pérez et al., 2016) y cataliza la hidrólisis de los ésteres y anhídros de ácido fosfórico, tal que se mineraliza el fósforo orgánico a inorgánico, disponible para microorganismos y plantas (Caballero & Mejía, 2015). La actividad de la fosfatasa se determina mediante una técnica colorimétrica en la que se libera p-nitrofenol (PNP) después de incubar la muestra de suelo por 1 hora a 37 °C y la intensidad del color del filtrado se mide en el espectrofotómetro a 398-405 nm (Vélez et al., 2024; Mohale et al., 2021).

1.2.5 Crecimiento de *Zea mays* L.

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta herbácea perteneciente a la familia *Poaceae*, con raíces primarias y secundarias, tallos tipo caña, hojas lanceoladas e inflorescencias masculinas y femeninas (Montoro & Ruiz, 2017). Las semillas de maíz germinan a los 6 -15 días después de la siembra bajo condiciones óptimas de temperatura y humedad. Las raíces y las hojas nuevas se desarrollan a partir del meristemo apical (punto de crecimiento). Al igual que otros órganos de las plantas, la profundidad de las raíces varía mucho debido al genotipo y el ambiente, pero se considera que profundidades de 1 a 2 m están dentro del rango normal. El maíz desarrolla durante su vida cerca de 30 hojas y alcanza la madurez fisiológica después de 3 meses. En condiciones óptimas y dependiendo de la agroecología específica, emerge una nueva hoja cada 3 a 4 días hasta que aparece la espiga, lo que indica que la planta ha alcanzado su altura máxima (García-Lara & Serna-Saldivar, 2019).

La temperatura óptima de crecimiento de las plantas de maíz es de 32-35 °C, temperaturas mayores reducen el grano formado y temperaturas inferiores retrasan la floración. Los requerimientos nutricionales del maíz son altos en lo correspondiente a los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, así como también necesitan en menor proporción calcio, magnesio, azufre, zinc, boro, manganeso, hierro, cobre y molibdeno. La producción de 1 tonelada de granos de maíz necesita en promedio 20,4 kg de nitrógeno; 8,5 kg de fósforo y 22,3 kg de potasio; sin embargo, la fórmula NPK varía según la variedad del maíz y la fertilidad del suelo donde se cultiva (Maquén-Perleche et al., 2023).

1.3 Operacionalización o categorización de variables

Definición conceptual

- **Uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico:** Combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos para lograr un rendimiento óptimo de los cultivos minimizando el impacto en el ecosistema suelo (Lamessa, 2016).
- **Fertilidad del suelo:** Capacidad del suelo de proporcionar características físicas, químicas y biológicas favorables como hábitat para el crecimiento de las plantas (FAO, 2022).
- **Crecimiento de *Zea mays* L.:** Aumento en el número y tamaño de las células que constituyen los diversos órganos de la planta (Golik et al., 2018).

Definición operativa

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente Uso integrado de Biol de residuos de pescado y fertilizante químico	Biol de residuos de <i>O. mykiss</i>	- Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio - Características físicas y químicas	- De razón
	Biol de residuos de varios pescados marinos	- Microorganismos aerobios mesófilos, bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Shigella</i> sp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella</i> sp., Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	- De razón - De razón
Dependiente Fertilidad del suelo	Fertilidad química	- Contenido de materia orgánica, carbono, nitrógeno, fósforo y potasio, capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica, pH, clase textural	De razón
	Fertilidad biológica	Número de microorganismos benéficos del suelo Actividad enzimática del suelo	- Amonificadores - Fijadores de nitrógeno - Solubilizadores de fósforo - Proteolíticos - Amilolíticos - Celulolíticos - β -glucosidasa - Ureasa
Dependiente Crecimiento de <i>Zea mays</i> L.	Parámetros fenológicos	- Altura de planta - Número de hojas - Peso fresco de biomasa aérea y radicular - Peso seco de biomasa aérea y radicular	- De razón - De razón - De razón - De razón
	Parámetro bioquímico	- Contenido de clorofila foliar	De razón

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Tipo de investigación

La investigación fue explicativa.

2.2 Diseño de contrastación de hipótesis o Procedimiento a seguir en la investigación

La hipótesis se contrastó con el diseño completamente aleatorio (DCA) con diez tratamientos, tres repeticiones y un total de 30 unidades experimentales (Figura 1).

2.2.1 Procedimiento:

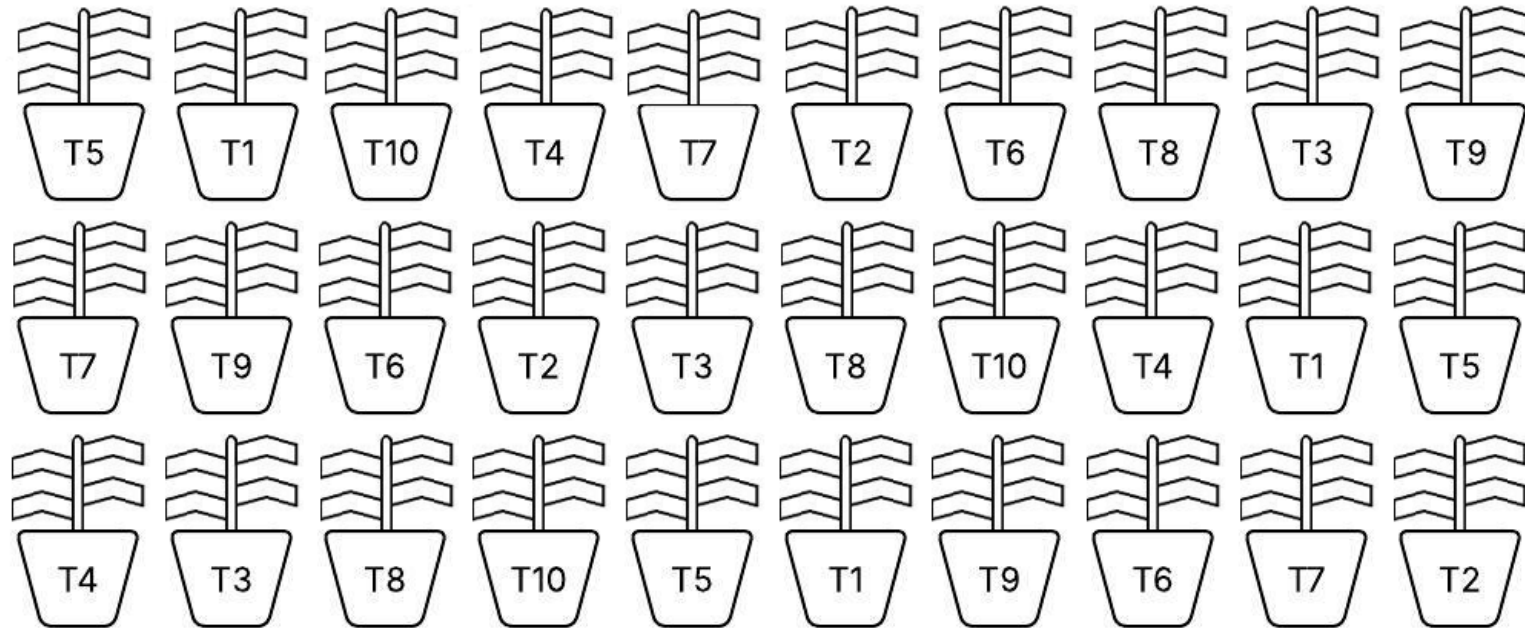
Se recolectaron residuos de *O. mykiss* “trucha” y varios pescados marinos para obtener Bioles e identificar las características físicas, químicas y biológicas. Asimismo, se comparó el efecto de la aplicación de dos Bioles junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en los parámetros fenológicos y bioquímico de *Zea mays* L. “maíz” y en la fertilidad biológica y química del suelo.

a. Identificación de las características de los Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos

Los subproductos del procesamiento de *O. mykiss* “trucha” (branquias, riñones, corazones, hígados, estómagos, intestinos, gónadas, vejiga, cabezas y columna vertebral) y de varios pescados marinos (branquias, riñones, corazones, hígados, estómagos, intestinos, gónadas, vejigas y vesiculares biliares) se colectaron respectivamente en la Planta de Procesamiento Pesquero Artesanal “Asociación Agropecuaria Solandino” en el distrito de Jaén en Cajamarca y en el Terminal Pesquero ECOMPHISA o Empresa de Comerciantes Mayoristas de Productos Hidrobiológicos S.A. en el distrito de Santa Rosa en Lambayeque (Figuras 2,3, anexo 1).

Figura 1

Diseño completamente aleatorio (DCA) para determinar el efecto de dos Bioles junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en *Zea mays* L. "maíz"



T1 = Testigo agua

T2 = Testigo 100 % FQ

T3 = Testigo 75 % FQ

T4 = Testigo 50 % FQ

T5 = Testigo Biol de residuos de *O. mykiss* 100 %

T6 = Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %

T7 = Biol de residuos de *O. mykiss* 100 % + 75 % FQ

T8 = Biol de residuos de *O. mykiss* 100 % + 50 % FQ

T9 = Biol de residuos de varios pescados marinos 100 % + 75 % FQ

T10 = Biol de residuos de varios pescados marinos 100 % + 50 % FQ

El distrito de Jaén, en Cajamarca tiene una extensión de 537,25 km², una población estimada de más de 100 000 habitantes y limita con los distritos de Huabal, las Pirias, Bellavista, Colasay, Chontali y San José del Alto, así como con la provincia de Cutervo. La actividad económica del distrito se concentra en el comercio, la agricultura, la ganadería y el procesamiento primario de productos agropecuarios como la trucha y tilapia. El distrito de Santa Rosa presenta una extensión de 14,09 km² con más de 14 000 habitantes, limita con los distritos de Pimentel, La Victoria, Monsefú y Ciudad Eten y su base económica es la pesca, el comercio y la agricultura (Comité distrital de seguridad ciudadana de Santa Rosa [CODISEC], 2023; Gobierno regional de Cajamarca, 2015).

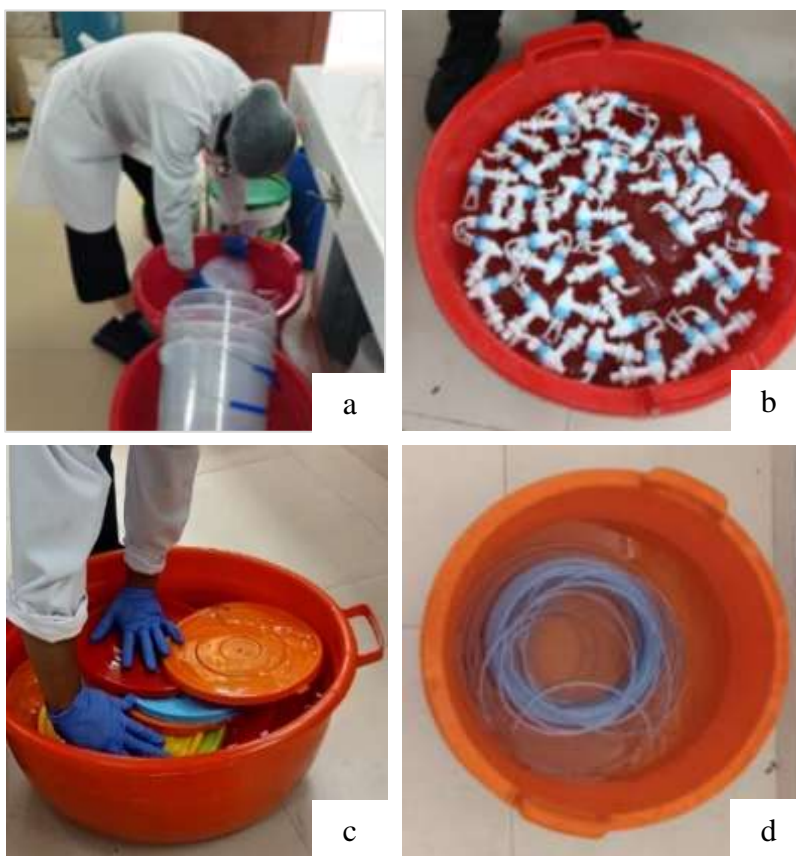
Los residuos de trucha y varios pescados marinos se acondicionaron con bloques de hielo (-4 °C) para su transporte al laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. La obtención de Biol se realizó mediante la digestión anaerobia en seis biorreactores anaerobios tipo tanque con sistema discontinuo o “Bach” (Crisanto, 2025), constituidos por baldes de tereftalato de polietileno (PET) de 10 L de capacidad, en cuya base se acondicionó un caño hermético para la toma de muestra. En el centro de la tapa de los biorreactores se realizó una perforación para insertar una manguera (0,6 cm de diámetro y 70 cm de longitud) de policloruro de vinilo que desembocó en un frasco con 200 mL de cloruro de sodio al 20 %. Los baldes, los caños, las tapas y mangueras se desinfectaron en lejía comercial (4 %) a 50 ppm por 5 minutos, seguido del enjuague con agua potable (Figuras 4, 5).

Los residuos de trucha y varios pescados marinos se trituraron hasta obtener una mezcla con partículas menores a 1 mm (Figura 6), se pesaron 6 kg y se depositaron en los biorreactores para alcanzar la concentración de 0,6 kg L⁻¹ correspondiente a 60 %, se mezclaron con 1 kg de melaza, 1 kg del consorcio microbiano GARLAC (Anexo 2) y el agua destilada requerida (6 L). Los biorreactores se taparon, se sellaron con cinta de embalaje y se dejaron fermentar a temperatura ambiental durante 10 días (Figura 7), con una temperatura promedio de 22,7 °C, una mínima de 21,9 °C y una máxima de 23,5 °C (Anexo 3).

Durante la fermentación, cada 24 horas se colectaron 2 mL del material en fermentación para registrar el pH (pH metro Hanna 0,0 - 14,0) y la temperatura (termómetro Hanna -50 - 150°C) (Figuras 8, 9, anexos 4, 5). Los residuos de pescado fermentados por 10 días se filtraron y el líquido obtenido o Biol se acondicionó en frascos de polietileno de alta densidad previamente desinfectados en lejía comercial (50 ppm) y enjuagados con agua potable. Inmediatamente, después se agregó el preservante natural ácido sórbico (0,25 %) y los frascos se taparon, se etiquetaron y se guardaron en refrigeración a 8 °C (Figuras 10, 11).

Figura 4

Desinfección de componentes de los biorreactores anaerobios, (a) baldes, (b) caños, (c) tapas y (d) mangueras, Lambayeque 2024.

**Figura 5**

Biorreactor anaerobio tipo tanque con sistema discontinuo, para la obtención de Biol, Lambayeque 2024.



Figura 6

*Procesamiento de residuos para la obtención de Bioles, (a) residuos de *O. mykiss* "trucha", (b) residuos de varios pescados marinos, (c) trituración, (d) mezcla triturada, Lambayeque 2024.*



Figura 7

Acondicionamiento de los residuos de varios pescados marinos para la obtención de Biol, (a) residuos de pescado, (b) melaza, (c) consorcio microbiano, (d) agua destilada, (e) homogenización, (f) fermentación, Lambayeque 2024.



Figura 8

Colección de muestra de residuos de varios pescados marinos durante el proceso fermentativo para la obtención de Biol, Lambayeque 2024.

**Figura 9**

Monitoreo del proceso de fermentación de residuos de varios pescados marinos (a) Determinación de pH, (b) Determinación de temperatura, Lambayeque 2024.



a



b

Figura 10

Filtrado de residuos de varios pescados marinos fermentados, Lambayeque 2024.

**Figura 11**

*Envasado de Bioles: (a) Proceso, (b) Bioles de *O. mykiss*, (c) Bioles de varios pescados marinos, Lambayeque 2024.*



El análisis de las características químicas de los Bioles se realizó en el Laboratorio Agroindustrial del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial Ica, del Instituto Tecnológico de la Producción. A los seis Bioles obtenidos se les determinó el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y se seleccionaron los dos Bioles de cada uno de los residuos investigados con la que se alcanzaron los mayores valores.

A los dos Bioles seleccionados se les determinó el pH, conductividad eléctrica (mS/cm), densidad absoluta (g/mL), cenizas (%), materia seca (%), humedad (%), nitrógeno (%), fósforo (%), potasio (%), magnesio (ppm), calcio (%), azufre (%), boro (ppm), cobre (ppm), manganeso (ppm), zinc (ppm), hierro (ppm), sodio (%), materia orgánica (%) y carbono orgánico (%).

En el análisis microbiológico se investigaron los microorganismos aerobios mesófilos, bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras (Laboratorio de Fitosanidad Perú en Chiclayo), *Listeria monocytogenes* y *Shigella* sp. (Laboratorio Analítico AGQ LABS en San Luis, Lima), *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* sp. (Laboratorio Agroindustrial del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial Ica, del Instituto Tecnológico de la Producción), Coliformes totales, Coliformes termotolerantes o fecales y *Escherichia coli* (Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas, en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en Lambayeque) siguiendo la metodología estandarizada (Anexos 6 a 12).

b. Comparación del efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis de fertilizante químico en los parámetros fenológicos y bioquímico de *Zea mays* L.

El ensayo correspondió a un diseño completamente aleatorio con diez tratamientos correspondientes a Testigo agua (T1), Testigo 100 % fertilizante químico (T2), Testigo 75 % fertilizante químico (T3), Testigo 50 % fertilizante químico (T4), Biol de residuos de *O. mykiss* (T5), Biol de residuos de varios pescados marinos (T6), Biol de residuos de *O. mykiss* + 75 % fertilizante químico (T7), Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % fertilizante químico (T8), Biol de residuos de *O. mykiss* + 50 % fertilizante químico (T9) y Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % fertilizante químico (T10). El número de repeticiones por tratamiento fue tres con un total de 30 unidades experimentales.

En un campo comercial de cultivo de maíz ubicado en Lambayeque, se colectaron 100 kg de suelo agrícola, se mezclaron con 200 kg de arena de río y se transportaron al invernadero de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, donde se acondicionaron en 30 macetas (polipropileno) de 12 kg de capacidad a razón de 9 kg en cada maceta (Figura 12).

Figura 12

Mezcla de suelo experimental (a) y acondicionamiento de macetas para el cultivo de Zea mays L. (b).



El análisis de las características físicas y químicas del suelo experimental se realizó en el Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza en Amazonas. Según los resultados el suelo fue franco arenoso, ligeramente alcalino (pH 7,68); baja cantidad de sales (0,03 dS/m), contenido medio de nitrógeno (0,13 %) y fósforo (11,95 ppm) y contenido alto de potasio con 342,03 ppm (Anexo 13).

El “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619 (Figura 13, anexo 14), se cultivó en macetas, bajo condiciones de invernadero. La siembra se realizó en seco (Figura 15), para lo cual se depositaron tres semillas por maceta (8,0 cm de profundidad), se aplicó el riego de germinación y posteriormente dos riegos cada semana. A los 10 días después de la siembra, se eliminó la planta menos vigorosa, tal que en cada maceta quedaron dos plantas. Se realizaron cinco fertilizaciones foliares de los Biol de residuos de pescado al 5 % (1 L de Biol y 19 L de agua) a los 20, 30, 40, 50 y 60 días después de la siembra. La primera fertilización química correspondiente a 250N:120P:140K fue aplicada 20 días después de la siembra y la segunda aplicación de 250N a los 30 días después de la siembra (Anexos 15, 16).

Durante el cultivo del maíz se registraron las temperaturas mínima, máxima y humedad relativa, información obtenida en la Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo en Lambayeque (Anexo 17). La temperatura promedio fue de 23,8 °C y 20,8 °C para abril y julio, respectivamente. Asimismo, se realizó el control de plagas y enfermedades (Anexo 18). Se aplicó Imidacloprid 70 % “AMIPRID” (2 g/L) y Nonylphenol polyoxyethylated “WETT” (0,5 mL/L) para el control de *Bemisia tabaco* “mosca blanca” e Imidacloprid “FERHOZ 35 SC” (350 g/L) y Nonylphenol polyoxyethylated “WETT” (0,5 mL/L) para el control de *Rhopalosiphum maidis* “pulgón negro” y para el control de la enfermedad complejo de mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*) se aplicó Sulfato de Cobre Pentahidratado 25 % “SULCu5” (250 g/L).

Transcurridos 30 días después de la siembra y cada 10 días durante 100 días se registró la altura de las plantas y el número de hojas. A los 100 días (50 % de plantas al estado de floración), se determinó el contenido de clorofila, las plantas se extrajeron y se determinó el peso de la biomasa fresca y seca de la parte aérea y se calculó el rendimiento con el peso de la biomasa aérea fresca y seca (Beyyavas et al., 2025).

Figura 13

Semillas de Zea mays L. “maíz amarillo duro”, megahíbrido INIA-619.

**Figura 14**

Siembra de semillas de Zea mays L. (a) y primer riego de germinación (b).



c. Comparación del efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y de varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en la fertilidad biológica y química del suelo

Transcurridos 100 días de la siembra de maíz en cada maceta (20 cm de profundidad) se tomó una muestra representativa de 2 kg del suelo para comparar la fertilidad biológica y en el suelo del tratamiento de Biol con fertilizante químico con el que se alcanzó el mayor rendimiento de biomasa, así como el suelo de su testigo fertilizante químico se determinaron las características físicas y químicas en el Laboratorio Analítico ALAB E.I.R.L., sede Piura.

La fertilidad biológica correspondió al número de microorganismos benéficos (Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas, en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo) y la actividad enzimática en el suelo (Laboratorio Analítico AGQ LABS en San Luis, Lima). Los microorganismos benéficos investigados fueron los amonificadores, fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, celulolíticos, proteolíticos y amilolíticos. Asimismo, se evaluó la actividad de las enzimas relacionadas con el ciclo del carbono (β -glucosidasa) y nitrógeno (ureasa).

Número de microorganismos benéficos

El recuento de los microorganismos benéficos se realizó con las diluciones del suelo (Anexo 19) en solución salina (NaCl 0,85 % p/v). Para el conteo de microorganismos amonificadores se tomó 1 mL de cada una de las diluciones (10^{-3} a 10^{-5} a los 0 días y 10^{-4} a 10^{-6} a los 100 días), se sembró por triplicado en el medio selectivo caldo asparagina y se incubó a 30 °C, durante 7 días. Posteriormente, se agregaron tres gotas del reactivo de Nessler en cada tubo y se contaron aquellos donde se observó un color ocre por la presencia de amonio al contacto con el reactivo. La cifra de tubos positivos en el recuento de microorganismos amonificadores se llevó a la tabla de Mc Grady para obtener el número más probable (Carreño et al., 2023).

El recuento de microorganismos fijadores de nitrógeno se realizó con una alícuota (0,1 mL) de las diluciones 10^{-2} a 10^{-4} a los 0 y 100 días, que se sembró en placas de Petri con medio Ahsby sin nitrógeno (pH final 7,0) y se incubó a 30 °C durante 7 días. Posteriormente, se contaron las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) presentes en un rango de 30-300 UFC. El recuento de microorganismos solubilizadores de fosfato se realizó con una alícuota (0,1 mL) de las diluciones 10^{-1} a 10^{-3} a los 0 y 100 días, que se sembró en medio National Botanical Research Institute Phosphate (NBRIP) con un pH final de 7,0, se incubó a 30 °C por 7 días y se

contaron las colonias que mostraron halos claros alrededor o halos de solubilización de fosfato (Maquén-Perleche et al., 2023)

El recuento de microorganismos celulolíticos se realizó con una alícuota (0,1 mL) de las diluciones 10^{-3} a 10^{-5} a los 0 y 100 días, que se sembró en agar Carboximetilcelulosa (CMC) y se incubó a 30 °C por 7 días. Se contaron las colonias que mostraron alrededor halos de hidrólisis utilizando Rojo Congo al 1 % (15 minutos) y NaCl 1 M como agentes reveladores. Para el recuento de microorganismos proteolíticos, se sembró en agar Leche (diluciones 10^{-1} a 10^{-3} a los 0 días y 10^{-3} a 10^{-5} a los 100 días), se incubó a 30 °C por 48 horas y se contaron las colonias que mostraron alrededor halos transparentes o de hidrólisis. Para el recuento de microorganismos amilolíticos se sembró en agar Almidón (diluciones 10^{-2} a 10^{-4} a los 0 días y 10^{-3} a 10^{-5} a los 100 días), se incubó a 30 °C por 72 horas y se contaron las colonias que mostraron alrededor halos de hidrólisis utilizando Lugol al 0,05 % como agente revelador (Carreño et al., 2023).

Actividad enzimática

Las muestras de suelo (100 g) se depositaron en una bolsa con cierre hermético de 1 kg, se llevaron a la estufa (65 °C) durante 72 horas, se tamizaron en una malla (2 mm) y se enviaron al Laboratorio Analítico AGQ LABS en San Luis, Lima. La actividad de las enzimas β -glucosidasa y ureasa se determinó mediante espectrofotometría ultravioleta-visible UV-VIS (Anexo 20).

d. Análisis estadístico de los datos

Los valores de los parámetros fenológicos y bioquímicos del maíz obtenidos por efecto de dos Bioles con dosis disminuidas de fertilizante químico después de 100 días se analizaron para establecer su normalidad (Prueba de Shapiro -Wilk) y homocedasticidad (Prueba de Levene), con un nivel de significancia de 0,05. Con los valores no paramétricos se realizaron las pruebas de Kruskal-Wallis y Dunntest con un nivel de significancia de 0,05. Los programas que se utilizaron fueron IBM SPSS Statistics versión 28, Word y Excel para Windows, versión 2019.

2.3 Población y muestra

La población y muestra de estudio correspondió a 30 unidades experimentales.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1 Técnica: Cuantitativa experimental (Hernández et al., 2014).

2.4.2 Instrumento: Ficha de recolección de datos (Hernández et al., 2014).

2.5 Aspectos éticos de la investigación

La presente investigación contribuye a la búsqueda de soluciones agrícolas sostenibles, priorizando la salud del ecosistema. A través del uso integrado de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos y dosis disminuidas del fertilizante químico se buscó mejorar el crecimiento del maíz y la fertilidad del suelo en comparación con el uso exclusivo de fertilizantes químicos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Características físicas, químicas y biológicas de Bioles obtenidos con residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos

Los Bioles obtenidos con residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos presentaron los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio. El mayor contenido de nitrógeno (1,19 %) y de potasio (0,57 %) se alcanzó en los Bioles de varios pescados marinos y el mayor contenido de fósforo (1,43 %) correspondió a los Bioles de *O. mykiss* (Tabla 1, anexos 21, 22).

El Biol obtenido con residuos de varios pescados marinos presentó los mayores valores en cenizas (3,08 %), magnesio (595,69 ppm), calcio (0,16 %), hierro (44,36 ppm), conductividad eléctrica (29,02 dS/m) y sodio (0,17). El Biol obtenido con residuos de *O. mykiss* presentó los mayores contenidos de cobre (3,98 %) y zinc (41,69 ppm). El pH más ácido (pH 3,95) fue el del Biol de residuos de varios pescados marinos en comparación con pH 4,57 en el Biol de residuos de *O. mykiss* (Anexos 23, 24).

Los Bioles de ambos residuos investigados presentaron microorganismos aerobios mesófilos y se cuantificaron $2,4 \times 10^3$ UFC mL⁻¹ (varios pescados marinos) a $1,2 \times 10^8$ UFC mL⁻¹ (*O. mykiss*). No se detectaron bacterias ácido lácticas, mohos, levaduras y microorganismos patógenos como *L. monocytogenes*, *Shigella* sp., *S. aureus*, *Salmonella* sp., Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *E. coli* (Anexos 25, 26).

Tabla 1

Contenido promedio (%) de nitrógeno, fósforo y potasio de Bioles obtenidos por fermentación de residuos de O. mykiss y varios pescados marinos, Lambayeque 2024.

Características	Biol de residuos	
	<i>O. mykiss</i>	Varios pescados marinos
Nitrógeno (%)	0,60	1,19
Fósforo (%)	1,43	0,22
Potasio (%)	0,13	0,57

3.2. Efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en los parámetros fenológicos y bioquímico de *Zea mays* L.

Los parámetros fenológicos altura de plantas, número de hojas, peso en fresco y seco de la biomasa aérea y radicular se incrementaron con todos los tratamientos en comparación con el testigo agua (Figuras 15 a 35, tabla 3, anexos 27 a 33). En cuanto al contenido de clorofila foliar se incrementó con todos los tratamientos (49,77 - 73,57 %), a excepción de T5 y T6.

La altura de las plantas se incrementó en 9,01 – 23,62 % (30 días); 18,26 – 47,02 % (40 días); 15,07 – 52,78 % (50 días); 18,55 – 60,19 % (60 días); 16,78 - 64,11 % (70 días); 18,59 – 74,99 % (80 días); 23,14 – 85,25 % (90 días) y 26,51 – 92,43 % a los 100 días. El número de hojas se incrementó en 3,03 – 45,45 % (30 días); 24,24 - 63,64 % (40 días); 17,14 – 57,14 % (50 días); 13,16 – 55,26 % (60 días); 17,50 - 67,50 % (70 días); 31,71 – 78,05 % (80 días); 28,26 -76,09 % (90 días) y 18,52 – 50,0 % a los 100 días. La biomasa aérea en fresco incrementó de 101,5 % a 437,8 %; la biomasa aérea en seco se incrementó de 133,8 % a 415,1 %; la biomasa radicular en fresco incrementó de 958,6 % a 3742,8 % y la biomasa radicular en seco incrementó de 472,1 % a 1814,3 %.

Los mayores incrementos en el contenido de clorofila (45,76 %), peso de biomasa fresca y seca de la parte aérea (321,7 – 106,7 %) y radicular (374,0 – 89,3 %) se alcanzaron con T10 en comparación con el testigo correspondiente T4 con valores de 41,61 %, 306,8 –119,3 %, 285,7 – 74,7 % (Tabla 2). La prueba de contraste “Dunntest” determinó que la mayor altura de las plantas se alcanzó con T8 sin diferencias significativas con T9, T7 y T10; el mayor contenido de clorofila correspondió a T9 sin diferencias estadísticas con T10 y la mayor biomasa aérea fresca y biomasa radicular fresca y seca se alcanzaron con T10, con diferencias significativas frente a los demás tratamientos (Tabla 2, anexo 34)

Figura 15

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 30 días de la aplicación de Biol de residuos de O. mykiss “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.

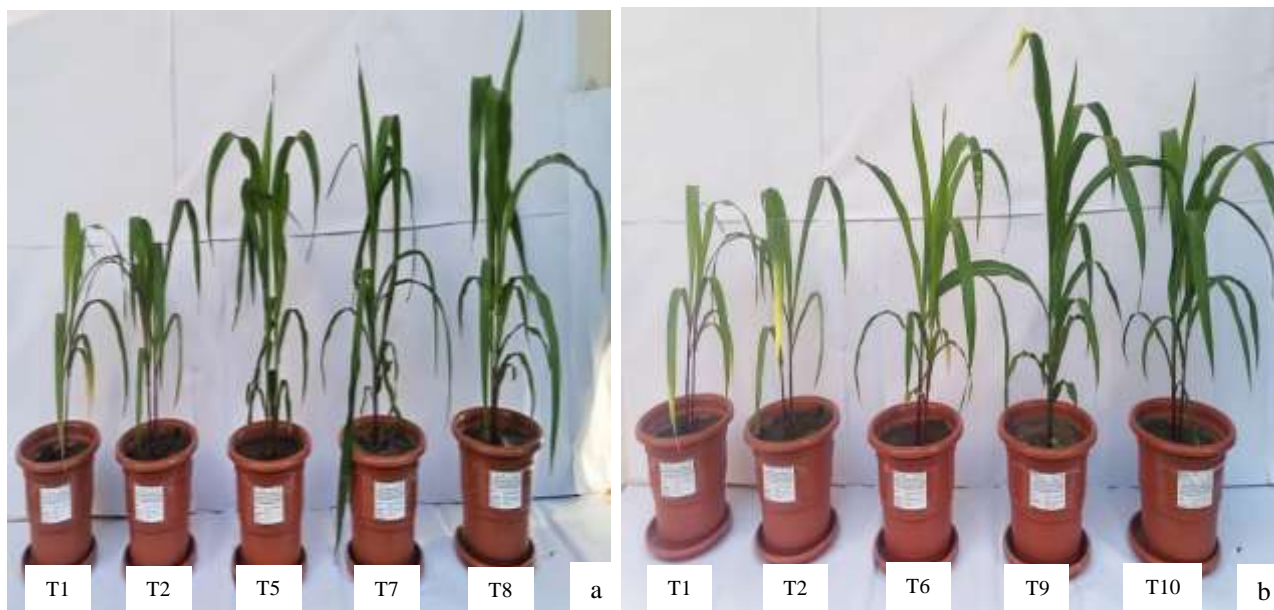


Figura 16

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 30 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.

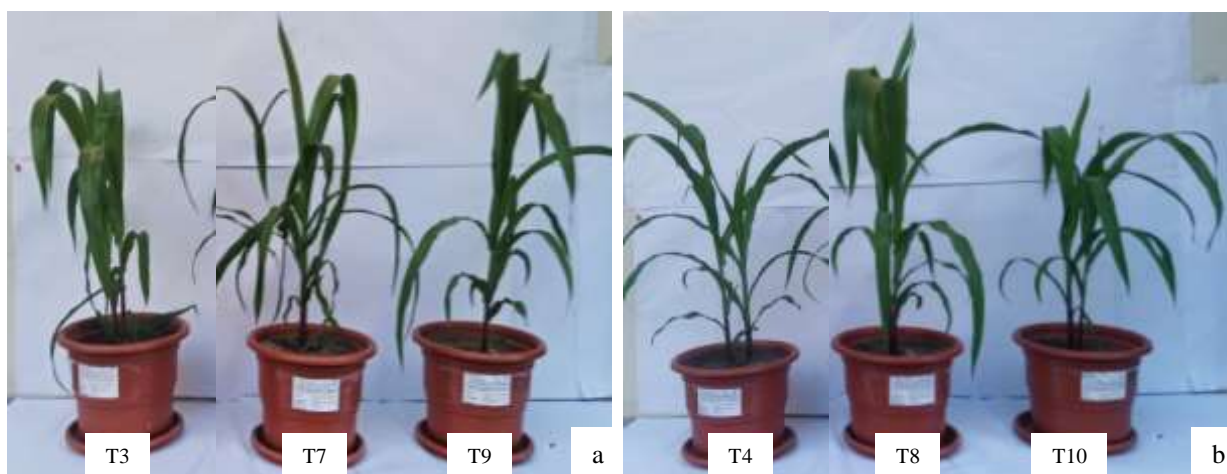


Figura 17

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 40 días de la aplicación de Biol de residuos de O. mykiss “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.



Figura 18

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 40 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.

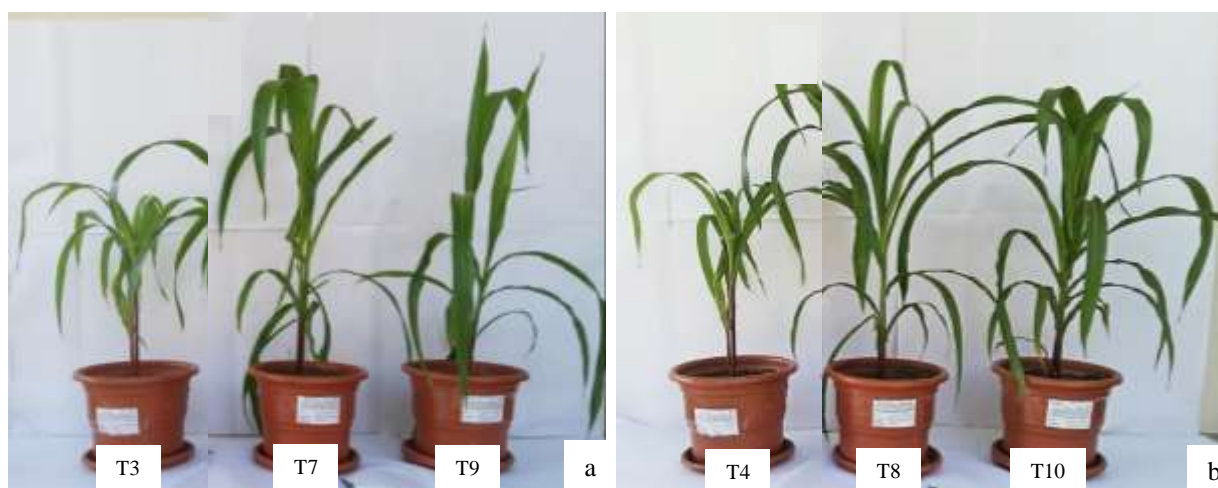


Figura 19

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 50 días de la aplicación de Biol de residuos de O. mykiss “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.

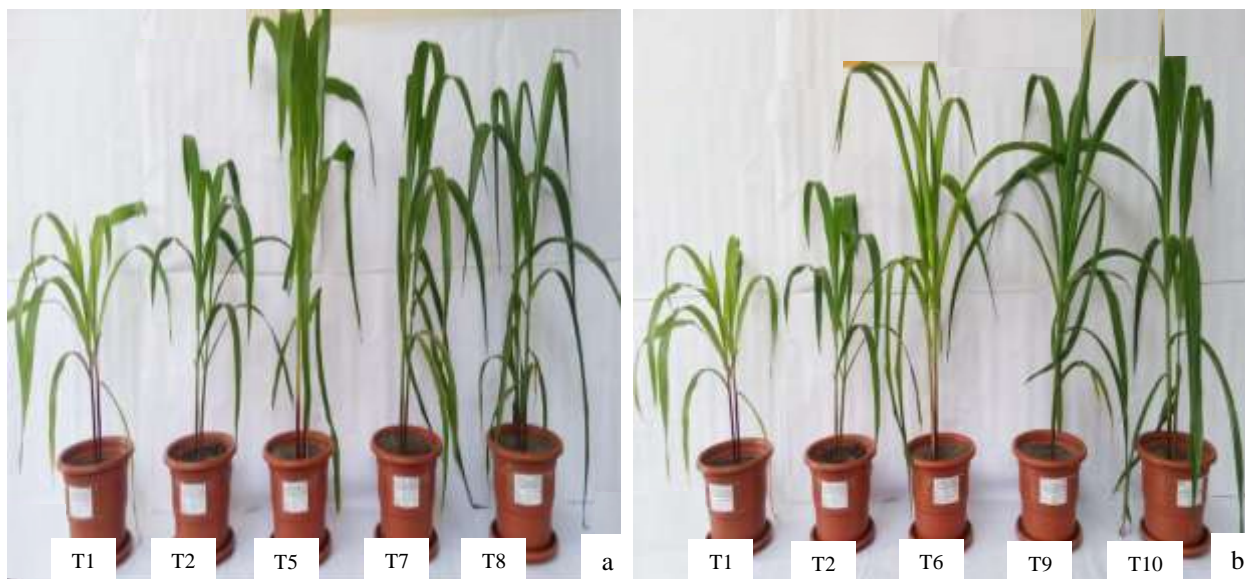


Figura 20

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 50 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.

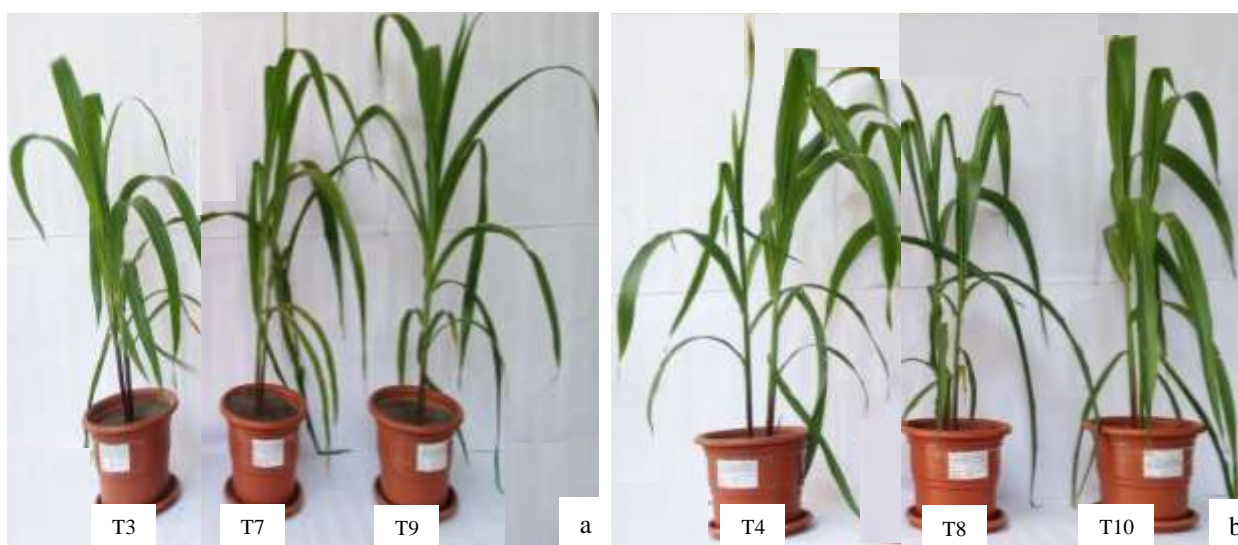


Figura 21

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 60 días de la aplicación de Biol de residuos de O. mykiss “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.

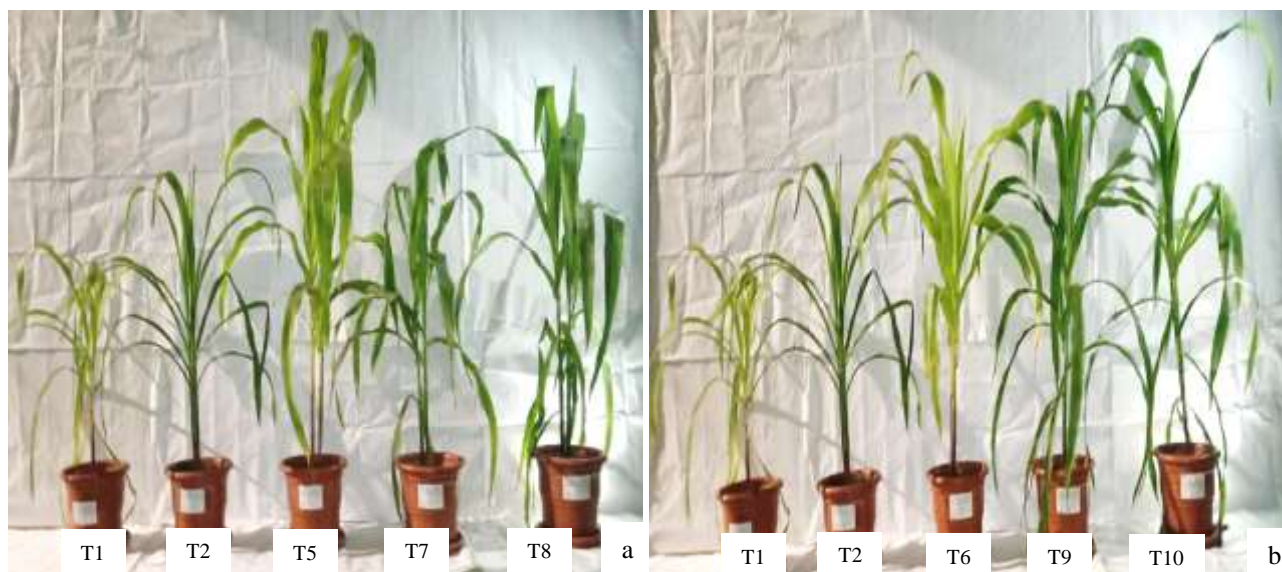


Figura 22

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 60 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.

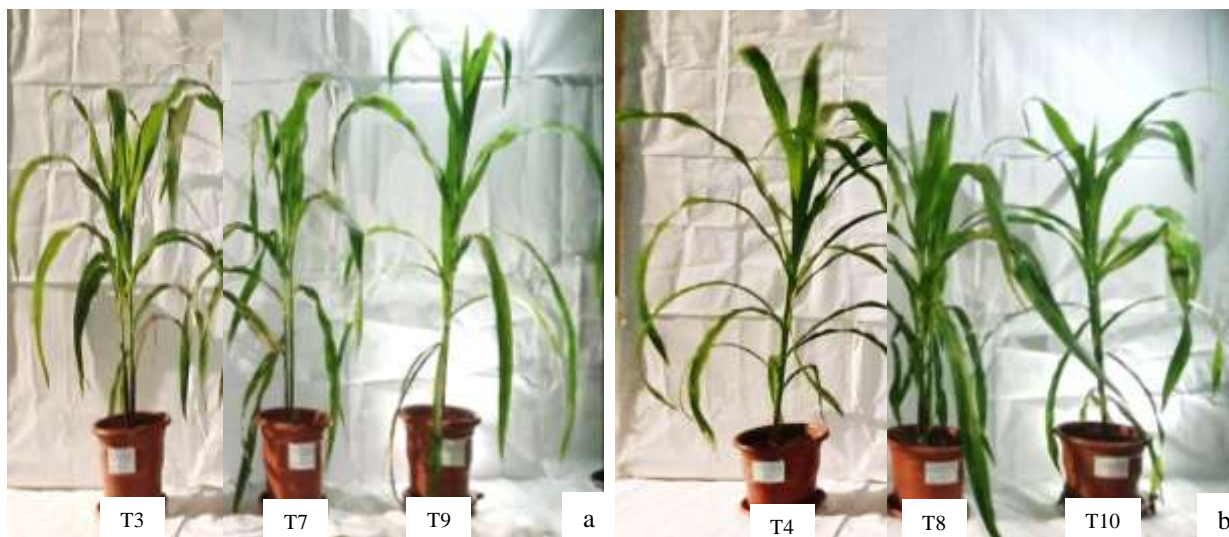


Figura 23

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 70 días de la aplicación de Biol de residuos de O. mykiss “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.



Figura 24

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 70 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.



Figura 25

Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 80 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.

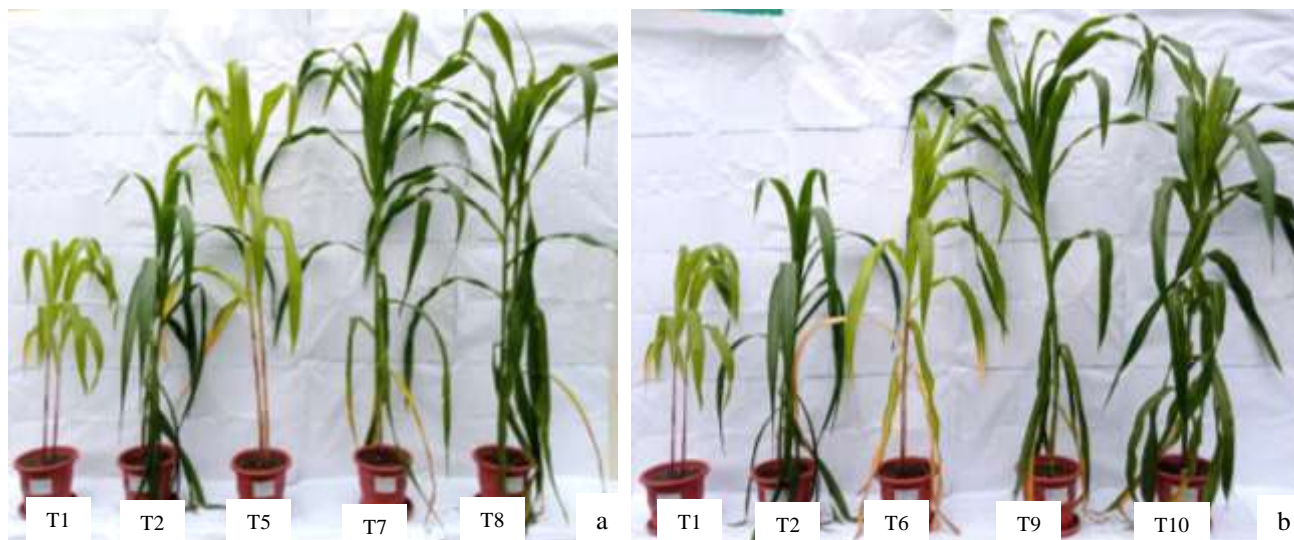


Figura 26

Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 80 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.



Figura 27

Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 90 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.

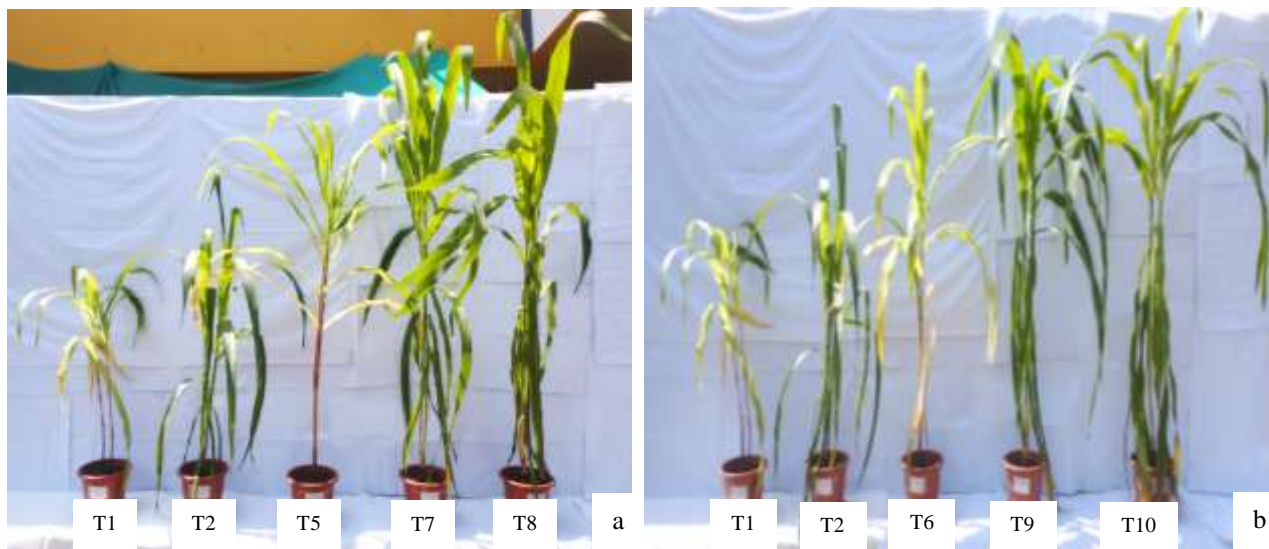


Figura 28

Plantas de *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 90 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.

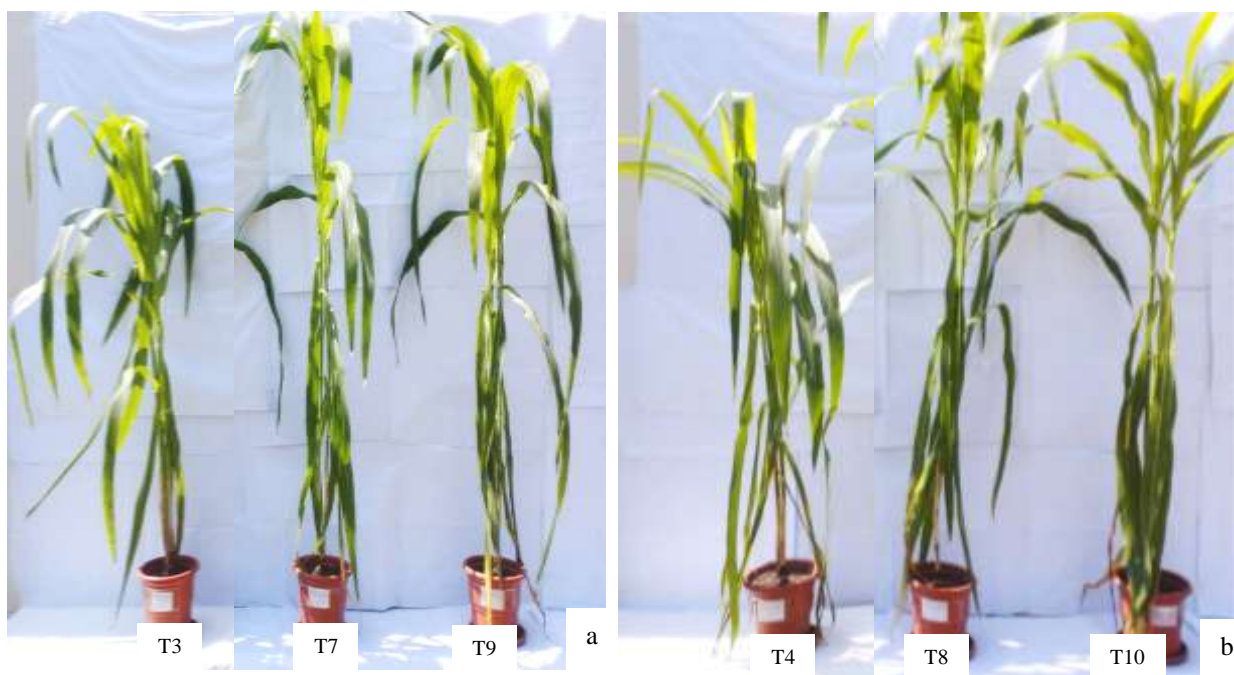


Figura 29

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 100 días de la aplicación de Biol de residuos de O. mykiss “trucha” (a) y varios pescados marinos (b) junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico.



Figura 30

Plantas de Zea mays L. “maíz amarillo duro” megahíbrido INIA-619, transcurridos 100 días de la aplicación de dos Bioles junto a 75 % (a) y 50 % (b) de la dosis del fertilizante químico.

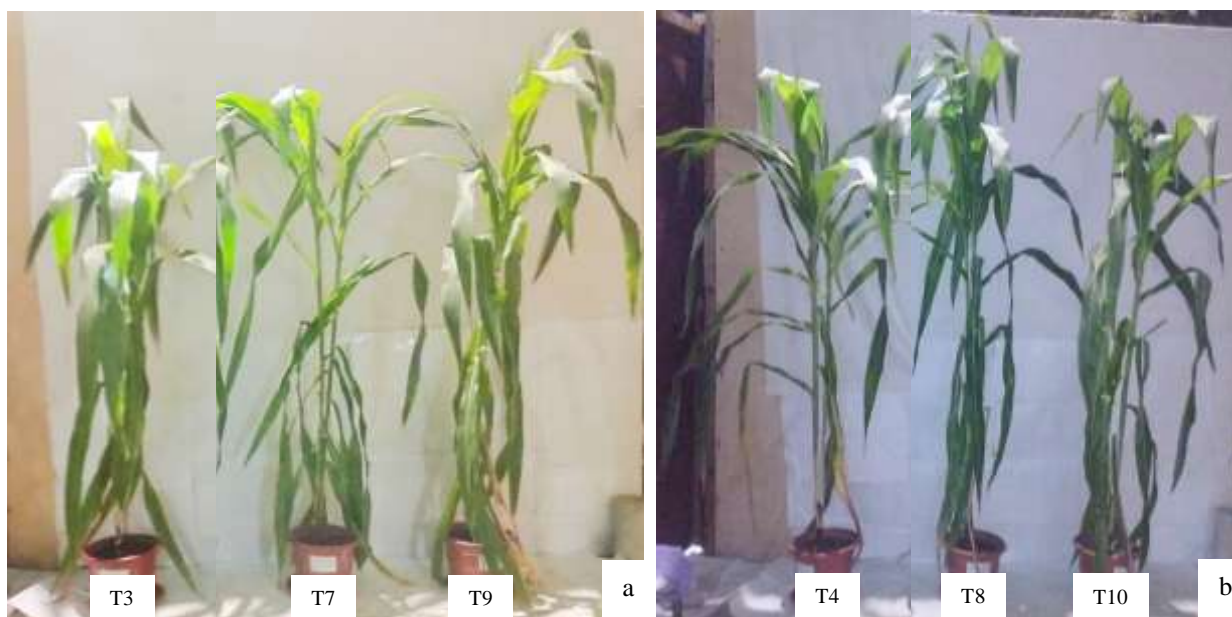


Figura 31

Incremento (%) en la altura de plantas de Zea mays L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico (a) 30 días, (b) 40 días, (c) 50 días, (d) 60 días, (e) 70 días, (f) 80 días, (g) 90 días, (h) 100 días.

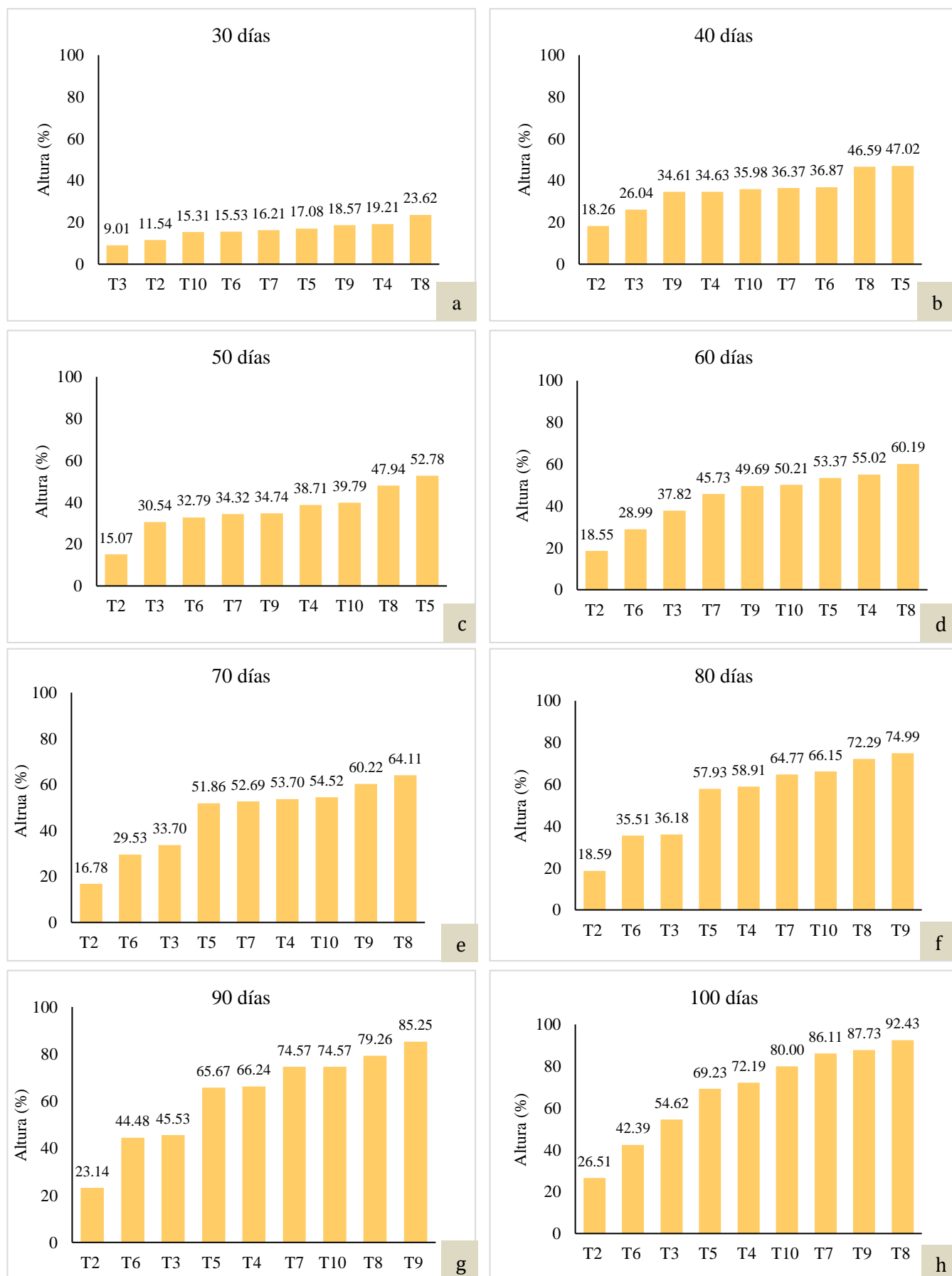


Figura 32

Incremento (%) en el número de hojas de Zea mays L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico (a) 30 días, (b) 40 días, (c) 50 días, (d) 60 días, (e) 70 días, (f) 80 días, (g) 90 días, (h) 100 días.

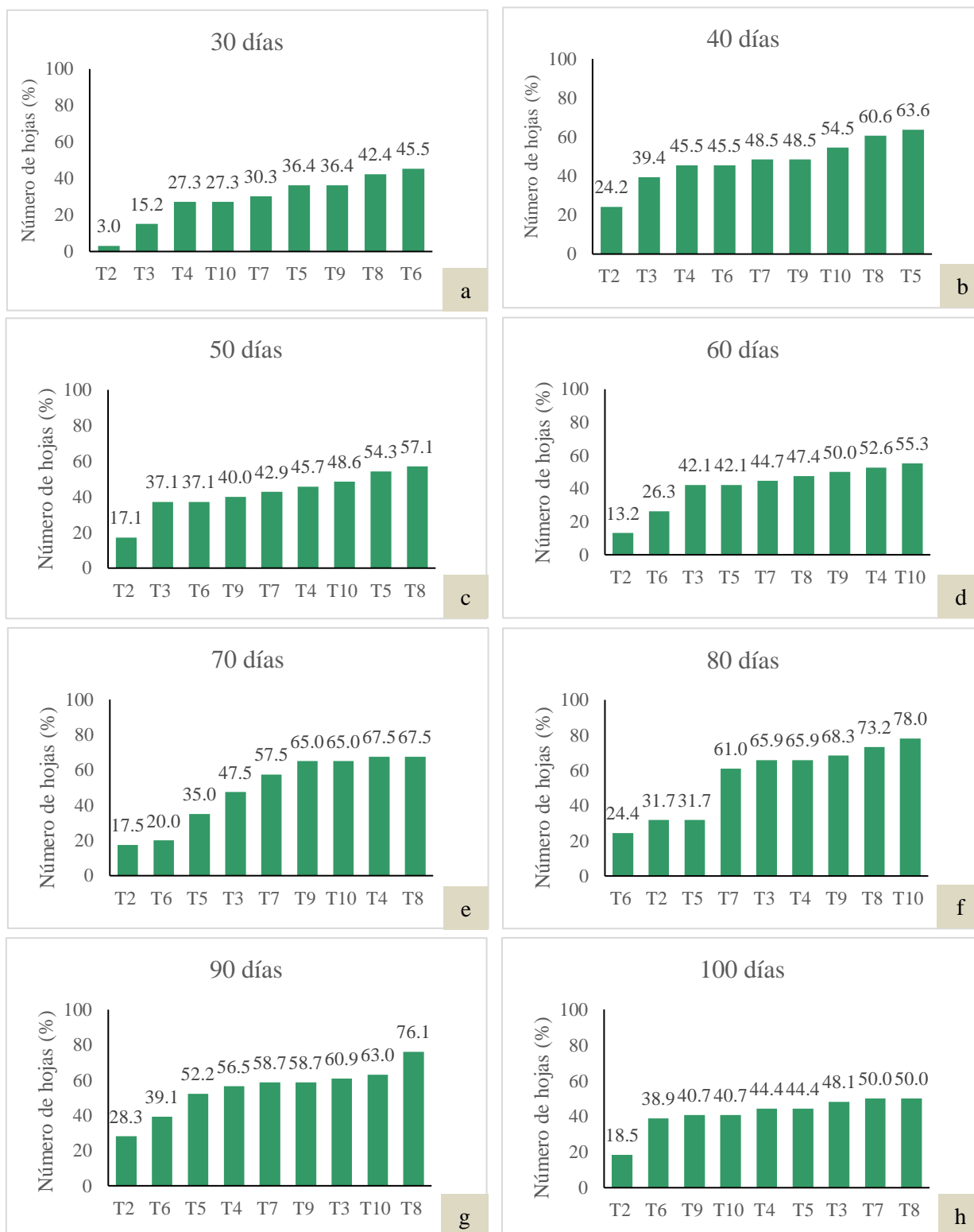


Figura 33

Incremento (%) en el contenido de clorofila foliar de Zea mays L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.

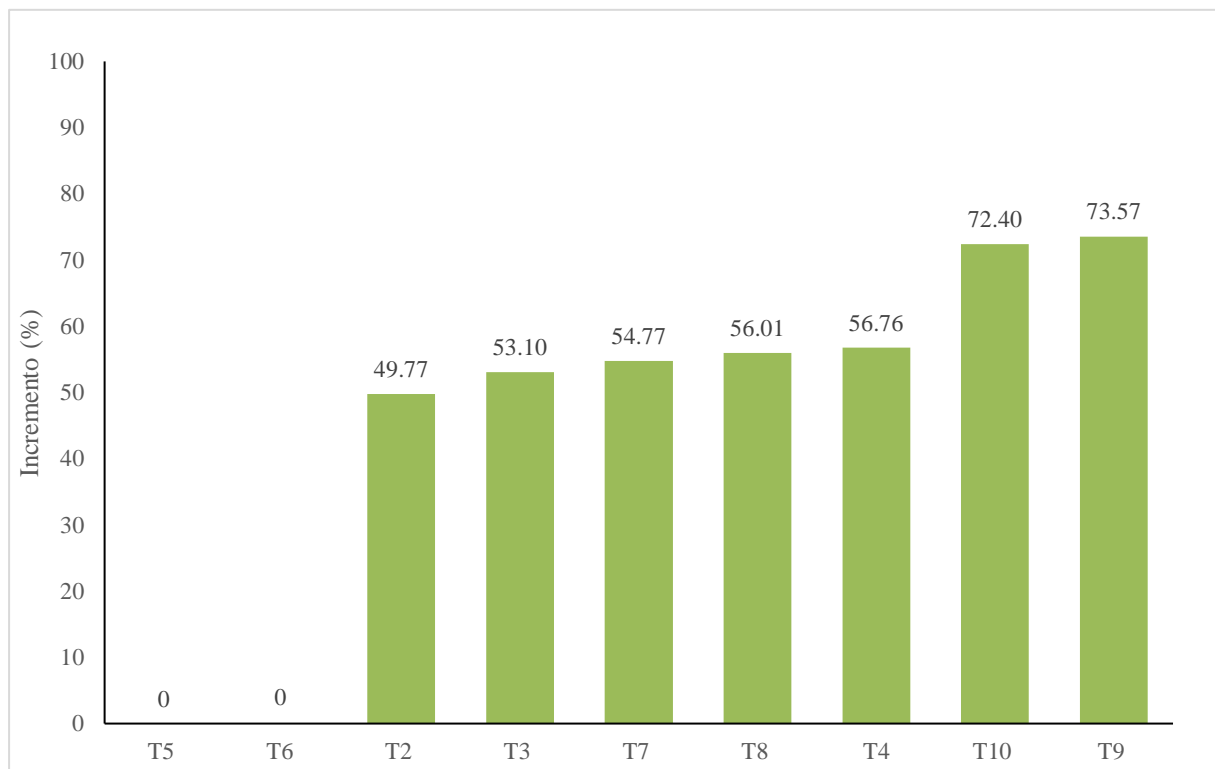
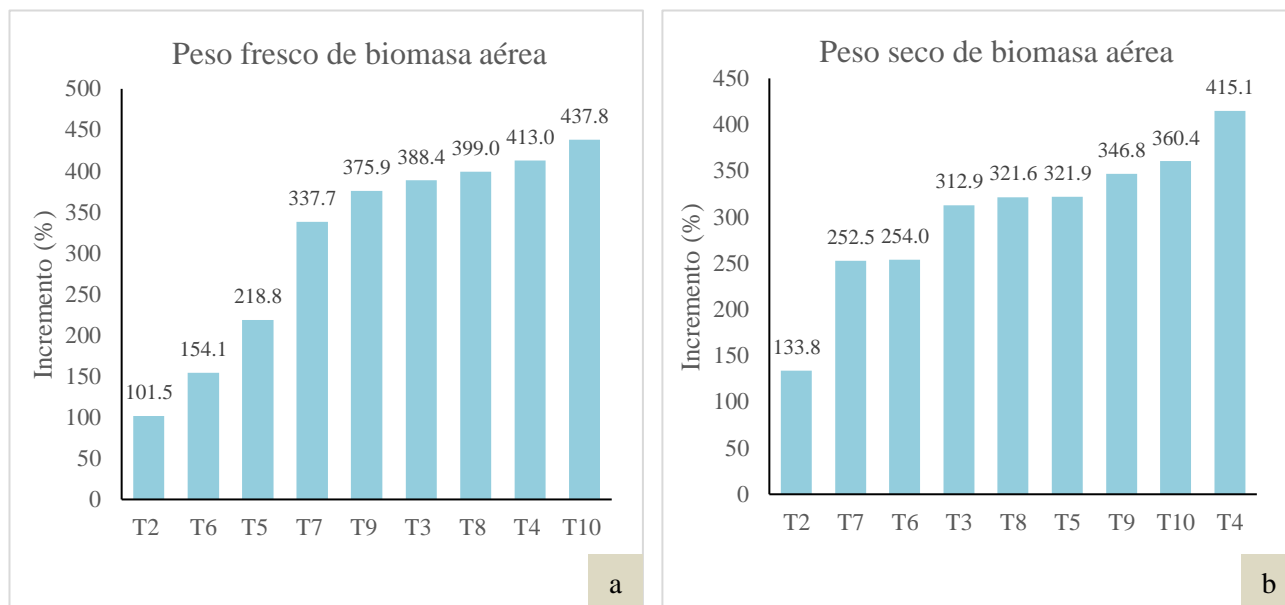


Figura 34

Incremento (%) en el peso en fresco (a) y en seco (b) de la biomasa aérea de Zea mays L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.

**Figura 35**

Incremento (%) en el peso en fresco (a) y en seco (b) de la biomasa radicular de Zea mays L. por efecto de la aplicación integrada de Bioles junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.

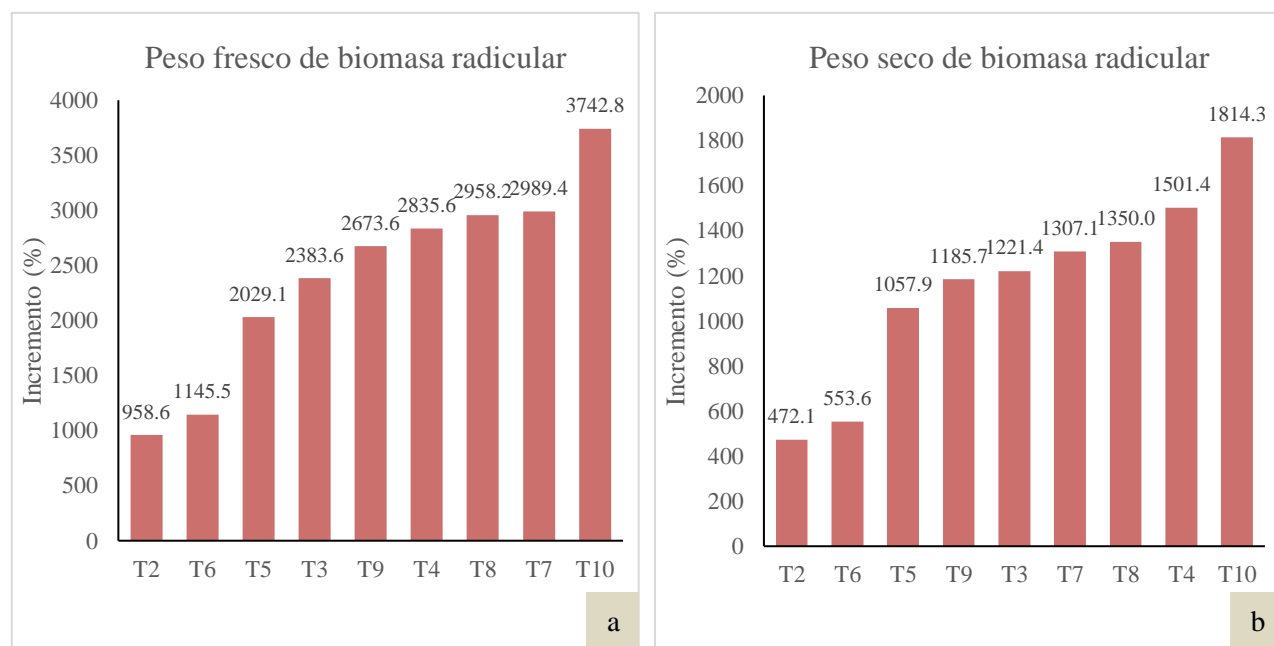


Tabla 2

Prueba de contraste de Dunntest de altura, clorofila y biomasa aérea y radicular de Zea mays L. después de la aplicación de Bioles de residuos de O. mykiss y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	Altura	Clorofila	Biomasa aérea		Biomasa radicular	
			Fresca	Seca	Fresca	Seca
T1	105,25 ± 6,14 g	26,54 ± 1,68 c	59,8 ± 1,61 i	23,2 ± 0,61 f	9,7 ± 0,72 i	4,7 ± 0,52 h
T2	133,15 ± 15,21 f	39,76 ± 1,06 b	120,5 ± 1,93 h	54,2 ± 2,01 e	103,0 ± 5,22 h	26,7 ± 2,50 g
T3	162,73 ± 6,40 de	40,64 ± 1,97 b	292,2 ± 9,43 cd	95,7 ± 4,31 c	241,7 ± 3,28 e	61,7 ± 1,43 de
T4	181,23 ± 8,22 bc	41,61 ± 1,86 b	306,8 ± 3,64 b	119,3 ± 1,87 a	285,7 ± 6,84 c	74,7 ± 1,96 b
T5	178,12 ± 5,73 cd	24,07 ± 0,48 c	190,7 ± 6,96 f	97,8 ± 2,76 c	207,2 ± 9,07 f	54,0 ± 2,01 f
T6	149,87 ± 16,54 ef	25,87 ± 0,40 c	152,0 ± 2,68 g	82,0 ± 1,69 d	121,2 ± 2,51 g	30,5 ± 1,40 g
T7	195,88 ± 7,37 abc	41,08 ± 2,03 b	261,8 ± 0,97 e	81,7 ± 2,15 d	300,7 ± 8,00 b	65,7 ± 3,22 cd
T8	202,53 ± 10,02 a	41,41 ± 2,81 b	298,5 ± 4,97 bc	97,7 ± 3,82 c	297,7 ± 8,93 b	67,7 ± 2,70 c
T9	197,58 ± 5,63 ab	46,07 ± 1,35 a	284,7 ± 4,57 d	103,5 ± 2,46 b	270,0 ± 2,56 d	60,0 ± 2,81 e
T10	189,45 ± 3,56 abc	45,76 ± 3,46 a	321,7 ± 1,05 a	106,7 ± 3,95 b	374,0 ± 3,36 a	89,3 ± 3,54 a

3.3. Efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en la fertilidad biológica y química del suelo

La aplicación integrada de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico aumentó la fertilidad biológica del suelo expresada como número de microorganismos y actividad enzimática. Respecto al número de microorganismos solubilizadores de fosfato, proteolíticos y amilolíticos se incrementó en todos los tratamientos en comparación con el número determinado antes de la siembra (Figuras 36 a 39, anexos 35 a 37). Los mayores valores se alcanzaron con T9 (Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % NPK) y T10 (Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK). Por lo contrario, los menores valores en solubilizadores de fosfato correspondieron a T2 (Testigo 100 % NPK), en proteolíticos a T1 (Testigo agua) y T2 y en amilolíticos a T1, T2, T3 (Testigo 75 % NPK) y T4 (Testigo 50 % NPK). El número de microorganismos solubilizadores de fosfato, proteolíticos y amilolíticos alcanzado en el suelo con la aplicación integrada de Biol con 50 y 75 % (T7 a T10) superó al de los testigos Bioles (T5 y T6) y testigos 100, 50 y 75 % NPK (T2 a T4).

El número de microorganismos amonificadores y celulolíticos se incrementó con todos los tratamientos, a excepción de T2 y T3. Los mayores valores en el número de microorganismos amonificadores se alcanzaron con T6 seguido de T9, T10, T7, T8, T3 y T1. Respecto a los microorganismos celulolíticos el mayor valor se alcanzó con T7 seguido de T10, T5 y T9. El número de microorganismos fijadores de nitrógeno 100 días después de la siembra disminuyó en todos los tratamientos, a excepción de T7, T9 y T10 en comparación con $9,6 \times 10^4$ UFC g^{-1} antes de la siembra. El mayor valor en el número de estos microorganismos benéficos se alcanzó con T10 (Figuras 40 a 43).

La actividad enzimática del suelo se incrementó con la aplicación de T10 (Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK) y alcanzó 35,1 ug p-Nitrofenol/ (g MS x h) en la β -glucosidasa y 1,69 ug N/ (g MS x 2h) en la ureasa y con el testigo 50 % NPK los valores fueron de 31,2 ug p-Nitrofenol/ (g MS x h) y 1,65 ug N/ (g MS x 2h) respectivamente, en comparación con la actividad antes de la siembra que fue de 32,2 ug p-Nitrofenol/ (g MS x h) y 1,22 ug N/ (g MS x 2h) respectivamente (Tabla 3, anexos 38, 39).

Figura 36

Halos de solubilización de fosfato observados en el recuento de microorganismos del suelo cultivado con Zea mays L. y aplicado con Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK.

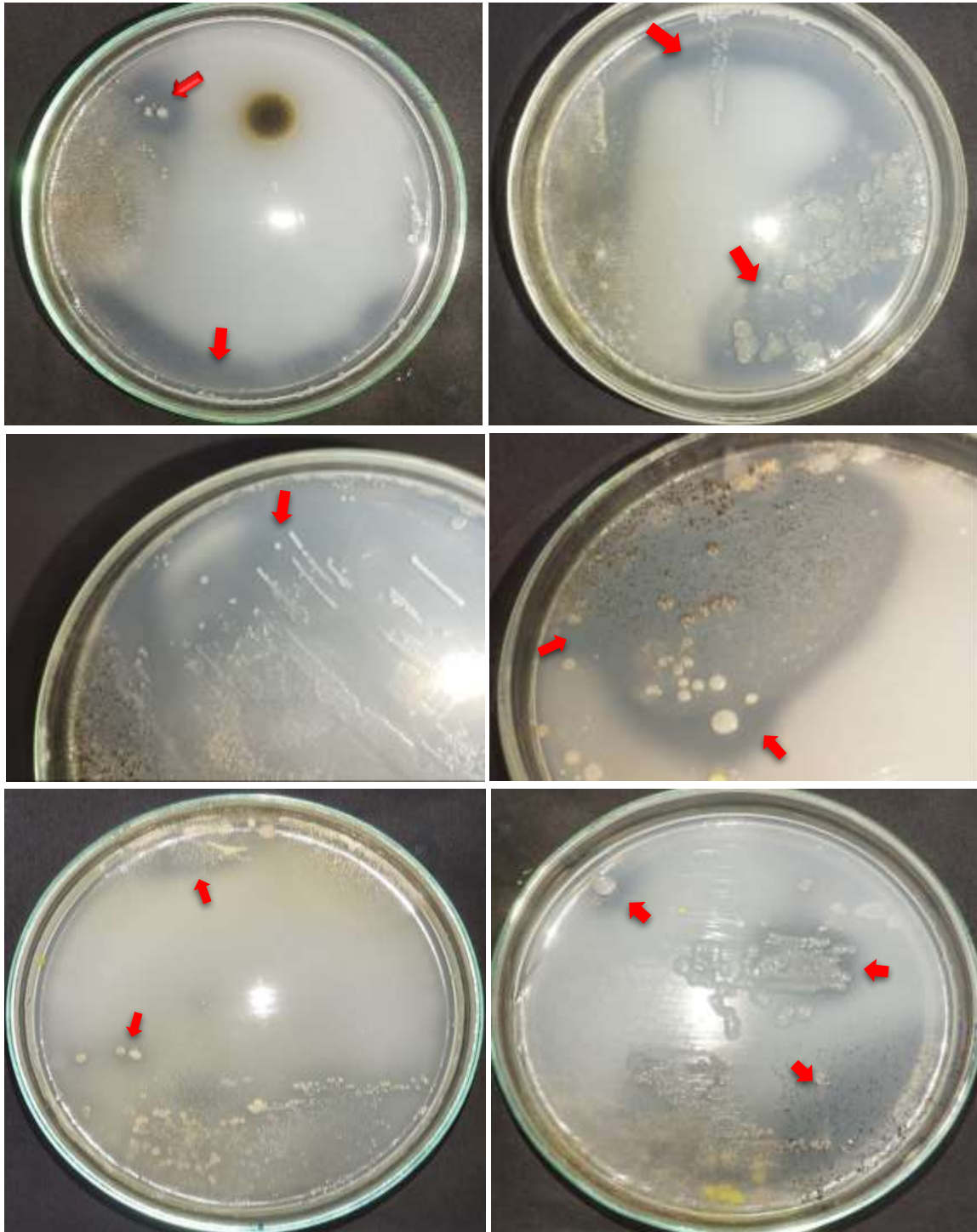


Figura 37

Halos de hidrolisis observados alrededor de colonias de microorganismos proteolíticos procedentes del suelo cultivado con Zea mays L. y aplicado con Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK.

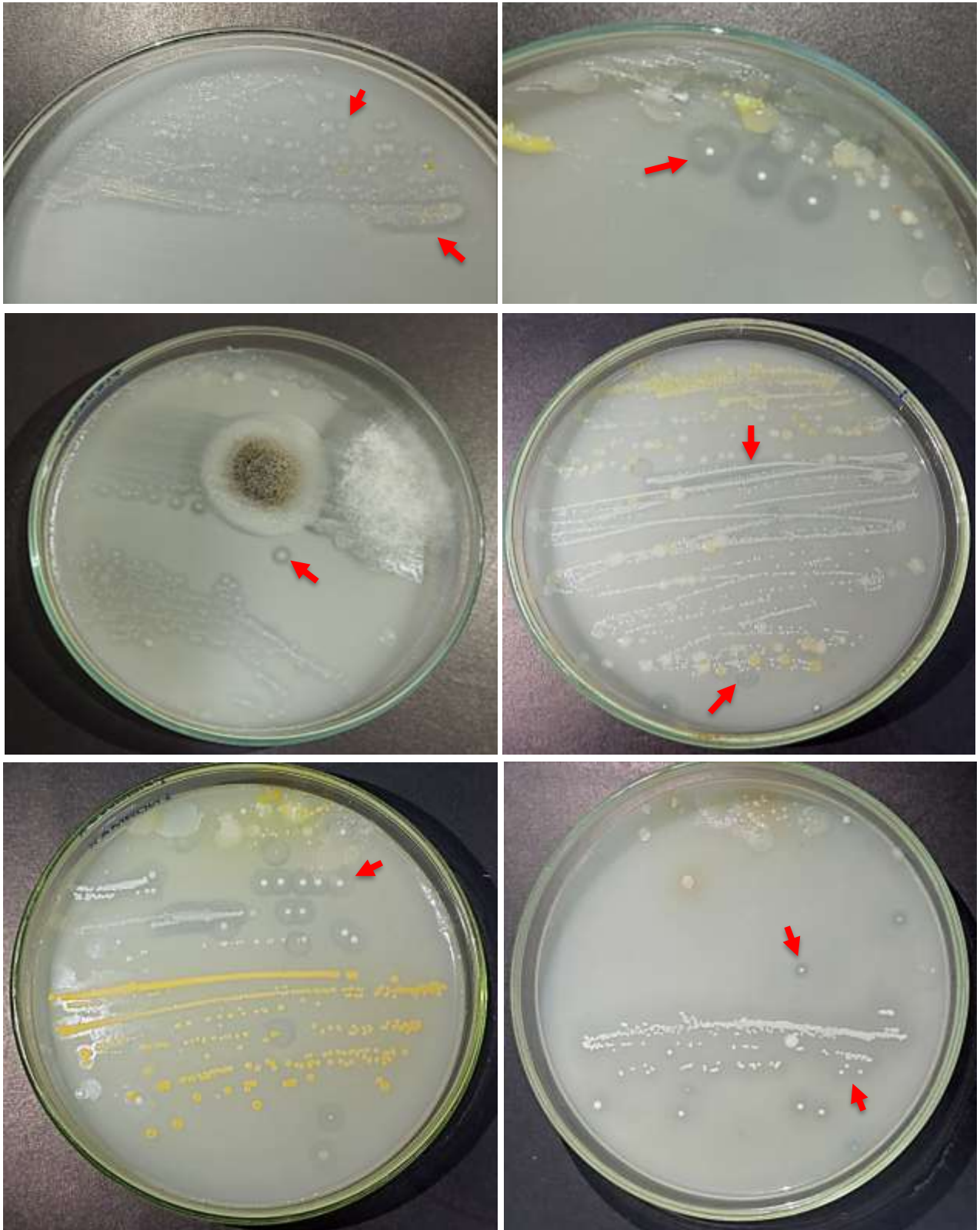


Figura 38

Halos de hidrolisis observados alrededor de colonias de microorganismos amilolíticos procedentes del suelo cultivado con Zea mays L. y aplicado con Biol de O. mykiss + 50 % NPK (a, b) y Biol de varios pescados marinos + 50 % NPK (c, d).

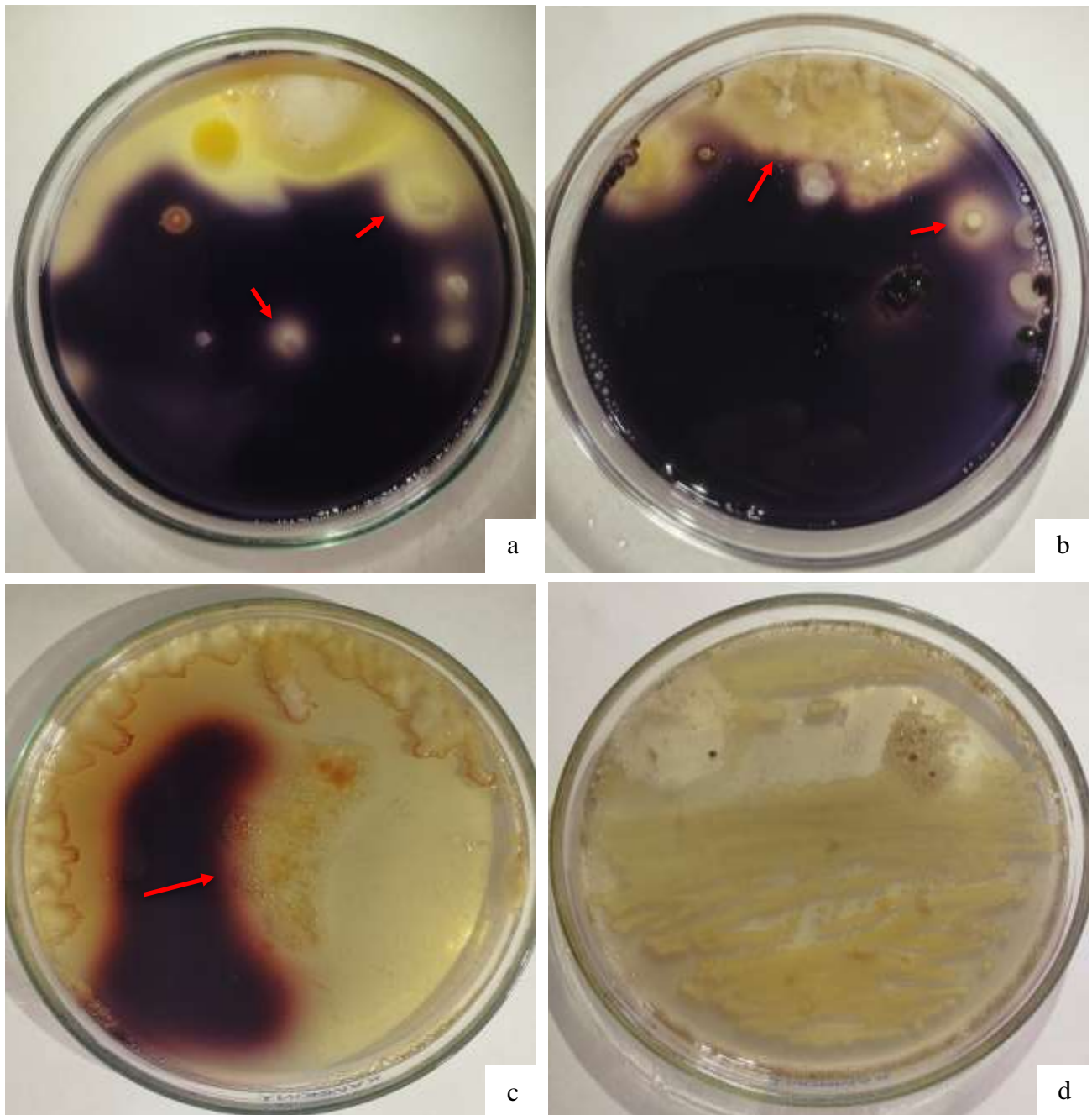


Figura 39

Variación del número de microorganismos solubilizadores de fosfato, proteolíticos y amilolíticos en el suelo cultivado con *Zea mays L.*, 100 días después de la aplicación de Biol junto a 50 y 75 % del fertilizante químico.

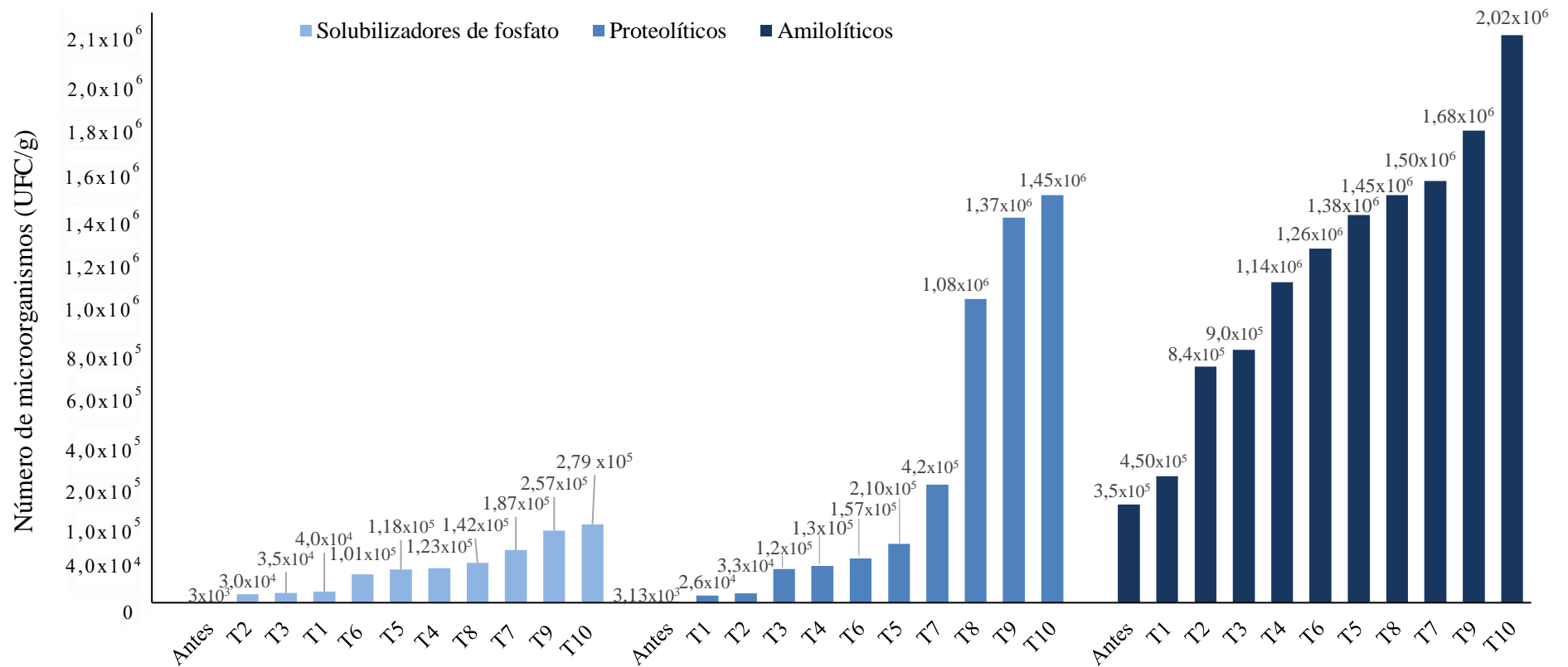


Figura 40

Coloración ocre observada en el recuento de microorganismos amonificadores del suelo cultivado con Zea mays L. y aplicado con Biol de O. mykiss + 50 % NPK (a) y Biol de varios pescados marinos +50 % NPK (b).

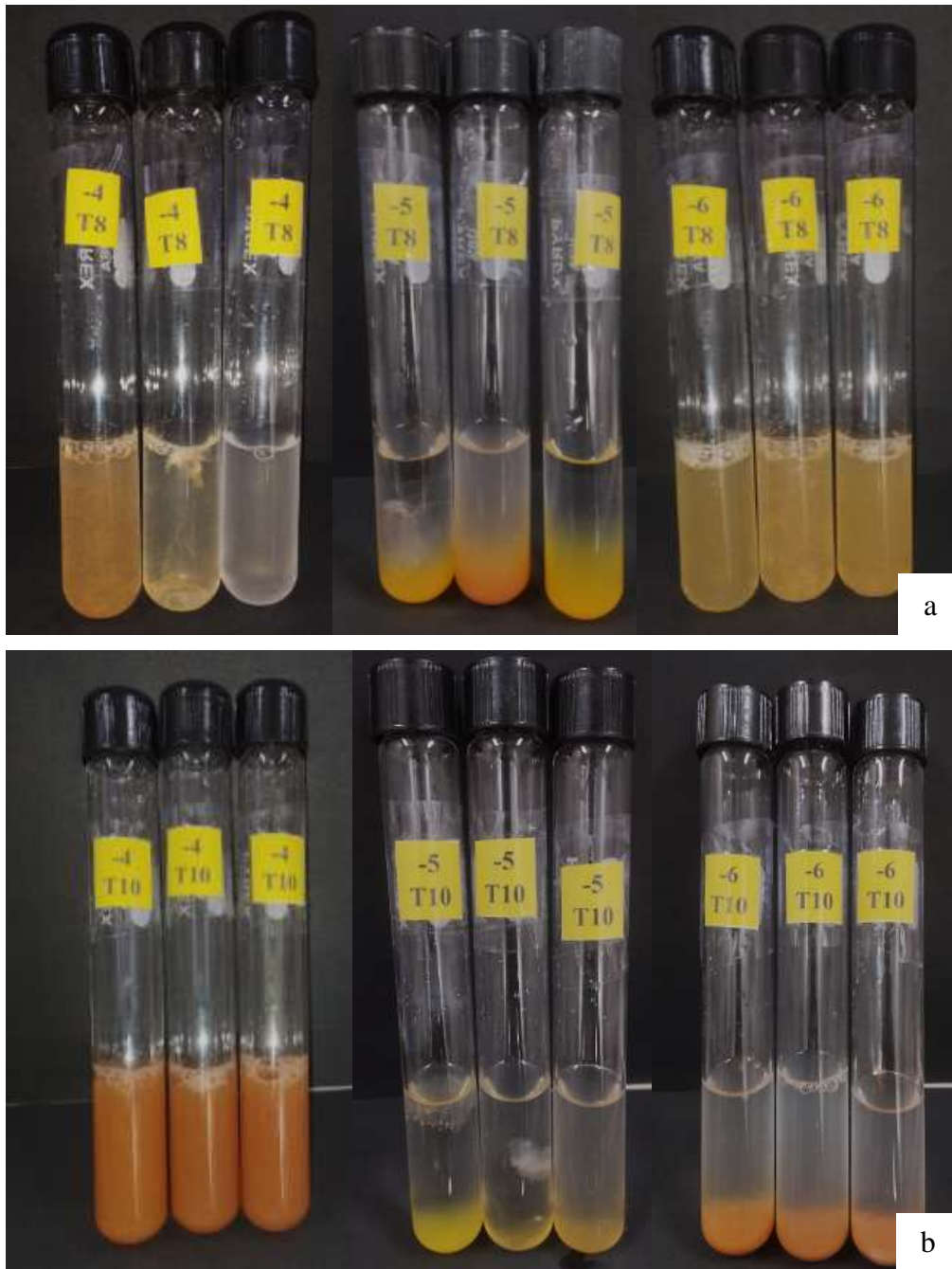


Figura 41

Halos de hidrolisis observados alrededor de las colonias de microorganismos celulolíticos en el suelo cultivado con Zea mays L. y aplicado con Biol de varios pescados marinos + 50 % NPK (a, b) y Biol de residuos de O. mykiss + 75 % NPK (c, d).

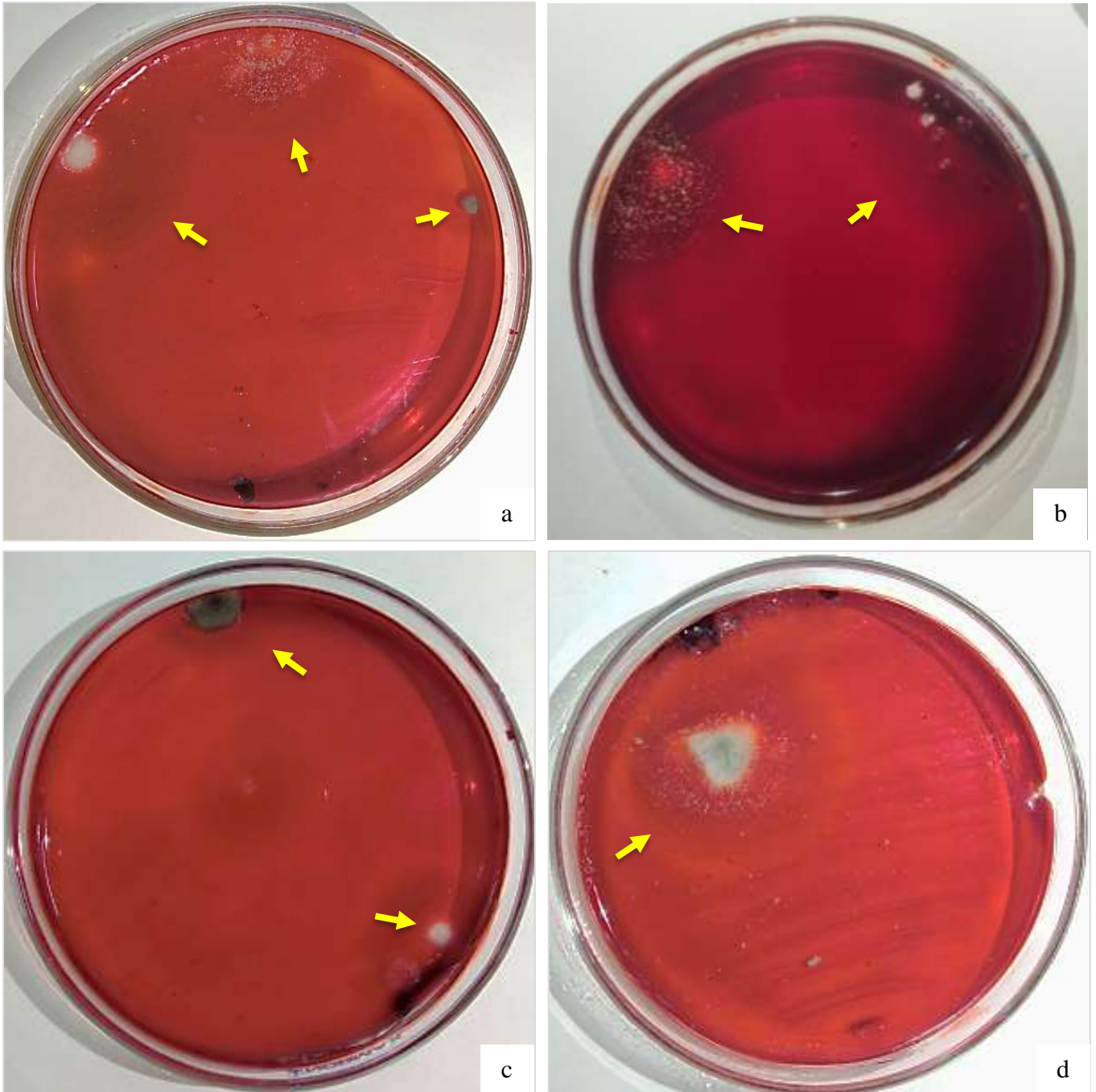


Figura 42

Variación del número de microorganismos amonificadores, celulolíticos y fijadores de nitrógeno en el suelo cultivado con *Zea mays L.*, 100 días después de la aplicación de Biol junto a 50 y 75% del fertilizante químico.

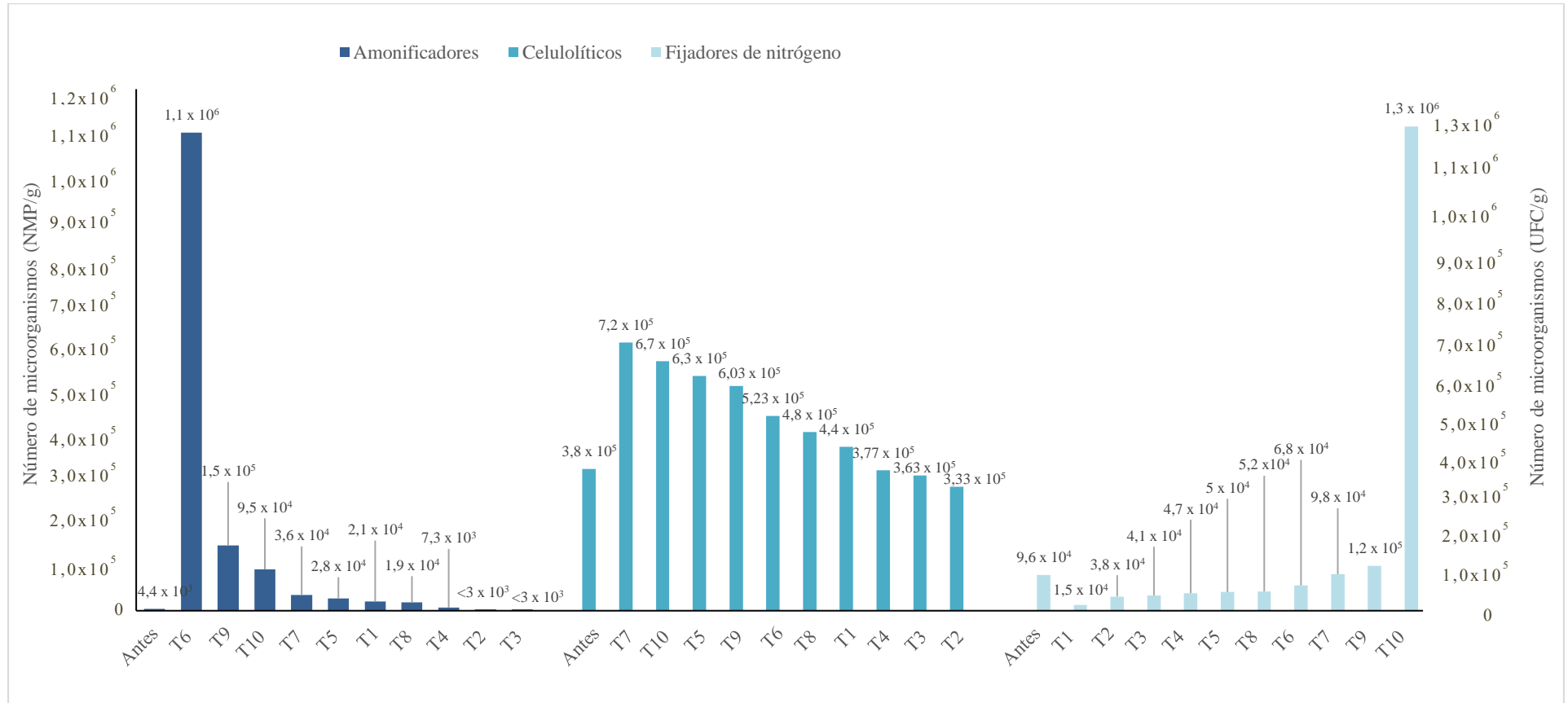


Figura 43

Microorganismos fijadores de nitrógeno procedentes del suelo cultivado con Zea mays L. 100 días después de la aplicación de Bioles junto a 50 y 75 % de la dosis de fertilizante químico.

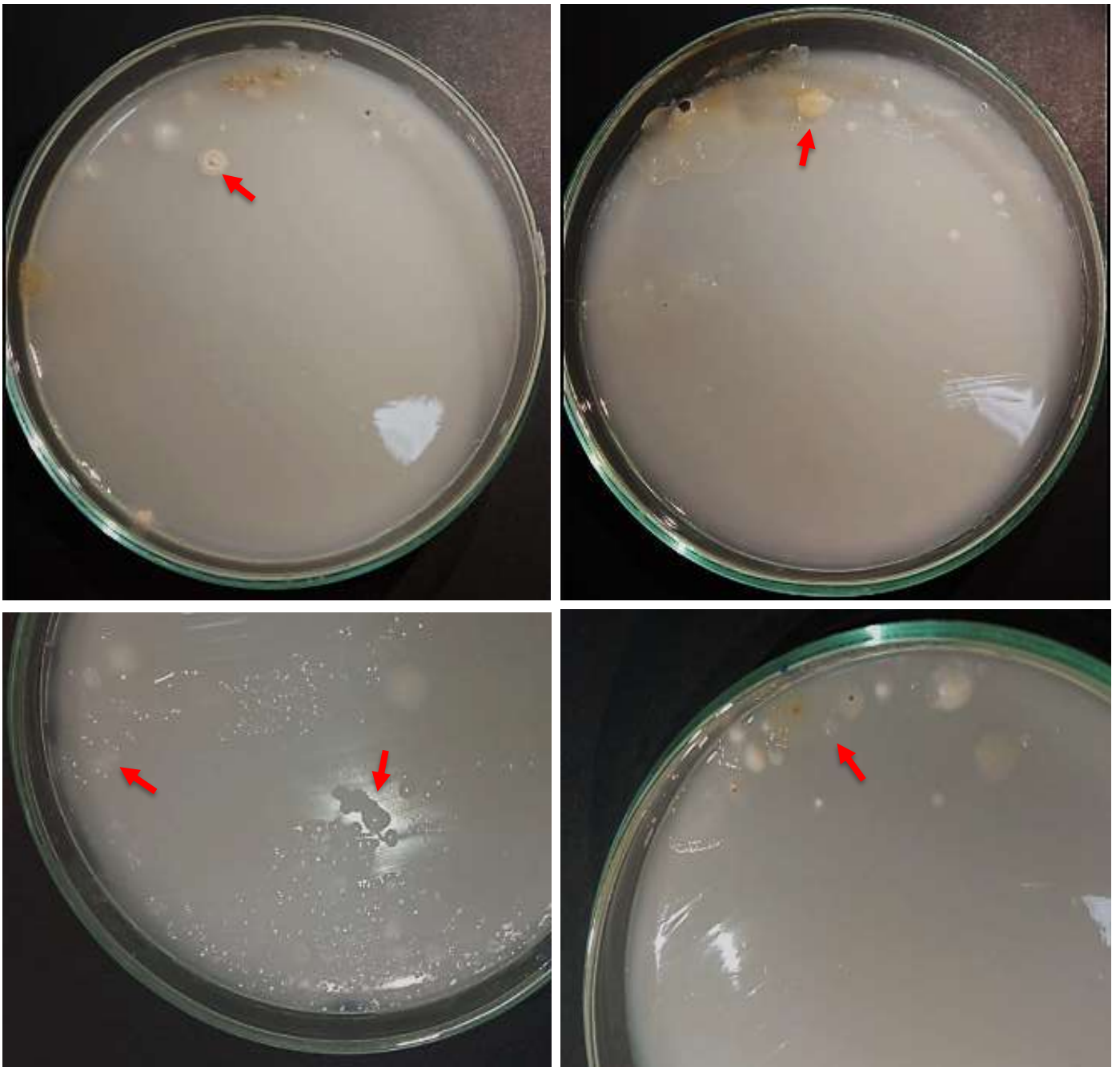


Tabla 3

Actividad enzimática del suelo antes de la siembra (0 días) y después del cultivo (100 días) de Zea mays L. y la aplicación integrada de Biol junto a 75 % y 50 % de la dosis del fertilizante químico

Actividad enzimática	Unidad	Suelo experimental (0 días)	Testigo 50 % NPK (100 días)	Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK (100 días)
β -glucosidasa	ug p-Nitrofenol/ (g MSxh)	32,2	31,2	35,1
Ureasa	ug N/ (g MSx2h)	1,22	1,65	1,69

La aplicación del Biol de residuos de varios pescados marinos junto a 50 % del fertilizante NPK (T10) incrementó la fertilidad química del suelo en lo correspondiente al contenido de materia orgánica (0,949 %), nitrógeno (490 mg kg^{-1}), fósforo ($13,14 \text{ mg kg}^{-1}$), potasio ($0,31 \text{ meq/100 g}$), carbono (0,55 %) y CIC ($16,50 \text{ meq/100g}$) en comparación con el testigo 50 % NPK con valores de 0,407 %; 210 mg kg^{-1} ; $6,28 \text{ mg kg}^{-1}$; $0,26 \text{ meq/100 g}$; 0,24 % y $15,84 \text{ meq/100 g}$ respectivamente (Anexos 40, 41).

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

4.1 Bioles obtenidos por fermentación anaerobia de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos

Los residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos constituyeron sustratos para la obtención de dos Bioles o fertilizantes orgánicos provenientes de los residuos descompuestos bajo condiciones controladas de anaerobiosis y que contienen los nutrientes necesarios para el desarrollo vegetal y mejora de las características del suelo (Rishitha & Rao, 2019), al igual que en las investigaciones de Behera et al. (2025), Maquera et al. (2024) y Florez et al. (2020), con residuos de *C. catla*, varios pescados marinos y trucha respectivamente.

Los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio además de los micronutrientes calcio, azufre, cobre, manganeso zinc y hierro entre otros cuantificados en los Bioles evidenciaron su uso potencial como fertilizantes orgánicos (Thendral & Geetha, 2019). El Biol de residuos de varios pescados marinos superó al Biol de *O. mykiss* en lo correspondiente al nitrógeno y potasio. El contenido de nitrógeno (1,19 %) superó a 0,56 % del Biol de vísceras jurel (Delgado et al., 2019) y 0,22 % del Biol de vísceras de *C. catla* (Behera et al., 2025), pero no superó a 1,49 % y 1,65 % reportados en Bioles de residuos de pescado (Maquén-Perleche et al., 2023; Thendral & Geetha, 2019). Respecto al potasio (0,57 %), superó a 0,37 % (Aranganathan & Radhika, 2016); 0,48 % (Thendral & Geetha, 2019) y 0,0175 % (Delgado et al., 2019) en Bioles obtenidos con residuos de pescado.

El contenido de fósforo (1,43 %) del Biol de *O. mykiss* fue superior a 0,39 % (Aranganathan & Radhika, 2016); 0,52 % (Thendral & Geetha, 2019) y 0,18 % (Delgado et al., 2019), valores alcanzados en Bioles de residuos hidrobiológicos; no obstante, fue inferior a 2,98 % reportado por Maquén-Perleche et al. (2023) en Biol de residuos de pescado. La concentración de macronutrientes y micronutrientes reportada en los Bioles de residuos hidrobiológicos es diversa y depende del contenido inicial en los residuos (Chipana, 2023), tiempo de fermentación (Maquera et al., 2024, Tiwow et al., 2020), adición o no de fuente de carbono (Florez et al., 2020) y microorganismos (Behera et al., 2025; Chipana, 2023). El Biol de residuos orgánicos en general es considerado promotor del crecimiento de las plantas porque contiene los seis nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) constituyentes de la materia vegetal fresca (Ahuja et al., 2020), fitohormonas como el ácido indol acético (Gutiérrez et al., 2019), aminoácidos considerados como bioestimulantes (Thendral & Geetha, 2019), polisacáridos

(Aranganathan & Radhika, 2016), materia orgánica, boro, zinc, fierro y manganeso entre otros (Behera et al., 2025).

4.2 Efecto del uso integrado de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en los parámetros fenológicos y bioquímico de *Zea mays* L.

La promoción de los parámetros fisiológicos y bioquímico observada en las plantas de maíz aplicadas con Bioles de *O. mykiss* y residuos de varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de fertilizante coincide con el efecto de diferentes dosis de Biol de residuos de pescado junto a nitrato de amonio en el desarrollo de *S. oleracea* “espinaca”. Con el nitrato de amonio más Biol (150 kg N ha⁻¹) se alcanzaron los mayores valores en el contenido de clorofila, área foliar, número de hojas, diámetro del tallo, peso de la biomasa aérea y radicular. A su vez, con nitrato de amonio más Biol (200 kg N ha⁻¹) se alcanzaron los mayores valores en el contenido foliar de N, K, Ca, Mg, Na, S, Zn, Fe, Mn, Cu y B y al igual en la presente investigación, el uso integrado del fertilizante orgánico y químico superó a los testigos fertilizante orgánico y químico en forma independiente (Ekinci et al., 2019). De igual manera, el efecto benéfico de fertilizantes orgánicos junto a dosis disminuidas de fertilizante químico se observó en maíz aplicado con estiércol de oveja junto a 60 y 20 % de urea (Han et al., 2025) y en algodón con materia orgánica junto a 75, 50 y 25 % de fertilizante químico durante 10 años (Wang et al., 2024), 6 años (Ma et al., 2023) y 3 años consecutivos (Lu et al., 2021).

Los fertilizantes orgánicos aportan los nutrientes requeridos por los cultivos agrícolas, favorecen su utilización por las plantas, en el suelo aumentan el contenido de materia orgánica, diversidad y actividad microbiana y actividad enzimática e incrementan el rendimiento (Wang et al., 2024; Song et al., 2018); no obstante, el efecto más significativo corresponde a los fertilizantes orgánicos junto a dosis disminuidas del fertilizante químico (Han et al., 2025; Wang et al., 2024; Ekinci et al., 2019). La superioridad se atribuye al aumento de los nutrientes y mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Los fertilizantes orgánicos liberan los nutrientes en forma lenta para que la planta los aproveche durante largos períodos, a diferencia de los nutrientes de los fertilizantes químicos que son liberados y absorbidos rápidamente por las plantas (Wang et al., 2024; Lu et al., 2018).

En investigaciones previas se reportó que el Biol de residuos de pescado favoreció los parámetros altura de planta, número de ramas y de vainas y peso de 100 semillas en *A. hypogaea* “maní” (Ardian et al., 2023); altura, longitud de raíz y biomasa en maíz (Maquén-Perleche et

al., 2023); número de hojas, ramas y flores en ají (Shama & Nimalan, 2023), germinación, número de hojas y longitud de raíces en arroz (Kusuma et al., 2021) y rendimiento de tomate (Choi et al., 2020). Los fertilizantes orgánicos que incluyen o no residuos de pescado favorecen el crecimiento vegetal, así como también la actividad microbiana en el suelo y se ha reportado incremento del contenido de clorofila, altura de planta, número de hojas y biomasa aérea y radicular de *Carthamus tinctorius* con el vermicompost y estiércol (Beyyavas et al., 2025); longitud de raíces, número y peso de flores por planta y biomasa de *T. erecta* con fertilizantes de residuos orgánicos (Widnyana et al., 2023) y biomasa seca de plantas de trigo con vermicompost (Ramazanoglu, 2024).

El efecto positivo del uso integrado de Biol con el fertilizante químico se evidenció en el crecimiento radicular que a su vez fue favorecido con la mejora de la estructura del suelo, aumento de la materia orgánica y actividad microbiana. La materia orgánica especialmente derivada de los productos hidrobiológicos libera los nutrientes gradualmente y evita la pérdida por lixiviación; el calcio y el magnesio mantienen el pH del suelo óptimo para la absorción mineral y el calcio también favorece la elongación de las raíces y el transporte eficiente de los nutrientes hacia las partes aéreas (Behera et al., 2025). El aumento de la biomasa radicular es consecuencia de la mejora en la estructura del suelo y del aumento en la disponibilidad de nutrientes. Como consecuencia del crecimiento radicular, la planta absorbe más agua y nutrientes, aumenta la clorofila, la actividad fotosintética y la biomasa (Beyyavas et al., 2025). Por lo contrario, el uso continuo y excesivo de los fertilizantes químicos afecta en forma negativa las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Gross & Glaser, 2021).

Los fertilizantes orgánicos como el vermicompost disminuyen la temperatura de las hojas y por tanto aumentan el crecimiento de la parte aérea vegetal, como lo demostró Ramazanoglu (2024), quien determinó hasta 19 % de reducción de la temperatura en las plantas aplicadas con vermicompost (8 Mg ha⁻¹). La temperatura foliar es considerada un indicador de altas tasas de transpiración (Yang et al., 2020), proceso durante el cual ocurre la evaporación en la superficie de las hojas, con disminución de la temperatura (Xu et al., 2020), asociada al aumento del contenido de agua en las hojas bajo condiciones de inundación. Por lo contrario, el aumento de la temperatura se demuestra en plantas bajo estrés hídrico (Mulero et al., 2023). En plantas de trigo fertilizadas con vermicompost se alcanzó el mayor aumento (39 %) en el peso de la biomasa seca, relacionado con el mayor contenido de macronutrientes (N, P, K) y

micronutrientes (Zn) en los tejidos, con incrementos de 32, 88, 10 y 73 % respectivamente, en comparación con el testigo (Ramazanoglu, 2024).

El efecto del Biol 100 % (sin fertilizante químico) observado en las plantas de maíz demostró que no fue suficiente para aportar los nutrientes requeridos y fue superado en forma significativa por el uso integrado con 50 y 75 % de fertilizante químico, superioridad que se atribuye a la disponibilidad inmediata de nutrientes de los químicos, que aseguran el aporte oportuno de nitrógeno, fósforo y potasio para el crecimiento vegetal (Maquén-Perleche et al., 2023). Por lo contrario, Behera et al. (2025) reportaron que la aplicación de Biol de *C. catla* en la dosis de 2222 L ha⁻¹ y 3999 L ha⁻¹ fue suficiente para cubrir los requerimientos del maíz, superando al fertilizante químico en los parámetros de crecimiento y rendimiento. Estos resultados pueden ser explicados con la fertilidad inicial del suelo experimental, específicamente en nitrógeno (167,5 kg ha⁻¹) que superó el requerimiento inicial para el cultivo de 100-150 kg ha⁻¹.

La superioridad de los abonos orgánicos frente al testigo químico (100 %) en los parámetros de maíz coincide con Behera et al. (2025) quienes demostraron que la aplicación de Biol de *C. catla* incrementó la altura, el número de hojas y el rendimiento biológico de maíz, alcanzando 166,2 cm; 13,9 hojas y 21 088, 93kg ha⁻¹ respectivamente, en comparación con 135,3 cm; 12,9 hojas y 17 615,23 kg ha⁻¹ en el testigo químico. Respecto a la superioridad de los testigos 50 y 75 % de fertilizante químico frente al testigo 100 %, se coincide con Alotaibi et al. (2024), quienes reportaron que no existieron diferencias significativas en el rendimiento de grano y rendimiento biológico de plantas de cebada con 50, 75 y 100 % de fertilizante químico y en cuanto a la altura no se encontraron diferencias significativas entre las plantas aplicadas con 75 y 100 % del fertilizante químico, pero si con las plantas con 50 %.

4.3 Efecto del uso integrado de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en la fertilidad biológica y química del suelo

El incremento en la fertilidad biológica (microorganismos y actividad enzimática) y química observada en el suelo cultivado con maíz y aplicado con Bioles junto a 50 y 75 % de fertilizante químico es un resultado deseable como parte de un desarrollo sostenible. La fertilidad del suelo integra los atributos físicos, químicos y biológicos (Etchevers et al., 2019). El aumento de los microorganismos benéficos solubilizadores de fosfato, proteolíticos,

amilolíticos y celulolíticos en el suelo coincide con el reporte de Maquén-Perleche et al. (2023) y se atribuye en forma mayoritaria al incremento de la materia orgánica al igual que lo reportaron Makenova et al. (2024), Breza-Boura & Bauza-Kaszewska (2023) y Makenova et al. (2023). En este contexto, la aplicación de fertilizantes orgánicos (estiércol y paja) en el suelo cultivado con trigo, aumentó las bacterias y hongos heterótrofos, microorganismos celulolíticos, amilolíticos, proteolíticos y diazótrofos de vida libre del género *Azotobacter* en comparación con el control (Breza-Boura & Bauza-Kaszewska, 2023). Por su parte, la aplicación de gallinaza y cuatro biofertilizantes microbianos aumentó el número de amonificadores y fijadores de nitrógeno no simbióticos frente al control (Makenova et al., 2023) y de igual manera, en el cultivo de trigo, la gallinaza aumentó los microorganismos amonificantes, celulolíticos y fijadores de nitrógeno (Makenova et al., 2024).

En la presente investigación, el impacto del fertilizante químico (aún en dosis disminuidas) en el número de microorganismos benéficos se evidenció con el menor incremento de los solubilizadores de fosfato, proteolíticos y celulolíticos y con la disminución de los amonificadores y fijadores de nitrógeno. Estos microorganismos benéficos, entre otros son indicadores biológicos de la calidad del suelo al igual que el carbono de la biomasa microbiana, respiración y actividad de las enzimas (Nuñez-Pechaloza et al., 2023). Los microorganismos que se establecen en el suelo rizosférico o en el interior de los tejidos vegetales y benefician a las plantas se denominan rizobacterias promotoras de crecimiento, PGPR (Palacio-Rodríguez et al., 2016). Las PGPR favorecen a las plantas a través de mecanismos directos e indirectos. La promoción directa se atribuye a la fijación de nitrógeno, solubilización de fósforo, hidrólisis de moléculas complejas, síntesis de fitohormonas y regulación del nivel de etileno, entre otros. En la promoción indirecta, las PGPR disminuyen el impacto de los fitopatógenos (Rouphael & Colla, 2020; Moreno et al., 2018).

Los microorganismos proteolíticos, amilolíticos y celulolíticos degradan las proteínas y polímeros complejos como el almidón y celulosa hasta moléculas que rápidamente pueden constituir fuentes de nutrientes. Los microorganismos solubilizadores del fósforo liberan el nutriente a partir de los fosfatos insolubles precipitados y aumentan la disponibilidad para las plantas (Rouphael & Colla, 2020). El número de microorganismos amonificadores y fijadores de nitrógeno se redujo en el suelo de los testigos químicos, resultado que se atribuye a la rapidez de la transformación química o microbiana de la urea hasta amoníaco, que a su vez se ioniza y adsorbe como amonio a la materia orgánica y arcilla; no obstante, el aumento del nitrógeno

amoniaco causa un desequilibrio entre los microorganismos relacionados con el ciclo del nitrógeno (Costa et al., 2023). Los amonificadores oxidan los aminoácidos hasta amoniacó en aerobiosis y los fijadores de nitrógeno o diazótrofos reducen el nitrógeno molecular hasta amoniacó que constituye una fuente de nitrógeno disponible (Makenova et al., 2023).

La fijación de nitrógeno requiere de la planta 22 moles de glucosa por mol de nitrógeno fijado, por lo tanto, cuando el amoniacó es abundante es utilizado más rápidamente por las plantas y los diazótrofos son inhibidos (Fu et al., 2025; Reid et al., 2021). Asimismo, el exceso de amonio acidifica el suelo (Bai et al., 2020) y por tanto reduce la disponibilidad de nutrientes como el fósforo (Timofeeva et al., 2022). El reemplazo de los fertilizantes químicos o minerales con los orgánicos es parte de una agricultura sostenible y beneficia al microbioma del suelo, la diversidad y actividad microbiana y como consecuencia el crecimiento y rendimiento de las plantas (Breza-Boruta & Bauza-Kaszewska, 2023; Delgado et al., 2019).

Las enzimas en el suelo desempeñan un rol muy importante en el ciclamiento y mineralización de la materia orgánica y la determinación de la actividad enzimática proporciona información sobre los cambios químicos y biológicos en el suelo (Lemanowicz et al., 2020). Las enzimas son utilizadas como indicadores, durante la evaluación del manejo agronómico sobre la calidad del suelo son las deshidrogenasas, β -glucosidasa, fosfatasa y ureasa, las tres últimas relacionadas con los ciclos del carbono, fósforo y nitrógeno respectivamente (Henríquez et al., 2014).

El aumento de la actividad β -glucosidasa por la aplicación de un fertilizante orgánico coincide con Han et al. (2025), Fu et al. (2025) y Ramazanoglu (2024). El incremento (12,5 %) fue superior a 9,8 % alcanzado con el estiércol de oveja en reemplazo de la urea en el cultivo de maíz durante 3 años (Han et al., 2025). Las fuentes de carbono suplementarias aumentan la actividad β -glucosidasa en el suelo, enzima esencial en el ciclo del carbono. El aumento de la actividad está asociado al rol que desempeña en la degradación de los sustratos complejos hasta moléculas que pueden constituir fuentes de carbono y energía (Ramazonaglu, 2024; Adetunji et al., 2017). El aumento de la actividad ureasa coincide con Fu et al. (2025), Beyyavas et al. (2025) y Ramazanoglu (2024). La enzima extracelular ureasa absorbida por los coloides del suelo cataliza la hidrólisis de la urea a dióxido de carbono y amoniacó y está asociada el ciclo del nitrógeno (Yaganoglu & Aydin, 2024).

Los valores en el incremento de la β -glucosidasa (12,5 %) y ureasa (2,4 %) son inferiores a 45 y 84 % alcanzados con vermicompost (8 y 6 Mg ha⁻¹) respectivamente. La diferencia evidencia el impacto negativo que tienen los fertilizantes químicos aún en dosis disminuidas sobre la fertilidad biológica del suelo (Ramazanoglu, 2024). La continua aplicación de éstos disminuye en forma significativa la actividad enzimática sobre todo la ureasa y se ha sugerido un mayor impacto en el ciclo del nitrógeno, pero no en el ciclo del fósforo. La actividad ureasa disminuyó con el fertilizante orgánico, fertilizante orgánico más químico y fertilizante químico, en comparación con el testigo, a diferencia de otras enzimas como la peroxidasa, sucrasa, fitasa, fosfatasa alcalina y β -glucosidasa en las que se demostró aumento de la actividad. La fertilización química a largo plazo reduce la actividad ureasa porque aumenta las fuentes de nitrógeno como el amoníaco y nitrato que son absorbidos más rápidamente por las raíces (Fu et al., 2025). Por su parte, Yaganoglu & Aydin (2024) determinaron que la actividad ureasa en el suelo cultivado con maíz aumentó con los fertilizantes orgánico y químico pero el aumento fue mayor con el orgánico (ug NH₄⁺-N g suelo 2 horas⁻¹) siendo de 28,7 (suelo arenoso); 37,2 (franco-limoso) y 46,9 (arcilloso) en comparación con el fertilizante químico con 27,9; 35,3 y 44,9 respectivamente.

El aumento de la fertilidad química del suelo observado con la aplicación del Biol de residuos de varios pescados marinos junto a 50 % del fertilizante NPK (T10) se verificó con el aumento de la materia orgánica, al igual que en los reportes de Shi et al. (2024) y Song et al. (2018). La materia orgánica mejora la estructura del suelo y favorece la formación de agregados (Han et al., 2025), provee carbono para la actividad microbiana y mantiene un alta relación C:N que beneficia a los microorganismos y su actividad que incluye la secreción de metabolitos y enzimas (Song et al., 2018). La liberación lenta de nutrientes por la materia orgánica reduce el riesgo de pérdida, así como también aumenta la retención de agua, la permeabilidad y la fertilidad (Fu et al., 2025; Shi et al., 2024).

La aplicación de estiércol de oveja junto a 60 y 20 % de urea en un suelo alcalino cultivado con maíz durante 3 años, modificó en forma significativa el nivel de carbono total, carbono orgánico, nitrógeno total y amoniacal (Han et al., 2025). Asimismo, el estiércol de vaca y rastrojo junto a fertilizante químico y riego por aspersión en el cultivo de *Zanthoxylum planispinum*, aumentó el carbono orgánico, nitrógeno total y disponible, fósforo total y disponible, potasio total y disponible, en comparación con el testigo fertilizante químico (Fu et al., 2025). A su vez, en el cultivo de algodón aplicado por 10 años, se demostró que el mayor

rendimiento correspondió a 75 % de fertilizante químico más 25 % de fertilizante orgánico (M1) y el mayor índice de rendimiento sostenible (SYI) a 50 % de fertilizante químico más 50 % de fertilizante orgánico (M2) y con M1 se alcanzaron los mayores valores en la materia orgánica (99,56 %), nitrógeno total (90,33 %) y nitrógeno amoniacal (156,35 %) en el suelo.

Los resultados de la investigación evidenciaron que el uso integrado de Biol más 50 o 75 % de fertilizante químico promovió el crecimiento y rendimiento en biomasa del maíz y la fertilidad del suelo, debido al efecto benéfico del Biol como abono orgánico sobre las plantas y el suelo y a la reducción del impacto por la dosis disminuida del fertilizante químico (Alotaibi et al., 2024). Estos resultados sugieren que la aplicación integrada de los fertilizantes orgánicos como el Biol y los fertilizantes químicos es una estrategia efectiva para mejorar el crecimiento y rendimiento de los cultivos agrícolas y la calidad del suelo, como parte de un sistema agrícola sostenible (Wang et al., 2024).

CONCLUSIONES

- Los Bioles obtenidos con residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos presentaron un pH ácido (3,95 – 4,57), cenizas (2,26 – 3,08 %), humedad (75,21 -76,97 %), nitrógeno (0,60 – 1,19 %), fósforo (0,22 – 1,43 %) y potasio (0,13 – 0,57 %), entre otros y no se detectaron bacterias ácido lácticas, mohos, levaduras y microorganismos patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Shigella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp., Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*.
- Los parámetros fenológicos y bioquímico se incrementaron con la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico alcanzando incrementos de 80,00 – 92.43 % (altura); 40,70 – 50 % (número de hojas); 73,53 % (clorofila); 337,7 – 437,8 % (biomasa aérea fresca); 252,5 – 360,4 % (biomasa aérea seca); 2673,6 – 3742,8 % (biomasa radicular fresca) y 1185,7 – 1814,3 % (biomasa radicular seca) en comparación con los testigos químicos con los que se alcanzaron incrementos de 54,62 – 72,19 % ; 44,4 – 48,1 % ; 56,76 % ; 388,4 – 413,0 % ; 312,9 – 415,1 % ; 2383,6 - 2835,6 % y 1221,4 – 1501,4 % respectivamente.
- La fertilidad biológica expresada como números de microorganismos benéficos y actividad enzimática y la fertilidad química se incrementó con la aplicación de Biol de residuos de varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis de fertilizante químico alcanzando los mayores valores con el Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK.

RECOMENDACIONES

Identificar los aminoácidos, ácidos orgánicos y vitaminas contenidos en los Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos.

Determinar el efecto del uso integrado de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos en el crecimiento y rendimiento de maíz en condiciones de campo.

Evaluar las dosis y momentos de aplicación de los Bioles junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico en condiciones de campo.

REFERENCIAS

- Adetunji, A.T., Lewu, F.B., Mulidzi, R. & Ncube, B. (2017). The biological activities of β -glucosidase, phosphatase and urease as soil quality indicators: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(3), 794-807. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162017000300018>
- Aguado-Santacruz, G. A. (Ed.). (2012). *Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la Agricultura*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
https://www.researchgate.net/publication/311424135_Introduccion_al_Uso_y_Manejo_de_los_Biofertilizantes_en_la_Agricultura
- Ahmed, M., Rauf, M., Mukhtar, Z. & Saeed, N. (2017). Excessive use of nitrogenous fertilizers: an unawareness causing serious threats to environment and human health. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(35), 26983-26987. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0589-7>
- Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J., Richardsen, R. & Loes, A. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming – With status in Norway: A review. *Waste Management*, 115, 95-112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>
- Alotaibi, M. M., Aljuaid, A., Alsudays, I. M., Aloufi, A. S., AlBalawi, A. N., Alasmari, A., Alghanem, S. M. S., Albalawi, B. F., Alwutayd, K. M., Gharib, H. S. & Awad-Allah, M. M. A. (2024). Effect of Bio-Fertilizer Application on Agronomic Traits, Yield, and Nutrient Uptake of Barley (*Hordeum vulgare*) in Saline Soil. *Plants*, 13(951), 1-24. <https://doi.org/10.3390/plants13070951>
- Aponte, H., Meli, P., Butler, B., Paolini, J., Matus, F., Merino, C., Cornejo, P. & Kuzyakov, Y. (2020). Meta-analysis of heavy metal effects on soil enzyme activities. *Science of the Total Environment*, 737, 1-12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720332642?via%3Dihub>
- Aranganathan, L. & Radhika, R. (2016). Bioconversion of marine trash fish (MTF) to organic liquid fertilizer for effective solid waste management and its efficacy on tomato growth. *Management of Environmental Quality*, 27(1), 93-103. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2015-0074>

- Ardian, A., Yoseva, S., Naibaho, A. P. S. & Pramana, A. (2023). Increased growth and yield of peanuts (*Arachis Hypogaea* L.) with tillage and liquid organic fertilizer fish waste. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 5(2), 453-467. <https://doi.org/10.36378/juatika.v5i2.3075>
- Bai, Y. C., Chang, Y. Y., Hussain, M., Lu, B., Zhang, J. P., Song, X. B., Lei, X. S. & Pei, D. (2020). Soil chemical and microbiological properties are changed by long-term chemical fertilizers that limit ecosystem functioning. *Microorganisms*, 8(5), 694. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050694>
- Barbosa, M., Toledo, R., Mendes, E. & Rigobelo, E. (2016). Actividad enzimática del suelo en sistemas de manejo de larga duración. *Asociación Argentina Ciencia del Suelo*. https://www.researchgate.net/publication/305653501_ACTIVIDAD_ENZIMATICA_DEL_SUELO_EN_SISTEMAS_DE_MANEJO_DE_LARGA_DURACION
- Bautista, A. C., Etchevers, J. B., Del Castillo, R. & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97. <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/572/541>
- Behera, A., Das, R. Giri, K.S., Das, S., Chand, M.K., Thatoi, H. & Mohanty, G. (2025). Evaluating the effectiveness of fish organic liquid manure (FOLM) in enhancing maize growth and yield: a comparative study of organic and conventional fertilizers. *Discover Sustainability*, 6(326). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01013-2>
- Beyyavas, V., Cun, S., Sakin, E., Ramazanoglu, E. & Karacan, C. (2025). The Effects of Vermicompost, Farm Manure, and DAP+Urea Fertilizers on Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Growth and Soil Enzyme Activity in Saline and Non-Saline Soils. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 9(2), 558-571. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15239548>
- Breza-Boruta, B. & Bauza-Kaszewska, J. (2023). Effect of Microbial Preparation and Biomass Incorporation on Soil Biological and Chemical Properties. *Agriculture*, 13(5), 1-19. <https://doi.org/10.3390/agriculture13050969>
- Caballero, J. & Mejía, K. (2015). *Actividades enzimáticas en suelos de agroecosistemas cafeteros (ecológicos y convencionales) en Anolaima* [tesis de pregrado, Universidad Libre]. Repositorio Institucional Unilibre. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/7954?locale-attribute=es>
- Carreño, C., Arellano, C. & Sánchez, N. (2023). *Manual de prácticas de microbiología del suelo*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

- Cerón, L. E. R. & Melgarejo, M. L. M. (2005). Enzimas del suelo: Indicadores de salud y calidad. *Acta Biológica Colombiana*, 10(1), 5-18. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028576001>
- Chali, A. J. (2023). The impacts of using inorganic chemical fertilizers on the environment and human health. *Organic and Medicinal Chemistry International Journal*, 13(3), 1-8. <https://juniperpublishers.com/omcij/pdf/OMCIJ.MS.ID.555864.pdf>
- Chipana, G. J. (2023). Hydropriming y fertilizante líquido de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el incremento de la germinación y crecimiento radicular en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 14-22. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.459>
- Choi, H. S. (2020). Effects of organic liquid fertilizers on biological activities and fruit productivity in open-field cherry tomato. *Soil and Plant Nutrition*, 79(3), 447-457. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200053>
- Comité distrital de seguridad ciudadana de Santa Rosa. (2023). Plan de acción de seguridad ciudadana del distrito de Santa Rosa. <https://www.municeletasantarosa.gob.pe/Vista/DOCSxY/2845Plan%20de%20acci%C3%B3n.pdf>
- Costa, S., Chaves, F., Sousa, R. & Morcatti, F. (2023). Uso da cama de frango fermentada e ñao fermentada na adubacao de culturas agrícolas. *Research, Society and Development*, 12(1), 1-13. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39268>
- Creus, C. M. (2017). Inoculantes microbianos: piezas de un rompecabezas que aún requiere ser ensamblado. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(3), 207-209. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.07.001>
- Crisanto, C. A. (2025). *Efecto del tipo y concentración de hidrobiológico en la calidad nutricional y biológica del fertilizante orgánico residuo Biol obtenido por fermentación anaerobia* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/16643>
- Delgado, E., Benavente, G. & Cáceres, G. (2019). Elaboración de fertilizante orgánico a partir de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y jurel (*Trachurus murphyi*), cuantificación y evaluación del efecto de los nutrientes minerales. *Anales Científicos*, 80(2), 452-461. <https://doi.org/10.21704/ac.v80i2.1471>

- Domínguez, C. H. (2018). *Efectos de tres fuentes de fósforo en el desarrollo de micorrizas y el incremento de la fertilidad en cinco ecosistemas terrestres de Tingo María* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/ade5691c-2ed0-4550-947b-7f75bed2f4f1>
- Ekinci, M., Atamanalp, M., Turan, M., Alak, G., Kul, R., Kitir, N. & Yildirim, E. (2019). Integrated use of nitrogen fertilizer and fish manure: Effects on the growth and chemical composition of spinach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(13), 1580-1590. <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1631324>
- Etchevers, J. D., Hidalgo, C. & Paz-Pellat, F. (2019). Degradación de suelos y necesidad de políticas públicas. *Elementos para políticas públicas*, 3(3), 267-274. <https://www.elementospolipub.org/ojs/index.php/epp/article/download/34/32/63>
- Florez, M., Roldán, D. & Juscamaita, J. (2020). Evaluación de fitotoxicidad y caracterización de un fertilizante líquido elaborado mediante fermentación láctica utilizando subproductos del procesamiento de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). *Ecología Aplicada*, 19(2), 121-131. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-22162020000200121
- Fu, Y., Yu, Y., Yang, S., Yang, G., Huang, H., Yang, Y. & Du, M. (2025). Effects of Fertilization on Soil Physicochemical Properties and Enzyme Activities of *Zanthoxylum planispinum* var. *Dingtansensis* Plantation. *Forests*, 16(3), 1-19. <https://doi.org/10.3390/f16030418>
- García-Galindo, L.A., Capera-Rivas, A., Meléndez, J. P. & Mayorquín, N. (2020). Alternativas microbiológicas para la remediación de suelos y aguas contaminados con fertilizantes nitrogenados. *Scientia et Technica*, 25(1), 172-183. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/22461/15311>
- García-Lara, S. & Serna-Saldivar, S. O. (2019). Corn history and culture. En S.O. Serna-Saldivar (Ed.). *Corn* (3era ed., pp. 1-18). AACC International Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2>
- Gobierno regional de Cajamarca (2015). Estudio de Diagnóstico y Zonificación para fines de demarcación Territorial de la Provincia de Jaén. <https://dt.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/documentos/EDZ/jaen/doc/memoriadescriptiva.pdf#page=53.08>

- Golik, S. I., Schierenbeck, M., Dietz, J. I. & Fleitas, M. C. (2018). Maíz: Crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz. En M. R. Simón, y S. I. Golik (Coords.), *Cereales de Verano* (pp. 26-40). Universidad de la Plata. <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/935>
- González, A., Figueroa, U., Preciado, P., Núñez, G., Luna, J. & Antuna, O. (2016). Uso eficiente y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero en suelos diferentes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 301-309. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000200301
- Goswami, D., Thakker, J. N. & Dhandhukia, P. C. (2016). Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): a review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1-19. <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1127500>
- Gross, A. & Glaser, B. (2021). Meta-analysis on how manure application changes soil organic carbon storage. *Scientific Reports*, 11(1), 1-13. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-82739-7>
- Guo, H., Guan, M., Wang, Y., Li, X., Wang H., He, C. & Chen, C. (2025). Research on the synergistic optimization of *Scutellaria baicalensis* yield, quality and soil environment by key microorganisms, driven by the combined approach of reducing chemical fertilizer usage while incorporating organic fertilizer. *Industrial Crops and Products*, 229, 121044. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121044>
- Gutiérrez, F., Díaz, S., Rojas, Z., Vallejos, L. A. & Gutiérrez, W. (2019). Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* v. *vicus*) en Cajamarca. *Revista Perspectiva*, 20(4),441-447. https://www.researchgate.net/publication/339121180_Elaboracion_de_abono_organico_biol_para_su_utilizacion_en_la_produccion_de_alfalfa_Medicago_sativa_v_vicus_en_Cajamarca
- Guzmán, J. M. & Guzmán, E. M. (2014). Uso del Biol en la agricultura. *Agrisost*, 20(2), 23-39. https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Guzman-20/publication/360528897_Volumen_12_Numero_1_enero-abril_Titulo_en_espanol/links/627c201c973bbb29cc759e62/Volumen-12-Numero-1-enero-abril-Titulo-en-espanol.pdf
- Han, Y., Ma, Z., Chen, R., Wen, Y., Liang, Y. Zhang, J., Li, W. & Wang, Z. (2025). Organic substitution regulated the soil Microbial communities by modifying nutrient limitations

- in saline-alkaline soils. *Agricultural Water Management*, 316, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109586>
- Haider, F. U., Liqun, C., Coulter, J. A., Cheema, S. A., Wu, J., Zhang, R., Wenjun, M. & Farooq, M. (2021). Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1(211), 111887. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111887>
- Hartemink, A. E., Zhang, Y., Bockheim, J. G., Curi, N., Silva, S. H. G., Grauer-Gray, J., Lowe, D. J. & Krasilnikov, P. (2020). Soil horizon variation: A review. *Advances in Agronomy*, 160(1), 125-185. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.10.003>
- Henríquez, C., Uribe, L., Valenciano, A. & Nogales, R. (2014). Actividad enzimática del suelo-deshidrogenasa, β -glucosidasa, fosfatasa y ureasa-bajo diferentes cultivos. *Agronomía costarricense*, 38(1), 43-54. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242014000100003&script=sci_arttext
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGRAW-HILL. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Khipla, N., Gosal, S. K. & Gill, R. (2017). Influence of biofertilizers and inorganic fertilizers on soil microbial population and enzyme activities in rhizosphere of poplar. *Chemical Science Review and Letters*, 6(24), 2324-2331. https://chesci.com/wp-content/uploads/2018/01/V6i24_42_CS262048092_SK_Gosal_2324-2331.pdf
- Kusuma, I., Suriani, N. & Ramona, Y. (2021). The use of fish waste based organic fertilizer to improve the growth of balinese red rice (*Oryza sativa* L. Cv. Barak Cenana). *Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment*, 5(2), 13-18. <https://www.ajarcde-safe-network.org/index.php/index.php/ajarcde/article/view/67>
- Lamessa, K. (2016). Integrated nutrient management for food security and environmental quality. *Food Science and Quality Management*, 56, 32-41. <https://core.ac.uk/download/pdf/234684457.pdf>
- Latkovic, D., Maksimovic, J., Dinic, Z., Pivic, R., Stanojkovic, A. & Stanojkovic-Sebic, A. (2020). Case study upon foliar application of biofertilizers affecting microbial biomass and enzyme activity in soil and yield related properties of maize and wheat grains. *Biology*, 9(12), 1-19. <https://doi.org/10.3390/biology9120452>

- Lemanowicz, J., Brzezinska, M., Siwik-Ziomek, A. & Koper, J. (2020). Activity of selected enzymes and phosphorus content in soils of former sulphur mines. *Science of The Total Environment*, 708, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134545>
- Liu, X., Tan, J., Dong, J., Jiang, S., Chen, H., Wang, Y., Chen, M., Wang, X. & Xing, L. (2025). Moderate deficit irrigation synergizes with partial replacement of chemical fertilizer by organic fertilizer to enhance soil microenvironment and improve the quality and yield of edible Rose. *Industrial Crops and Products*, 226, 120679. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.120679>
- Lu, F., Hou, M., Zhang, H., Qiang, J., Zhou, Y., Lu, G., Zhao, B., Yang, X. & Zhang, S. (2018). Replacement ratio of chemical fertilizer nitrogen with manure under the winter wheat-summer maize rotation system in Lou soil. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 24 (1), 22–32. <https://www.plantnutrifert.org/en/article/doi/10.11674/zwyf.17210>
- Lu, H., Tang, W., Luo, Z., Kong, X, Li, Z., Xu, S. & Xin, C. (2021). Effects of commercial organic fertilizer substituting chemical fertilizer partially on soil nutrients, plant development, and yield in cotton. *Acta Agronomica Sinica*, 47(12), 2511-2521. <https://zwxb.chinacrops.org/EN/10.3724/SP.J.1006.2021.04279>
- Ma, L., Huo, Q., Tian, Q., Xu, Y., Hao, H., Min, W. & Hou, Z. (2023). Continuous application of biochar increases N15 fertilizer translocation into soil organic nitrogen and crop uptake in drip-irrigated cotton field. *Journal of Soils and Sediments*, 23, 1204–1216. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-022-03416-4>
- Makenova, M., Nauanova, A., Aidarkhanova, G., Ospanova, S., Bostubayeva, M., Sultangazina, G. & Turgut, B. (2023). Organic and biofertilizers effects on the rhizosphere microbiome and spring barley productivity in northern Kazakhstan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 55(3), 972-983. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.3.31>
- Makenova, M., Nauanova, A., Kassipkhan A., Kenzhegulova S. & Botbayeva, Z. (2024). Influence of organic fertilizer derived from poultry manure on yield components and seed technological qualities of spring wheat. *Pakistan Journal of Botany*, 56(2), 691-696. [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2024-2\(22\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2024-2(22))
- Maquera, A. V., Florez, H. del C., Guillermo, N. M., Apaza, F. J. & Manchaco, Y. S. (2024). Efecto de un biofertilizante a partir de residuos de pescado para el mejoramiento del

- suelo de la Yarada - Los Palos. *Scienceevolution*, 4(12), 9–20.
<https://doi.org/10.61325/ser.v4i12.114>
- Maquén-Perleche, J., Aldana-Carbonel, S., Suárez, L., Sánchez-Purihuamán, M., Caro-Castro, J. & Carreño-Farfán, C. (2023). Biofertilizer based on fish waste increases the yield of *Vigna unguiculata* L. Walp, *Zea mays* L., and the rhizospheric microbiota. *Scientia Agropecuaria*, 14(4), 529-538. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v14n4/2077-9917-agro-14-04-529.pdf>
- Matías-Ramos, M., Hidalgo-Moreno, C. I., Fuentes-Ponce, M., Delgadillo-Martínez, J. & Etchevers, J. D. (2023). Potencial de especies de leguminosas mejoradoras de la fertilidad del suelo en regiones tropicales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(4), 531-541. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i4.3152>
- Mohale, M. P., Manyevere, A., Dube, E. & Zerizghy, M. (2021). Short-term effect of eucalyptus wood-based compost on biological fertility of soils under avocado plantations. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(13), 1574-1589. <https://doi.org/10.1080/00103624.2021.1892721>
- Moreno, A., García, V., Reyes, J. L., Vásquez, J. & Cano, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 68-83. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>
- Monserrat, V. A. & Campaña, H. (2020). Desarrollo de indicadores bioquímicos de calidad de suelos del sudoeste bonaerense con enmiendas de residuos y efluentes agroindustriales. *Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN*, 5. <https://doi.org/10.33414/ajea.5.787.2020>
- Montesinos, D. G. (2013). *Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto* [tesis de postgrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4706>
- Montoro, A. & Ruiz, M. (2017). Ecofisiología del cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. var. saccharata). *Horticultura Argentina*, 36(91), 153-166. <https://www.horticulturaar.com.ar/es/pdf/235/ecofisiologia-del-cultivo-de-maiz-dulce-zea-mays-l-var-saccharata.pdf>

- Mulero, G., Jiang, D., Bonfil, D. J. & Helman, D. (2023). Use of thermal imaging and the photochemical reflectance index (PRI) to detect wheat response to elevated CO₂ and drought. *Plant, Cell & Environment*, 46(1), 76–92. <https://doi.org/10.1111/pce.14472>
- Núñez-Peñaloza, J. L., Pérez-Nieto, J. & Prado-Hernández, J. V. (2023). Análisis de indicadores e índices de calidad de suelos en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(6). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342023000600201&script=sci_arttext
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2022). *Soils for nutrition: state of the art*. <https://openknowledge.fao.org/items/7ee16f29-37f8-415c-8aa5-002a58da384a>
- Palacio-Rodríguez, R., Ramos, B. P., Coria-Arellano, J. L., Reyes, B. N. & Sáenz-Mata, J. (2016). Mecanismos de las PGPR para mitigar el estrés abiótico de plantas. *Árido-Ciencia*, 1(1), 4-11. <http://fcbujed.com/aridociencia/numeros/2016/VIN1/articulo2.pdf>
- Pérez, G. R., Nasello, W. & Murno, G. (2016). *Fosfatasa alcalina, su interpretación clínica patológica* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/7b5c3a3e-aa5d-47c6-a6dc-44afb9584ac7/content>
- Puga, E. A. (2017). *Proceso de elaboración y utilización del abono orgánico (biol) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)* [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3313>
- Rahman, K. A. & Zhang, D. (2018). Effects of fertilizer broadcasting on the excessive use of inorganic fertilizers and environmental sustainability. *Sustainability*, 10(3), 759. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/3/759>
- Ramazanoglu, E. (2024). Effects of vermicompos application on plant growth and soil enzyme activity in wheat (*Triticum aestivum* L.) monitored by thermal imaging. *Cogent Food & Agriculture*, 101(1). <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311932.2024.2373872>
- Reid, T. E., Kavamura, V. N., Abadie, M., Torres-Ballesteros, A., Pawlett, M., Clark, I. M., Harris, J. & Mauchline, T. H. (2021). Inorganic chemical fertilizer application to wheat reduces the abundance of putative plant growth-promoting rhizobacteria. *Frontiers in Microbiology*, 12 (642587), 1-16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.642587>
- Rishitha, M. & Rao M. (2019). Bioconversion of fish waste into a liquid fertilizer and its impact on semi- arid tropical crops. *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics*,

- Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 5(1), 903-912.
<https://doi.org/10.26479/2019.0501.76>
- Rouphael, Y. & Colla, G. (2020). Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11(40), 1-7. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.00040/full>
- Ruiz, C. V. (2020). *Precipitación de carbonatos inducida microbiológicamente como alternativa para remediar entornos naturales contaminados con metales y metaloides tóxicos* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78261>
- Samuel, A. D., Bungau, S., Tit, D. M., Melinte, C. E., Purza, L. & Badea, G. E. (2018). Effects of long term application of organic and mineral fertilizers on soil enzymes. *Revista de Chimie*, 69(10), 2608-2612. <https://doi.org/10.37358/RC.18.10.6590>
- Shama, A. F. & Nimalan, J. (2023). Effects of foliar application of Fermented Fish Waste Solution from yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) on growth and yield of MI-2 chilli (*Capsicum annuum*). *Ceylon Journal of Science*, 52(3), 331-337. <https://doi.org/10.4038/cjs.v52i3.8073>
- Shi, T.S., Collins, S.L., Yu, K., Peñuelas, J., Sardans, J., Li, H. & Ye, J.S. (2024). A global meta-analysis on the effects of organic and inorganic fertilization on grasslands and croplands. *Nature Communications*, 15 (3411), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47829-w>
- Simas-Dias, D., Acevedo-Jaramillo, L., Vasconcelos, U. & Pereira, N. (2018). Caracterización de B-glucosidasas producidas por *Aspergillus niger* Atcc 1004 en fermentación sumergida de bagazo de azúcar. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 17(1), 365-377. <https://acortar.link/9cOdo0>
- Song, Y., Yu, J., Chen, S., Xiao, C., Li, Y., Su, X. & Ding, F. (2018). Effects of reduced chemical fertilizer with application of bio-organic fertilizer on rape growth, microorganism and enzymes activities in soil. *Journal of Soil and Water Conservation*, 32, 352-360. <https://chn.oversea.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?filename=TRQS201801055&dbcode=CJFQ&dbname=CJFDLAST2018&uniplatform=NZKPT>
- Tavan, T., Rezaei, M. A. & Janloo, M. M. (2023). Effect of foliar application of chemical fertilizers on morphological traits, antioxidant enzymes, and proline content of maize

- (*Zea mays* L.). *Research Square*. <https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-3515691/v1/d70081f0-deff-4220-91c4-13077992b70a.pdf?c=1699891660>
- Thendral, B. & Geetha, A. (2019). Physicochemical characterization of traditionally fermented liquid manure from fish waste (Gunapaselam). *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 18(4), 830-836. <https://core.ac.uk/download/pdf/298005373.pdf>
- Timofeeva, A., Galyamova, M. & Sedykh, S. (2022). Prospects for Using Phosphate-Solubilizing Microorganisms as Natural Fertilizers in Agriculture. *Plants*, 11(16), 1-23. <https://doi.org/10.3390/plants11162119>
- Tiwow, V. M. A., Abram, P. H. & Simatupang, E. A. (2020). The application of liquid and solid organic fertilizer from Tilapia fish waste for conservation of Central Sulawesi superior Jackfruit plant from Tulo and Beka. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2), 1-6. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1567/2/022027>
- Torres, F. & Rojas, A. (2018). Suelo agrícola en México: retrospectiva y prospectiva para la seguridad alimentaria. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 9(3), 137-155. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/sitios/rdebeta/rde_26a/RDE26_06.pdf
- Vélez, A., Vera, M., Valdez, S., Martínez, D. & Cutipa, F. (2024). Métodos para determinar la actividad enzimática en suelos contaminados. *South Sustainability*, 5(1), 1-11. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/view/1692/1264>
- Wang, N., Zhan, J., Feng, K., Qi, J. & Nan, H. (2024). Higher yield sustainability and soil quality by reducing chemical fertilizer with organic fertilizer application under a single-cotton cropping system. *Frontiers in Plant Science*, 15(1494667), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1494667>
- Wei, X., Ge, T., Zhu, Z., Hu, Y., Liu, S., Li, Y. & Razavi, B. S. (2019). Expansion of rice enzymatic rhizosphere: temporal dynamics in response to phosphorus and cellulose application. *Plant and Soil*, 445(1), 169-181. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-018-03902-0>
- Widnyana, I. K., Ariati, P. E. P., Sumantra, I. K., Wijaya, I. M. W., Suanda, I. W., Setyobudi, R. H., Adinurani, P.G., Ekawati, I., Purbajanti, E. D., Anwar, S. & Bouchama, K. (2023). The effect of liquid organic fertilizer from plant waste, livestock waste, and fish waste on growth of Marigold. *E3S Web of Conferences*, 432, 1-11. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202343200014>

- Wu, H., MacDonald, G. K., Galloway, J. N., Zhang, L., Gao, L., Yang, L., Yang, J., Li, X., Li, H. & Yang, T. (2020). The influence of crop and chemical fertilizer combinations on greenhouse gas emissions: A partial life-cycle assessment of fertilizer production and use in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 168 (105303), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105303>
- Xu, K., Zheng, C. & Ye, H. (2020). The transpiration characteristics and heat dissipation analysis of natural leaves grown in different climatic environments. *Heat and Mass Transfer*, 56(1), 95–108. <https://doi.org/10.1007/s00231-019-02701-2>
- Yaganoglu, E. & Aydin, A. (2024). The effect of organic and chemical fertilizers on the activity of soil enzymes in soils of different compositions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 48(1), 116-128. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3167>
- Yang, Y., Zhang, Q., Huang, G., Peng, S. & Li, Y. (2020). Temperature responses of photosynthesis and leaf hydraulic conductance in rice and wheat. *Plant, Cell & Environment*, 43(6), 1437–1451. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pce.13743>

Anexo 1

Producción de residuos de pescado en la actividad pesquera

La planta pesquera artesanal “Asociación agropecuario Solandino”, se especializa en el procesamiento y exportación de Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en distintas presentaciones: entera eviscerada, filete sin cabeza ni espinas, fresca y empacada al vacío, ya que dispone del Protocolo Técnico de Habilitación Sanitaria de Planta de Procesamiento Primario o Artesanal N° PTH-974-2023-SANIPES. Se ubica en Los Jardines N° 499 – Urb. Los alcanfores (Jaén – Cajamarca). Se procesan aproximadamente 2 toneladas de Trucha arco iris al mes y se generan 200 kg de subproductos hidrobiológicos. La materia prima proviene de centros acuícolas habilitados sanitariamente, garantizando trazabilidad e inocuidad.

Por otro lado, el terminal Pesquero ECOMPHISA o Empresa de Comerciantes Mayoristas de Productos Hidrobiológicos S.A. ubicado en el distrito de Santa Rosa (Lambayeque), procesa alrededor de 220 toneladas diarias de productos pesqueros en áreas de eviscerado, fileteado y descabezado, generando grandes volúmenes de desechos como vísceras, cabezas, colas y pieles. Este terminal constituye un punto estratégico para la comercialización de productos pesqueros en la región.

Los residuos de pescado recolectados fueron refrigerados (<4 °C) y trasladados al laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (Lambayeque), para su aprovechamiento en la elaboración de Bioles.

En la caracterización visual de estos residuos se identificaron:

- **Trucha arco iris (Solandino):** branquias, riñón, corazón, hígado, estómago, intestino, gónadas, vejiga natatoria, cabezas, columna vertebral y aletas, además de restos de pellets de alimento para peces en la masa visceral.
- **Varios pescados marinos (ECOMPHISA):** branquias, riñones, corazones, hígados, estómagos, intestinos, gónadas, vejigas natatorias y vesículas biliares, entre otros tejidos.

Anexo 2

Ficha técnica del consorcio microbiano GARLAC



QOLLKA FER SAC. "Mejorando la productividad en la agroindustria"

GARLAC

Biofertilizante Líquido Orgánico 100% Natural Acidificante Orgánico

GARLAC, es un consorcio de microorganismos benéficos o GRAS (generally recognized as safe), concentrado microbiano líquido de amplio uso en el sector agropecuario.

GARLAC, acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica en el suelo y en los procesos de compostaje, reduce rápidamente los malos olores en granjas y se usa como conservante en procesos de ensilado.

GARLAC, aplicado al suelo agrícola, el complejo de bacterias benéficas y sus metabolitos mejoran el pH y favorecen la solubilidad del fósforo, azufre y elementos menores haciéndolos más disponibles y facilitando la absorción de nutrientes.

GARLAC, en aplicación foliar, drench y por el sistema de riego tecnificado se comporta como un bioestimulante completo. Su participación en la nutrición vegetal es vital, actuando como suplemento nutricional, activador de los procesos fisiológicos (crecimiento y desarrollo) de las plantas.

GARLAC promueve condiciones favorables para el incremento de microorganismos beneficiosos en el suelo, en el área foliar de las plantas, el cual suprime el desarrollo de microorganismos fitopatógenos.

GARLAC es producido a través de procesos Biotecnológicos de fermentación láctea, genera los aminoácidos en forma L (biológicamente activos), única forma de aprovechamiento de las plantas.

GARLAC protege el medio ambiente, no contamina el agua ni el suelo, no produce desequilibrios en el agroecosistema, asegura productos totalmente saludables.

COMPOSICION:

pH de 3.5 – 3.9

Ácidos orgánicos, aminoácidos libres, péptidos, factores de crecimiento y activadores del metabolismo vegetal.

Microorganismos aerobios viables

Bacterias acidolácticas probióticas.



QOLLKA FER SAC. "Mejorando la productividad en la agroindustria"

APLICACIÓN:

Sobre excretas de animales de granja use solución concentrada o al 50%.

Para humedecer el compost y acelerar el proceso usar una concentración de 1 - 2 L / 100 L de agua.

En bebederos de animales de 1 a 2 ml por 1 L de agua.

En plantas 1 - 2 L por cilindro de agua para aplicación foliar. En drench 5 L en 200 L de agua.

Para otros usos consultar con el asesor técnico.

RECOMENDACIONES DE USO:

No necesita condiciones especiales de aplicación y manejo.

No necesita adherentes ni acidificantes.

Agítelo antes de usar.

Una vez preparada la solución nutritiva úsela inmediatamente.

Almacenar en ambientes ventilados y evite la exposición directa al sol.

PRESENTACIÓN: (1 L, y 20 L)



Anexo 3

Valores de temperatura y humedad ambiental durante el proceso de fermentación de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos para la obtención de Bioles

Mes de Noviembre							
Día	Fecha	Temperatura			Humedad relativa		
		Mínima (0°C)	Máxima (0°C)	Promedio	Mínima (%)	Máxima (%)	Promedio
0	4/11/2024	21.2	23.8	22.5	62	65	63.5
1	5/11/2024	22.3	22.9	22.6	63	65	64
2	6/11/2024	22.6	23.5	23.05	63	66	64.5
3	7/11/2024	22.5	23.8	23.15	62	67	64.5
4	8/11/2024	22.3	23.7	23	60	67	63.5
5	9/11/2024	22.3	23.3	22.8	63	67	65
6	10/11/2024	21.3	23.1	22.2	62	69	65.5
7	11/11/2024	21.4	23.7	22.55	61	78	69.5
8	12/11/2024	21.7	23.6	22.65	61	69	65
9	13/11/2024	22.1	23.6	22.85	64	69	66.5
10	14/11/2024	21.1	23.7	22.4	63	76	69.5
Promedio		21.9	23.5	22.7	62.2	68.9	65.5

Anexo 4

Valores de temperatura (°C) del proceso de fermentación anaerobia de dos residuos de pescados para la obtención de Biol

Tipo de residuo	Hora	18:30	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
	Fecha	4/11/2024	5/11/2024	6/11/2024	7/11/2024	8/11/2024	9/11/2024	10/11/2024	11/11/2024	12/11/2024	13/11/2024	14/11/2024
	Repetición	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
		T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)	T° (°C)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	R 1	20.40	24.30	23.00	22.80	23.10	23.30	22.70	23.60	23.30	23.60	22.80
	R 2	20.10	24.50	23.30	23.30	23.50	22.80	22.50	23.00	22.80	23.00	22.80
	R 3	19.80	24.30	23.10	23.00	23.50	23.30	22.80	22.90	23.30	22.90	22.60
	Promedio	20.10	24.37	23.13	23.03	23.37	23.13	22.67	23.17	23.13	23.17	22.73
Varios pescados marinos	R 1	22.50	23.10	23.20	23.50	23.10	22.50	22.70	23.50	23.10	23.20	23.80
	R 2	22.40	22.80	23.80	23.50	22.90	22.60	22.10	23.60	22.80	23.30	23.70
	R 3	22.50	22.70	24.10	23.30	22.90	22.70	22.70	23.30	22.60	23.30	23.60
	Promedio	22.47	22.87	23.70	23.43	22.97	22.60	22.50	23.47	22.83	23.27	23.70

Anexo 5

Valores de pH del proceso de fermentación anaerobia de dos residuos de pescados para la obtención de Biol

Tipo de residuo	Hora	18:30	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
	Fecha	4/11/2024	5/11/2024	6/11/2024	7/11/2024	8/11/2024	9/11/2024	10/11/2024	11/11/2024	12/11/2024	13/11/2024	14/11/2024
	Repetición	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
		pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	R 1	5.66	5.21	4.93	4.72	4.70	4.68	4.69	4.69	4.68	4.68	4.68
	R 2	5.62	5.22	4.90	4.70	4.66	4.65	4.62	4.63	4.63	4.62	4.62
	R 3	5.56	5.23	4.93	4.71	4.66	4.65	4.65	4.64	4.64	4.63	4.63
	Promedio	5.61	5.22	4.92	4.71	4.67	4.66	4.65	4.65	4.65	4.64	4.64
Varios pescados marinos	R 1	5.42	5.83	4.93	4.80	4.57	4.49	4.50	4.39	4.40	4.40	4.41
	R 2	5.43	5.81	4.98	4.81	4.60	4.61	4.59	4.54	4.53	4.51	4.50
	R 3	5.43	5.67	4.96	4.81	4.56	4.56	4.57	4.47	4.47	4.41	4.42
	Promedio	5.43	5.77	4.96	4.81	4.58	4.55	4.55	4.47	4.47	4.44	4.44

Anexo 6

Enumeración de Microorganismos Aerobios Mesófilos - Método 2: Recuento en placa de siembra por extensión en superficie

1. Introducción

Se trata de un método conveniente para los productos líquidos y homogenizados. Se preparan diluciones seriadas de la muestra líquida del alimento o de un homogenizado 10^{-1} utilizando un diluyente (10 ml o g muestra en 90 ml del diluyente MDR). Como norma general la dilución 10^{-3} es suficiente para productos limpios mientras para muestras con más carga microbiana o se desconozcan se necesita la dilución 10^{-8}

2. Objetivo

Establecer el procedimiento para el análisis de muestras de Bioles de residuos de pescado.

3. Campo de aplicación

El presente documento es aplicable a las actividades del laboratorio que se realizan en el presente proyecto de investigación. Este documento describe los pasos a seguir para el ensayo de aerobios mesófilos en muestras de Bioles de residuos de pescado.

4. Documentos de referencia

- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (1983). *Microorganismo de los alimentos. Técnicas de análisis microbiológicos* (2da Ed., Vol. 1) Reimpresión 2000. Editorial Acribia.
- Robert, D., Hooper, W. y Greenwood, M. (Eds.) (1995). *Métodos para el examen de microorganismos de los alimentos de interés para la salud pública* (2da Ed.) Reimpresión 2000. Editorial Acribia.

5. Fundamento

El recuento por extensión en superficie de aerobios mesófilos permite determinar la cantidad de microorganismos presentes en una muestra, estos microorganismos son generalmente considerados como organismos indicadores de la calidad sanitaria.

6. Definiciones

- Aerobios mesófilos: Microorganismos que crecen en presencia de oxígeno (aerobios) y en un rango de temperaturas moderadas generalmente entre 20 °C y 45 °C.

- Recuento en placa: Métodos de enumeración de microorganismos viables desarrollados en placa Petri con medio sintético.

7. Procedimiento

Preparar por lo menos dos placas de agar para cada dilución a examinar. Utilizar el medio de cultivo PCA. Preparar un homogenizado de 10^{-1} (pesar 10 g de muestra en 90 ml de MDR) y diluciones decimales seriadas del producto o alimento. Realizar esto pasando 1 ml del homogenizado a la siguiente dilución 10^{-2} . Para el homogenizado utilizar un Vortex a 3000 rpm por 10 segundos. Comenzando con la máxima dilución 10^{-8} tomar alícuotas de la dilución a contar con una micropipeta de 0,1 ml dotada de una punta desechable. Con la micropipeta adicionar 0,1 ml de la dilución a contar en cada una de las placas de agar ya seco. Extender el inóculo uniformemente por toda la superficie de la placa utilizando una varilla estéril de vidrio o plástico doblada. Incubar a 29 - 31° C durante 3 días.

Anexo 7

Recuento de Lactobacilos y Bacterias Lácticas – Método por recuento en placa de siembra por extensión en superficie

1. Introducción

Se trata de un método conveniente para los productos líquidos y homogenizados. Se preparan diluciones seriadas de la muestra líquida del alimento o de un homogenizado 10^{-1} utilizando un diluyente (10 ml de muestra en 90 ml del diluyente MDR). Como norma general la dilución 10^{-3} es suficiente para productos limpios mientras para muestras con más carga microbiana o se desconozcan se necesita la dilución 10^{-8}

2. Objetivo

Establecer el procedimiento para el análisis de muestras de Bioles elaborados a partir de residuos de pescado.

3. Campo de aplicación

El presente documento es aplicable a las actividades del laboratorio que se realizan en el presente proyecto de investigación. Este documento describe los pasos a seguir para el ensayo de recuento de lactobacilos y bacterias lácticas en muestras de Bioles.

4. Documentos de referencia

- Ortega, I. (2014). *Comparación de métodos de cuantificación de bacterias lácticas expuestas a estrés y durante su desarrollo en salchichas* [Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Querétaro].
<https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/6748>
- Robert, D., Hooper, W. y Greenwood, M. (Eds.) (1995). *Métodos para el examen de microorganismos de los alimentos de interés para la salud pública* (2da Ed.) Reimpresión 2000. Editorial Acribia.

5. Fundamento

Las bacterias ácido lácticas están ampliamente distribuidos, su naturaleza microaerófilo, su capacidad de crecer en temperaturas y a pH bajos, hacen que desempeñen un papel importante en la alteración de alimentos o productos envasados. Las bacterias ácido lácticas crecen sobre medio sólido, favoreciendo su crecimiento en anaerobiosis al 5 – 10 % de CO₂. El recuento por extensión en

superficie de bacterias ácido lácticas (BAL) permite determinar la cantidad de microorganismos presentes en una muestra.

6. Definiciones

- Bacterias ácido lácticas: Microorganismos conformados por cocos, cocobacilos, bacilos gran positivos, inmóviles y no esporulados. Todas estas bacterias son consideradas anaerobias aerotolerantes, por ello no son sensibles al oxígeno por lo que pueden crecer tanto en presencia como ausencia de él.
- Recuento en placa: Métodos de enumeración de microorganismos viables desarrollados en placa Petri con medio sintético

7. Procedimiento

Preparar por lo menos dos placas de agar para cada dilución a examinar. Utilizar el medio de cultivo MRS. Preparar un homogenizado de 10^{-1} (10 ml de muestra en 90 ml de MDR) y diluciones decimales seriadas del producto o alimento. Realizar esto pasando 1 ml del homogenizado a la siguiente dilución 10^{-2} . Para el homogenizado utilizar un Vortex a 3000 rpm por 10 segundos. Comenzando con la máxima dilución 10^{-8} tomar alícuotas de la dilución a contar con una micropipeta de 0,1 ml dotada de una punta desechable. Con la micropipeta adicionar 0,1 ml de la dilución a contar en cada una de las placas de agar ya seco. Extender el inóculo uniformemente por toda la superficie de la placa utilizando una varilla estéril de vidrio o plástico doblada. Incubar en condiciones anaeróbicas (5% de CO_2) a 30°C durante 3 días.

Anexo 8

Recuento de Levaduras y Mohos - Método 1: Recuento en placa de siembra por extensión en superficie

1. Introducción

Se trata de un método conveniente para los productos líquidos y homogenizados. Se preparan diluciones seriadas de la muestra líquida del alimento o de un homogenizado 10^{-1} utilizando un diluyente (10 ml de muestra en 90 ml del diluyente MDR). Como norma general la dilución 10^{-3} es suficiente para productos limpios mientras para muestras con más carga microbiana o se desconozcan se necesita la dilución 10^{-8} .

2. Objetivo

Establecer el procedimiento para el análisis de muestras de Bioles a partir de residuos de pescado.

3. Campo de aplicación

El presente documento es aplicable a las actividades del laboratorio que se realizan en el presente proyecto de investigación. Este documento describe los pasos a seguir para el ensayo de levaduras y mohos en muestras de Bioles.

4. Documento de referencia

- Robert, D., Hooper, W. y Greenwood, M. (Eds.) (1995). *Métodos para el examen de microorganismos de los alimentos de interés para la salud pública* (2da Ed.) Reimpresión 2000. Editorial Acribia.

5. Fundamento

El recuento por extensión en superficie de mohos y levaduras permite determinar la cantidad de microorganismos presentes en una muestra. Estos microorganismos crecen bien en muchos tipos de medios de agar y pueden necesitar una incubación larga a temperaturas menores. El empleo de un método de recuento superficial junto a los medios descritos permite el recuento de levaduras y mohos de todos los tipos.

6. Definiciones

- Levaduras y Mohos: Las levaduras son microorganismos unicelulares que se reproducen por gemación o fisión, mientras que los mohos son microorganismos multicelulares que se reproducen por esporas.

- Recuento en placa: Métodos de enumeración de microorganismos viables desarrollados en placa Petri con medio sintético.

7. Procedimiento

Preparar por lo menos dos placas de agar para cada dilución a examinar. Utilizar el medio de cultivo PDA. Puede utilizarse también: Agar cloranfenicol glicerol dicloran (DG), Agar cloranfenicol Rosa de Bengala (DRBC), Agar extracto de levadura glucosa oxitetraciclina (OGYE). Preparar un homogenizado de 10^{-1} (10 ml de muestra en 90 ml de MDR) y diluciones decimales seriadas del producto o alimento. Realizar esto pasando 1 ml del homogenizado a la siguiente dilución 10^{-2} . Para el homogenizado utilizar un Vortex a 3000 rpm por 10 segundos. Comenzando con la máxima dilución 10^{-8} tomar alícuotas de la dilución a contar con una micropipeta de 0,1 ml dotada de una punta desechable. Con la micropipeta adicionar 0,1 ml de la dilución a contar en cada una de las placas de agar ya seco. Extender el inóculo uniformemente por toda la superficie de la placa utilizando una varilla estéril de vidrio o plástico doblada. Incubar a 25° C de 3 a 5 días (algunos hongos pueden necesitar 14 días de incubación).

Anexo 9

ISO 11290-1:2017 - Detección de *Listeria monocytogenes* y *Listeria* spp.

Listeria ISO 11290-1:2017 (Detección de *L. monocytogenes*)

Revisada y confirmada en 2022

SUSPENSIÓN INICIAL DE LA MUESTRA

ENRIQUECIMIENTO PRIMARIO

25 g o 25 ml de la muestra en 225 ml de Half Fraser Broth

CM0895B Fraser Broth ISO 500g
SR0166E Half Fraser Supplement ISO 10 vials
BO0350S Half Fraser Broth ISO 10 x 225 ml

Incubar a 30°C durante 25 h ± 1 h

0,1 ml

ENRIQUECIMIENTO SECUNDARIO

Tubos con 10 ml de Fraser Broth

CM0895B Fraser Broth ISO 500g
SR0156E Fraser Supplement ISO 10 vials
TV5020E Fraser Broth ISO 50 tubos x 10 ml

Incubar a 37°C durante 24 h ± 2 h

SIEMBRA EN PLACA CROMOGENICA

CM1212B Brilliance™ Listeria Agar (ISO) Base 500g
SR0257E Brilliance Listeria Agar (ISO) Selective Suppl 10 viales
SR0258E Brilliance™ Listeria Agar (ISO) Diff. Suppl. 10 viales.
PO5332A Brilliance™ Listeria Agar (ISO). 20 placas

Incubar a 37°C ± 1 °C durante 24 h ± 2 h (+ otras 24 h)

SEGUNDO MEDIO

CM0856B Listeria Select. Agar OXFORD 500g
SR0140E Listeria Select. Suppl. 10 vials
PO5026A Agar OXFORD 20 placas

CM0877B PALCAM Agar Base. 500 g
SR0150E PALCAM Select. Suppl. 10 vials
PO5104A PALCAM Agar 20 placas

Incubar según instrucciones

CONFIRMACIÓN

PO5050A TSYE Agar ISO 20 placas
PB5039A Agar sangre (hemólisis) 20 placas

GALERÍAS DE IDENTIFICACIÓN

MB1128A MB Microbact 12L Listeria 20 galerías

MB1249A HAEMOLYSIN REAGENT 5 ml

KG55555 Catalasa 30 ml

Microorganismos Control:

R4603970 Listeria Monocytogenes ATCC® 7644. Recomendada NCCLS (5 asas)



Inscrita el 31 octubre de 2012, en el Registro Mercantil de Valladolid, tomo 1429, folio 218, inscripción 1ª, hoja VA-35213.

SISTEMAS AVANZADOS DE ANALISIS S.L.

Camino de Renedo 13. 47155 Santovenia de Pisuerga. Valladolid.

Tno: 983 355003 - Móvil: 670 779766

C.I.F.: B47700026

www.analisisavanzados.com

26092023

Anexo 10

ISO 6888-1/2:2021. Amd 1(1/2):2023 – Recuento de estafilococos coagulasa positivos (*Staphylococcus aureus* y otras especies)

OXOID remel



Staphylococcus aureus ISO 6888-1/2:2021. Amd 1(1/2):2023

Método con Baird Parker

Inoculación

Inocular 0,1 mL de la muestra si es líquida o 0,1 mL de la suspensión inicial (10^{-1}) para el resto de los productos, a una placa de Baird Parker con yema de huevo y telurito potásico.

El nº de placas a utilizar según las diluciones a ensayar se indica en la ISO 7218. Si fuera necesario, repetir el proceso anterior con el resto de diluciones decimales.

CM1127B Baird-Parker Agar (ISO), (500 g)

SR0054C Egg YolkTellurite Emulsion (100 ml)

PO5014A Baird Parker Medium (20 placas)

Extender cuidadosamente e incubar de 34°C a 38°C durante 24 ± 2 h. Reincubar las placas de 34°C a 38°C durante otras 24 ± 2 h.

Examen de las placas y recuento

Tras las primera y segunda incubación, se examinan las placas con colonias características (negras, brillantes, convexas y con halo claro) con un máximo de 300 colonias (incluyendo al menos 150 típicas, atípicas o flora acompañante) para el recuento.

Confirmación: Bien en tubo con plasma de conejo o bien en placa de BP-RPF (desde las placas seleccionadas, sembrar en placas de RPF).

Tomar un inóculo de las placas seleccionadas y transferirlo a tubos de Caldo Cerebro Corazón.

TV5090E Brain Heart Infusion Broth (10 mL) (50 tubos)

Con el mismo asa, sembrar la suspensión en medio no selectivo (Agar sangre o agar nutritivo).

Incubar de 34°C a 38°C durante 24 ± 2 h.

Se añaden 0,1 ml de cada tubo a 0,3 mL de plasma de conejo.

R21050 Coagulase Plasma 5 mL

R21051 Coagulase Plasma 15 mL

Incubar de 34°C a 38°C. Examinar tras 5 ± 1 h, o si es negativo reexaminar tras otras 24 ± 2 h de incubación.

Se considera positivo si se observa un gran coágulo formado (puntuación 3+ de la noma).

Método con Agar RPF

Inoculación

Mediante una pipeta estéril, transferir a una placa petri vacía y estéril 1 mL de la muestra (si es líquida) o 1 mL de la suspensión inicial (dilución 10^{-1}) en el caso de otros productos.

El nº de placas a utilizar según las diluciones a ensayar se indica en la ISO 7218. Si fuera necesario, repetir el proceso anterior con el resto de diluciones decimales.

Añadir a cada una de las placas, suficiente cantidad de agar RPF, para que alcance una profundidad de al menos 3 mm (de 18 a 20 mL de medio).

CM0961B Agar Baird Parker RPF (500g)

+

SR0122A RPF Supplement (10 viales)

O bien

BP0961D Agar Baird Parker RPF (10 x 90 mL)

+

SR0122A RPF Supplement (10 viales)

Mezclar cuidadosamente e incubar de 34°C a 38°C durante 24 ± 2 h. Si fuera necesario, reincubar las placas de 34°C a 38°C durante otras 24 ± 2 h.

Recuento

Contar pequeñas colonias, convexas negras o grises (en ocasiones blancas), rodeadas de un halo de precipitación opaco, indicador de actividad coagulasa.



SISTEMAS AVANZADOS DE ANALISIS S.L.

Camino de Renedo 13. 47155 Santovenia de Pisuerga, Valladolid.

Tno: 983 355003 - Móvil: 670 779766

C.I.F.: B47700026

www.analisisavanzados.com

Anexo 11

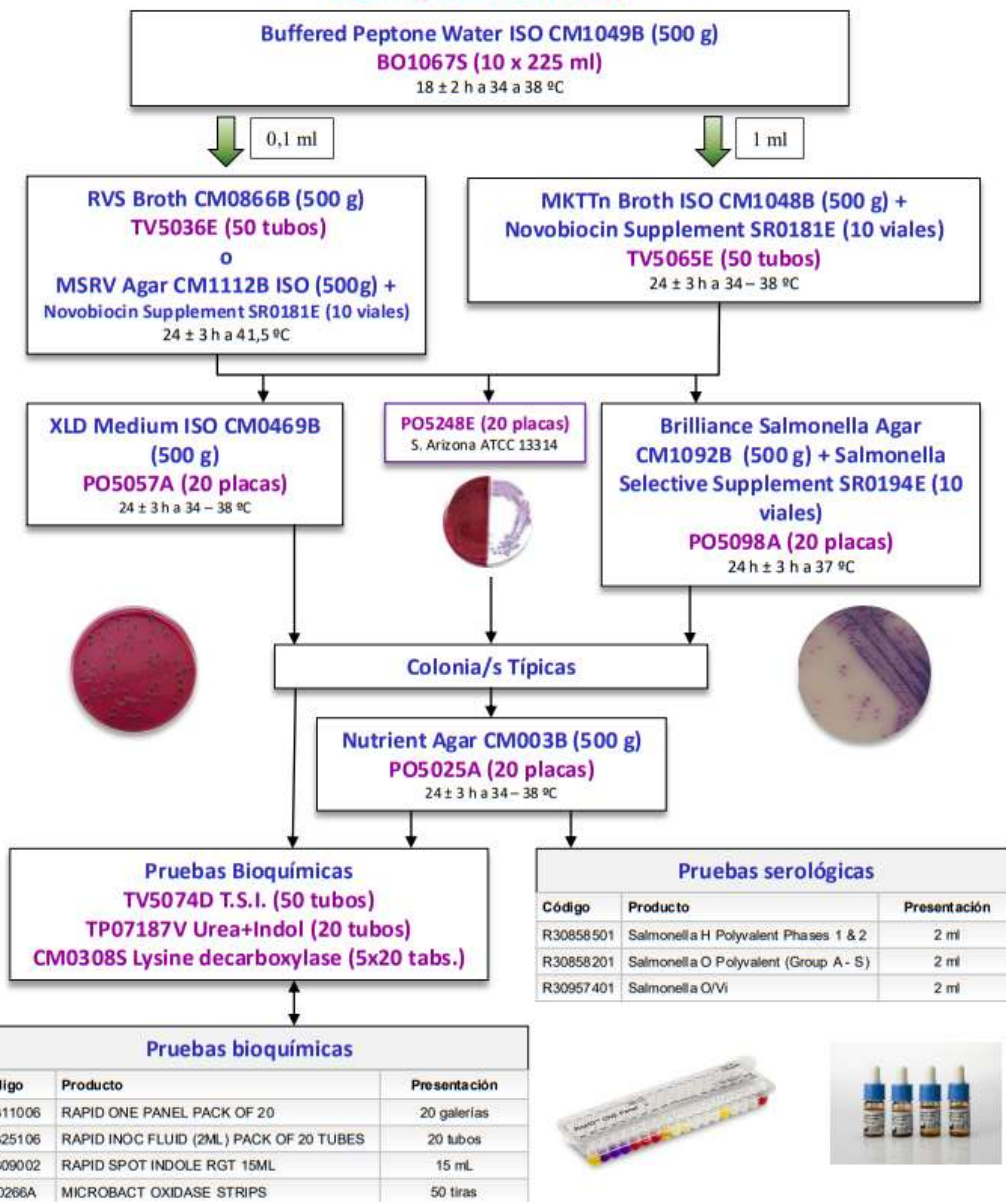
ISO 6579-1:2017/A1 – Detección de Salmonella spp.



Análisis de Salmonella ISO 6579-1:2017/A1

Revisada y confirmada en 2022

Inscrita el 31 octubre de 2012, en el Registro Mercantil de Valladolid, tomo 1429, folio 218, inscripción 1ª, hoja VA-25213.



SISTEMAS AVANZADOS DE ANALISIS S.L.
 Camino de Renedo 13. 47155 Santovenia de Pisuerga. Valladolid.
 Tno: 983 355003 - Móvil: 670 779766
 C.I.F.: B47700026
 www.analisisavanzados.com

Anexo 12

Recuento de Coliformes Totales - Recuento directo en placa de agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta

1. Introducción

El grupo Coliformes (Coliformes totales) pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y son bacilos Gram negativos que fermentan lactosa a temperaturas entre 35 y 37 °C, generando ácido y gas (CO₂) en 24 horas. Pueden ser aeróbicos o anaeróbicos facultativos, son oxidasa negativos, no producen esporas y tienen actividad enzimática β -galactosidasa. Los coliformes fermentan rápidamente la lactosa en el agar VRBL (Bilis Lactosa Rojo Neutro Cristal Violeta) y reducen así el pH del medio, lo que produce colonias de color rojo púrpura, debido a la inclusión de rojo neutro y cristal violeta. Estas colonias suelen estar rodeadas de halos de color rojo púrpura de sales biliares precipitadas.

2. Objetivo

Establecer el procedimiento para el recuento de coliformes totales en muestras de Biol de residuos de pescado.

3. Campo de aplicación

El presente documento es aplicable a las actividades del laboratorio que se realizan en el presente proyecto de investigación. Este documento describe los pasos a seguir para el ensayo de Coliformes totales en muestras de Bioles de residuos de pescado.

4. Documento de referencia

- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 2da Ed. Vol.1, método 4, pág. 137. Reimpresión 2000, Editorial Acribia.

5. Fundamento

El recuento directo en placa de agar Bilis Lactosa Rojo Neutro Cristal Violeta permite la detección y el recuento de colonias de bacterias coliformes en una muestra. Estos microorganismos fermentan rápidamente la lactosa, acidifican el medio y producen un viraje del indicador de pH (rojo neutro) al color rojo intenso. Debido a esto, se consideran únicamente como pertenecientes a bacterias coliformes las colonias de color rojo oscuro, rodeadas, generalmente, de halos de color rojo púrpura de sales biliares precipitadas.

6. Definiciones

- Grupo Coliformes (Coliformes totales): Grupo de enterobacterias anaerobias facultativas, Gram negativas, no esporuladas, en forma de bastones cortos, que

fermentan la lactosa con producción de acidez y gas a $35\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ en $24\text{ h} \pm 2\text{ h} - 48\text{ h} \pm 3\text{ h}$.

- Recuento directo en placa: Técnica microbiológica que consiste en sembrar una muestra diluida en un medio de cultivo sólido y contar las colonias formadas después de la incubación, para determinar el número de microorganismos viables presentes en la muestra.

7. Procedimiento

▪ *Preparación de la muestra: Diluciones*

Se toma 25 ml de la muestra en condiciones asépticas. Luego, se transfiriere a un vaso de licuadora esterilizada, donde se añade 225 ml de agua peptonada estéril al 0.1%. La mezcla se licua a dos velocidades: Primera velocidad por 60 segundos y segunda velocidad por 30 segundos, siendo la dilución 10^{-1} . Posteriormente, se deja reposar durante 2 a 3 minutos para evitar la formación de espuma. A continuación, se toma 1 mL de la dilución 10^{-1} , evitando la formación de espuma, y se transfiriere a un tubo que contenga 9 mL de agua peptonada (10^{-2}). Esta dilución se agita y se repite esta operación hasta la dilución 10^{-3} .

▪ *Inoculación en placas de Petri*

Se deposita 1 ml de cada dilución del homogeneizado en placas de Petri estériles por duplicado. A cada placa que contenga el inóculo se le añade 15-20 ml de Agar Bilis Lactosa Rojo Neutro Cristal Violeta. Luego, se mezcla el contenido de las placas realizando cuatro movimientos en sentido horario, ascendente, antihorario y descendente, repitiendo cada uno cinco veces. Se deja solidificar la mezcla durante 5- 10 minutos. Luego, se añade 3-4 ml de medio fundido, formando una capa uniforme sobre la superficie del medio solidificado, de tal modo evite la formación de colonias superficiales. Posteriormente, las placas se incuban a 36 °C durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, se anota aquellas placas que presentaban colonias de color rojo oscuro. Para el recuento de colonias, se selecciona las placas con menos de 150 colonias características. El número de organismos coliformes por gramo de muestra se calcula multiplicando el número de colonias por el factor de dilución correspondiente.

Anexo 13

Análisis fisicoquímico del suelo experimental



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS
 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N° : LAB25-AS-1452

DATOS GENERALES

RAZÓN SOCIAL : SOLICITANTE : TELÉFONO : E-MAIL : DOMICILIO LEGAL : RUC / DNI : DEPARTAMENTO : PROVINCIA : DISTRITO : CASERÍO O ANEXO : CÓDIGO DE MUESTRA / PARCELA MUESTREADO POR : MATRIZ : PRESENTACIÓN : FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : FECHA DE ANÁLISIS : ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS :	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN PROYECTO "DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS (BIÓLES) ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA PESCA Y ACUICULTURA; Y SU APLICACIÓN EN CULTIVOS DE AGROEXPORTACIÓN EN LA REGIÓN PIURA" 975024263 dlienquo@tip.gob.pe AV. REPUBLICA DE PANAMA N° 3418 SAN ISIDRO -LIMA 3418 20131369477 LAMBAYEQUE LAMBAYEQUE LAMBAYEQUE NO ESPECÍFICA SUELO AGRÍCOLA INICIAL DANNY WILFREDO LLENQUE PAIVA SUELO BOLSA PLÁSTICA lunes, 7 de Julio de 2025 miércoles, 16 de Julio de 2025 AF, AQ, APQ, CN y EEA
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

CARACTERIZACIÓN

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	CATEGORÍAS	RESULTADOS	RANGOS
pH	EPA Method 9045 D Rev.4	pH	-	7.68	LIGERAMENTE ALCALINO
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Método ISO 11265: 1994 (E) / Cor 1:1996	dS/m	-	0.03	BAJO
NITRÓGENO	Método: ISO 13878:1998 (E) / Dumas	%	-	0.13	MEDIO
FÓSFORO	Método: Olsen Modificado	ppm	-	11.95	MEDIO
POTASIO	Método: Extracción con Acetato de Amonio	ppm	-	342.03	ALTO
CARBONO	Método: Walkley y Black	%	-	1.54	MODERADO
MATERIA ORGÁNICA	Método: Walkley y Black	%	-	2.66	MEDIO
CLASE TEXTURAL	Método: Boyucos	%	Arena	78.07	Franco Arenoso
		%	Limo	7.93	
		%	Arcilla	14.00	
CIC	Método: Saturación con Acetato de Amonio	mg/100g	-	15.16	BAJO
CATIONES CAMBIABLES	Método: Saturación con Acetato de Amonio	mg/100g	Ca ²⁺	11.79	ALTO
	Método: Saturación con Acetato de Amonio	mg/100g	Mg ²⁺	1.34	BAJO
	Método: Saturación con Acetato de Amonio	mg/100g	K ⁺	0.47	ALTO
	Método: Saturación con Acetato de Amonio	mg/100g	Na ⁺	1.55	ALTO
	Método: Saturación con Acetato de Amonio	mg/100g	Al ³⁺ -H ⁺	0.00	BAJO
Suma de cationes	Cálculo	mg/100g	-	15.16	-
Suma de bases	Cálculo	mg/100g	-	15.16	-
% Sat. de bases	Cálculo	%	-	100	ALTO

U.D.- Unidad de Medida. AP-Área de Prácticas. AQ-Área de Química. APQ-Área de Análisis Fisicoquímicos. CN-Área de Carbono Nitrógeno. EEA-Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica

SIN OBSERVACIONES

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

La información resultada es negativa y constructiva, es información proporcionada por el cliente, la cual destuga al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABRAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


M^g LILYDEL PILAR JITANEZ CORTNERAS
 RESPONSABLE

Calle Higua Uno N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
 labrag@untram.edu.pe / labrag@indes-ens.edu.pe

Chachapoyas, 23 de Julio de 2025

Código: C3PT-036-01 / Versión:02 / FR: 04/2024 Página: 1/1

FIN DEL DOCUMENTO

TABLA DE INTERPRETACIÓN				
PARAMETROS	NOMENCLATURA	CLASIFICACION DEL SUELO	RANGOS	UNIDADES
pH		*Fuertemente ácido	<5.5	
		*Moderadamente ácido	5.6 - 6.0	
		*Levemente ácido	6.1-6.5	
		*Neutro	7.0	
		*Levemente alcalino	7.1 - 7.8	
		*Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	CE	*Fuertemente alcalino	> 8.5	ds/m
		*Muy ligeramente salino	< 1	
		*Ligeramente salino	1 - 4	
		*Moderadamente salino	4 - 8	
NITROGENO	N	*Fuertemente salino	> 8	
		*Muy Bajo	< 0.05	
		*Bajo	0.05 - 0.10	
		*Medio	0.10 - 0.20	
		*Alto	0.2 - 0.4	
FÓSFORO	P	*Muy Alto	> 4.0	ppm
		*Bajo	< 7.0	
		*Medio	7.0 - 14.0	
POTASIO	K	*Alto	> 14	ppm
		*Medio	100 - 240	
		*Bajo	< 100	
CARBONO	C	*Alto	> 240	
		*Muy Bueno	> 3.0	
		*Bueno	2.0-3.0	
		*Moderado	1.5-2.0	
		*Medio Bajo	1.25-1.5	
		*Bajo	0.75-1.25	
MATERIA ORGÁNICA	M.O.	*Muy Bajo	< 0.75	%
		*Medio	3-4	
		*Alto	> 4.0	
CIC		*Muy Bajo	< 10	mg/100g
		*Bajo	10-20	
		*Medio	20-35	
		*Moderado	35-45	
		*Alto	> 45	
CATIONES CAMBIABLES	Ca+2	*Bajo	< 1	mg/100g
		*Medio	1 - 6	
		*Alto	> 6	
	Mg+2	*Bajo	< 1.5	
		*Medio	1.5 - 2.5	
		*Alto	> 2.5	
	K+	*Bajo	< 0.2	
		*Medio	0.2 - 0.4	
		*Alto	> 0.4	
	Na+	*Bajo	< 0.2	
		*Medio	0.2 - 0.3	
		*Alto	> 0.3	
Al+3+H+	*Bajo	< 0.1		
	*Medio	0.1 - 0.5		
	*Alto	> 0.5		
SATURACIÓN DE BASES		*Bajo	< 25	%
		*Medio	25 - 50	
		*Alto	> 50	
RELACIONES CATIONICAS	Ca/Mg	*Deficiencia en magnesio	< 1	mg/100g
		*Aceptable	1 - 2	
		*Ideal	2 - 3	
	Mg/E	*Deficiencia en magnesio	< 1	
		*Aceptable	1 - 3	
		*Ideal	3.0	
	Ca/E	*Adecuado	2 - 10	
		*Deficiencia en potasio	< 10	
	Ca+Mg/K	*Adecuado en potasio	> 10	
		*Deficiencia en potasio	< 10	
(Ca+Mg+K)/Ca	*Necesidad de encalzar	< 1		
	*Adecuado	> 1		
CLASE TEXTURAL		*Arena	-	
		*Arena franca	-	
		*Franco arenoso	-	
		*Franco	-	
		*Franco limoso	-	
		*Limoso	-	
		*Franco arcillo arenoso	-	
		*Franco arcilloso	-	
		*Franco arcillo limoso	-	
		*Arcillo arenoso	-	
		*Arcillo limoso	-	
		*Arcilloso	-	

EQUIVALENCIAS	
1 ppm = 1 mg kilogramo	
1 decisiemens/cm (ds/cm) = 1000 microsiemens/cm (µs/cm)	
1 milimho (mmho/cm) = 1 decisiemens/metro	
1 miliequivalente / 100g = 1 cmol (+) kg	
Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640xCEca	
CE (1-1) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm	

FACTORES DE CONVERSION	
Para pasar de P a P2O5 hay que multiplicar por 2.293	
Para pasar P2O5 a P hay que multiplicar por 0.436	
Para pasar de K a K2O hay que multiplicar por 1.305	
Para pasar de K2O a K hay que multiplicar por 0.83	
Para pasar de Mg a MgO hay que multiplicar por 1.658	
Para pasar de MgO a Mg hay que multiplicar por 0.603	
Para pasar de N a NO3 hay que multiplicar por 4.425	
Para pasar de NO3 a N hay que multiplicar por 0.226	



Anexo 14

Maíz INIA – 619 Megahíbrido

Híbrido simple de maíz amarillo duro de origen tropical y avanzada genética; formado por dos líneas endogámicas del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT – México). Adaptación en los valles maiceros de la costa y la selva peruana. Planta de altamente productiva y con características agronómicas y de calidad de grano deseables para el mercado.

Características del producto:

- Planta vigorosa de porte alto (aprox. 2,30 m) con excelente cobertura foliar.
- Hojas semi-erectas.
- Mazorcas cilíndrico-cónicas (22 cm), con 16 hileras rectas y 40 granos por hilera.
- Grano amarillo oscuro de textura cristalina y de buena calidad comercial.
- Fácil de desgranar y resistente al acame.

Tolerancias:

Tolerante enfermedades causadas por hongos y virus.

Recomendaciones:

La profundidad de siembra debe ser de acuerdo al tamaño de la semilla entre 3 - 5 cm. En las etapas iniciales de crecimiento debe mantenerse libre de maleza.

Los riegos deben ser frecuentes y ligeros; indispensables en floración y llenado de mazorca.

La fertilización se recomienda aplicar 240–120–140 kg/ha de N–P₂O₅–K₂O y complementando con abonos foliares de zinc y boro.

Inicio de cosecha:

En verano: 60-70 días después de la siembra

En invierno: 75-90 días después de la siembra

Distanciamiento:

Entre surco debe ser de 0,75 a 0,80 m.

Entre golpe debe ser de 0,30 a 0,35 m.

Sembrar 02 semillas por golpe.

Presentación:

Bolsa x 69 000 semillas

Anexo 15

Cálculo de la dosis del fertilizante químico

Fertilizante químico

Fertilizante N : P : K \Rightarrow Úrea : Fosfato di amónico : Sulfato de potasio

Dosis \Rightarrow 250 N : 120 P : 140 K

Fosfato di amónico (FDP) \Rightarrow 18 % N, 46 % P, P₂O₅

100 kg FDP \rightarrow 46 UP

X \rightarrow 120 UP

X = 260, 86 kg FDP/ha

100 kg FDP \rightarrow 18 UN

260, 86 kg FDP \rightarrow X

X = 46,95 UN

Úrea (U) \Rightarrow 46 % N

250 - 46,95 = 203,05 UN

100 kg U \rightarrow 46 UN

X \rightarrow 203,05 UN

X = 441,41 kg UN/ha

Sulfato de potasio (SDK) \Rightarrow 50 % K, 18 % S

100 kg SDK \rightarrow 50 UK

X \rightarrow 140 UK

X = 280 Kg SDK/ha

Área de la maceta

Diámetro de la maceta = 18,8 cm

$$\text{Área} = \pi r^2$$

$$\text{Área} = (3,14) (18,8 \text{ cm})^2$$

$$\text{Área} = 1\ 109, 80 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área} = 0,11098 \text{ m}^2$$

Cálculo de dosis disminuidas del fertilizante químico

Cálculo de la dosis 100 % fertilizante químico		
100 % FDP	100 % U	100 % SDK
260,86 kg FDP → 10 000 m ²	441,41 Kg U → 10 000 m ²	280 Kg SDK → 10 000 m ²
X → 0,11098 m ²	X → 0,11098 m ²	X → 0,11098 m ²
X = 0,00289 kg	X = 0,00489 kg	X = 0,00310 kg
X = 2,89 g	X = 4,89 g	X = 3,1 g

Cálculo de la dosis 75 % fertilizante químico		
75 % FDP	75 % U	75 % SDK
2,89 g FDP → 100 %	4,89 g U → 100 %	3,1 g SDK → 100 %
X → 75 %	X → 75 %	X → 75 %
X = 2,17 g	X = 3,67 g	X = 2,32 g

Cálculo de la dosis 50 % fertilizante químico		
50 % FDP	50 % U	50 % SDK
2,89 g FDP → 100 %	4,89 g U → 100 %	3,1 g SDK → 100 %
X → 50 %	X → 50 %	X → 50 %
X = 1,44 g	X = 2,45 g	X = 1,55 g

Anexo 16

Cronograma de siembra de semillas de *Zea mays* L. y aplicación de Bioles de residuos de pescado junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Fecha	Días	Actividades
02 de abril de 2025	0	Siembra de semillas de <i>Zea mays</i> L., “maíz amarillo duro”, megahíbrido INIA-619
21 de abril de 2025	20	Primera fertilización Aplicación de fertilizante químico (NPK) y Bioles de residuos de <i>O. mykiss</i> y varios pescados marinos a las plantas de maíz
30 de abril de 2025	30	Segunda fertilización Aplicación de fertilizante químico (N) y Bioles de residuos de <i>O. mykiss</i> y varios pescados marinos a las plantas de maíz
09 de mayo de 2025	40	Tercera fertilización Aplicación de Bioles de residuos de <i>O. mykiss</i> y varios pescados marinos a las plantas de maíz
18 de mayo de 2025	50	Cuarta fertilización Aplicación de Bioles de residuos de <i>O. mykiss</i> y varios pescados marinos a las plantas de maíz
1 de junio de 2025	60	Quinta fertilización Aplicación de Bioles de residuos de <i>O. mykiss</i> y varios pescados marinos a las plantas de maíz

Anexo 17

Temperatura máxima, mínima, humedad relativa máxima y mínima

Mes de abril						
Fecha	Temperatura		Promedio	Humedad relativa		Promedio
	Máxima (0°C)	Mínima (0°C)		Máxima (%)	Mínima (%)	
1/04/2025	28,0	22,0	25,0	84	42	63
2/04/2025	29,0	21,0	25,0	84	40	62
3/04/2025	28,0	21,0	24,5	85	52	68,5
4/04/2025	29,0	21,0	25,0	84	45	64,5
5/04/2025	27,0	21,0	24,0	85	40	62,5
6/04/2025	27,0	22,0	24,5	82	47	64,5
7/04/2025	27,0	22,0	24,5	85	48	66,5
8/04/2025	28,0	21,0	24,5	85	40	62,5
9/04/2025	28,0	19,0	23,5	87	42	64,5
10/04/2025	27,0	21,0	24,0	84	47	65,5
11/04/2025	28,0	20,0	24,0	84	44	64
12/04/2025	26,0	21,0	23,5	85	42	63,5
13/04/2025	26,0	20,0	23,0	86	49	67,5
14/04/2025	26,0	21,0	23,5	85	46	65,5
15/04/2025	26,0	19,0	22,5	87	56	71,5
16/04/2025	26,0	19,0	22,5	85	50	67,5
17/04/2025	26,0	21,0	23,5	82	47	64,5
18/04/2025	27,0	21,0	24,0	85	48	66,5
19/04/2025	28,0	22,0	25,0	85	49	67
20/04/2025	28,0	21,0	24,5	85	47	66
21/04/2025	26,0	20,0	23,0	85	47	66
22/04/2025	27,0	21,0	24,0	86	47	66,5
23/04/2025	25,0	19,0	22,0	85	52	68,5
24/04/2025	27,0	20,0	23,5	80	48	64
25/04/2025	27,0	20,0	23,5	83	47	65
26/04/2025	26,0	20,0	23,0	82	51	66,5
27/04/2025	27,0	21,0	24,0	84	48	66
28/04/2025	26,0	21,0	23,5	85	53	69
29/04/2025	26,0	20,0	23,0	85	52	68,5
30/04/2025	26,0	19,0	22,5	83	52	67,5

Mes de mayo						
Fecha	Temperatura			Humedad relativa		
	Máxima (0°C)	Mínima (0°C)	Promedio	Máxima (%)	Mínima (%)	Promedio
1/05/2025	26,0	21,0	23,5	80	52	66
2/05/2025	26,0	20,0	23,0	83	53	68
3/05/2025	26,0	19,0	22,5	86	52	69
4/05/2025	27,0	20,0	23,5	85	39	62
5/05/2025	28,0	19,0	23,5	85	42	63,5
6/05/2025	26,0	20,0	23,0	83	52	67,5
7/05/2025	25,0	19,0	22,0	84	52	68
8/05/2025	25,0	19,0	22,0	85	50	67,5
9/05/2025	25,0	18,0	21,5	83	52	67,5
10/05/2025	25,0	18,0	21,5	85	50	67,5
11/05/2025	25,0	19,0	22,0	85	54	69,5
12/05/2025	25,0	18,0	21,5	85	55	70
13/05/2025	26,0	19,0	22,5	82	45	63,5
14/05/2025	26,0	18,0	22,0	80	52	66
15/05/2025	25,0	18,0	21,5	85	50	67,5
16/05/2025	26,0	18,0	22,0	84	45	64,5
17/05/2025	26,0	19,0	22,5	84	40	62
18/05/2025	25,0	19,0	22,0	84	52	68
19/05/2025	26,0	18,0	22,0	85	50	67,5
20/05/2025	25,0	18,0	21,5	86	51	68,5
21/05/2025	25,0	18,0	21,5	86	50	68
22/05/2025	25,0	18,0	21,5	86	53	69,5
23/05/2025	26,0	18,0	22,0	85	45	65
24/05/2025	25,0	19,0	22,0	87	54	70,5
25/05/2025	25,0	19,0	22,0	87	55	71
26/05/2025	26,0	19,0	22,5	85	53	69
27/05/2025	26,0	19,0	22,5	85	52	68,5
28/05/2025	25,0	19,0	22,0	85	58	71,5
29/05/2025	24,0	19,0	21,5	86	68	77
30/05/2025	24,0	18,0	21,0	85	53	69
31/05/2025	25,0	18,0	21,5	87	52	69,5

Mes de junio						
Fecha	Temperatura			Humedad relativa		
	Máxima (0°C)	Mínima (0°C)	Promedio	Máxima (%)	Mínima (%)	Promedio
1/06/2025	25,0	19,0	22,0	84	49	66,5
2/06/2025	25,0	19,0	22,0	86	56	71
3/06/2025	22,0	19,0	20,5	83	67	75
4/06/2025	23,0	20,0	21,5	82	61	71,5
5/06/2025	24,0	19,0	21,5	82	57	69,5
6/06/2025	24,0	19,0	21,5	85	47	66
7/06/2025	24,0	19,0	21,5	82	45	63,5
8/06/2025	24,0	19,0	21,5	84	45	64,5
9/06/2025	23,0	19,0	21,0	84	58	71
10/06/2025	25,0	19,0	22,0	80	49	64,5
11/06/2025	25,0	20,0	22,5	78	47	62,5
12/06/2025	25,0	20,0	22,5	84	48	66
13/06/2025	23,0	20,0	21,5	85	60	72,5
14/06/2025	25,0	20,0	22,5	85	50	67,5
15/06/2025	24,0	20,0	22,0	82	55	68,5
16/06/2025	23,0	20,0	21,5	87	60	73,5
17/06/2025	22,0	19,0	20,5	82	68	75
18/06/2025	23,0	19,0	21,0	82	50	66
19/06/2025	23,0	19,0	21,0	82	62	72
20/06/2025	25,0	18,0	21,5	84	48	66
21/06/2025	24,0	19,0	21,5	84	59	71,5
22/06/2025	23,0	20,0	21,5	84	72	78
23/06/2025	24,0	19,0	21,5	83	49	66
24/06/2025	25,0	19,0	22,0	80	45	62,5
25/06/2025	25,0	19,0	22,0	81	47	64
26/06/2025	21,0	19,0	20,0	80	48	64
27/06/2025	24,0	19,0	21,5	80	54	67
28/06/2025	24,0	18,0	21,0	82	49	65,5
29/06/2025	23,0	19,0	21,0	81	55	68
30/06/2025	23,0	19,0	21,0	82	62	72

Mes de julio						
Fecha	Temperatura			Humedad relativa		
	Máxima (0°C)	Mínima (0°C)	Promedio	Máxima (%)	Mínima (%)	Promedio
1/07/2025	24,0	19,0	21,5	82	50	66
2/07/2025	23,0	19,0	21,0	82	64	73
3/07/2025	23,0	19,0	21,0	83	55	69
4/07/2025	26,0	19,0	22,5	84	47	65,5
5/07/2025	23,0	18,0	20,5	85	55	70
6/07/2025	23,0	19,0	21,0	82	55	68,5
7/07/2025	23,0	19,0	21,0	84	56	70
8/07/2025	23,0	18,0	20,5	85	57	71
9/07/2025	23,0	17,0	20,0	85	53	69
10/07/2025	23,0	18,0	20,5	76	48	62
11/07/2025	24,0	18,0	21,0	84	44	64
12/07/2025	25,0	17,0	21,0	85	45	65
13/07/2025	24,0	19,0	21,5	82	50	66
14/07/2025	24,0	17,0	20,5	85	43	64
15/07/2025	22,0	18,0	20,0	80	51	65,5
16/07/2025	25,0	18,0	21,5	80	40	60
17/07/2025	24,0	17,0	20,5	84	42	63
18/07/2025	25,0	18,0	21,5	81	52	66,5
19/07/2025	25,0	17,0	21,0	88	60	74
20/07/2025	23,0	18,0	20,5	95	50	72,5
21/07/2025	24,0	17,0	20,5	90	50	70
22/07/2025	23,0	17,0	20,0	92	55	73,5
23/07/2025	24,0	17,0	20,5	82	50	66
24/07/2025	24,0	18,0	21,0	88	52	70
25/07/2025	24,0	17,0	20,5	93	50	71,5
26/07/2025	24,0	17,0	20,5	87	48	67,5
27/07/2025	24,0	17,0	20,5	90	58	74
28/07/2025	24,0	18,0	21,0	88	55	71,5
29/07/2025	23,0	17,0	20,0	89	53	71
30/07/2025	24,0	18,0	21,0	90	60	75
31/07/2025	25,0	18,0	21,5	90	50	70

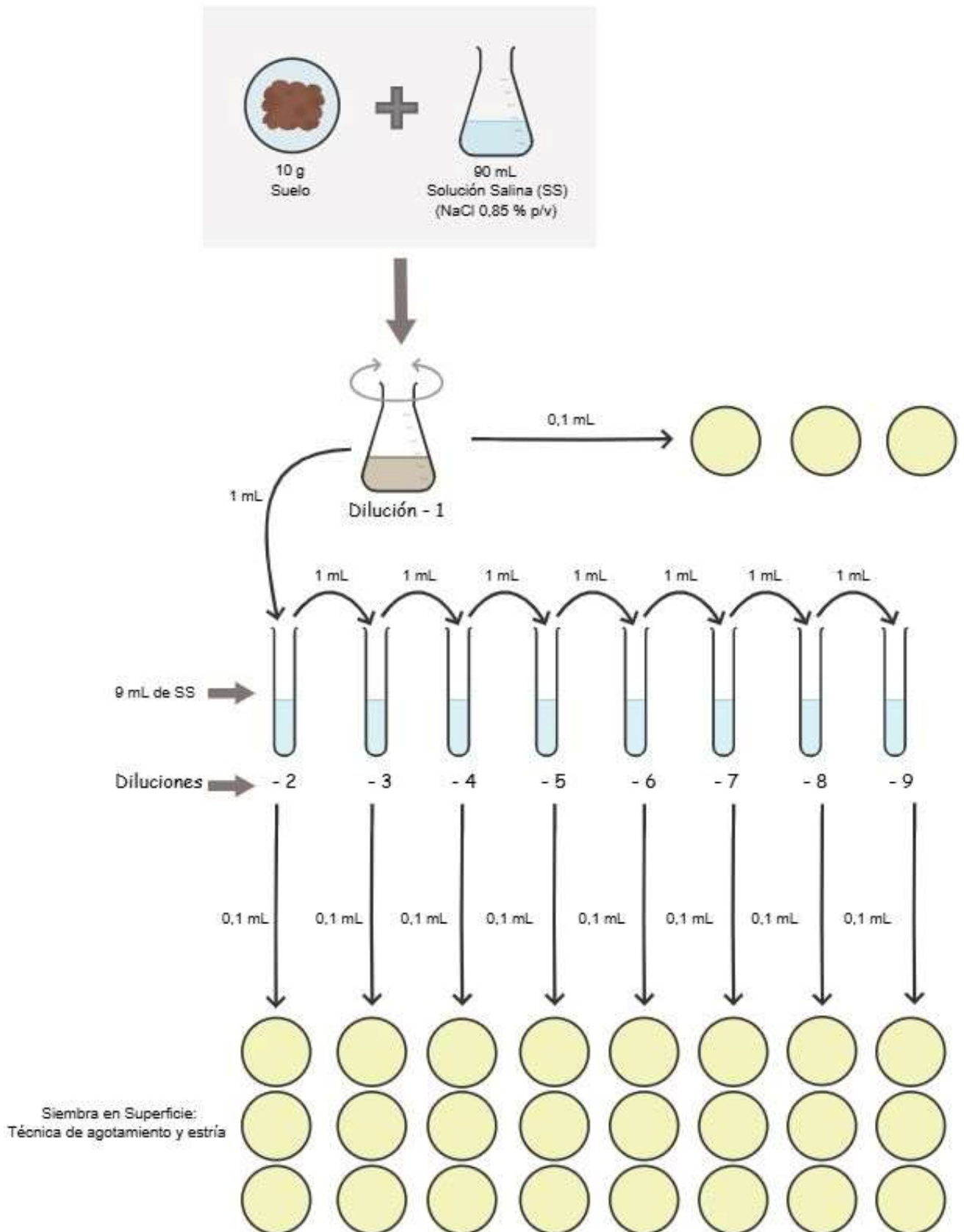
Anexo 18

Cronograma de control de plagas y enfermedades en el cultivo de *Zea mays* L.

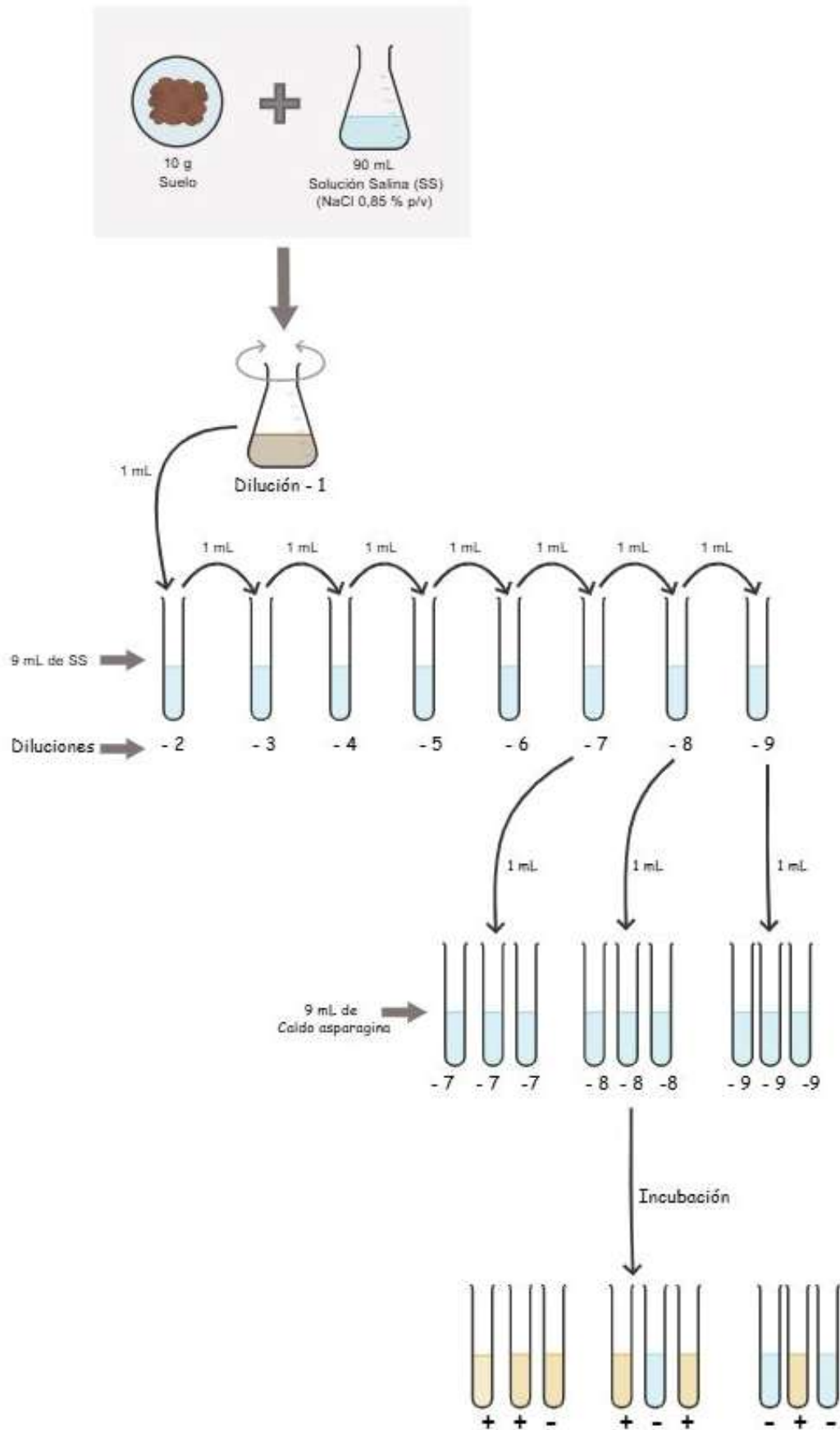
Fecha	Actividad
	Control de plagas
	<i>Bemisia tabaco</i> “mosca blanca”
15 de abril del 2025	Aplicación: Imidacloprid 70% “AMIPRID” (2g/L) Nonylphenol polyoxyethylated “WETT” (0,5 mL/L)
	Control de enfermedad:
	Complejo de mancha de asfalto → <i>Phyllachora maydis</i> , <i>Monographella maydis</i> y <i>Coniothyrium phyllachorae</i>
20 de junio del 2025	Aplicación: Sulfato de Cobre Pentahidratado 25 % “SULCu5” (250 g/L)
	Control de plagas:
	<i>Rhopalosiphum maidis</i> “pulgón negro”
23 de junio del 2025	Aplicación: Imidacloprid “FERHOZ 35 SC”(350 g/L) Nonylphenol polyoxyethylated “WETT” (0,5 mL/L)
	Control de plagas:
	<i>Rhopalosiphum maidis</i> “pulgón negro”
30 de junio del 2025	Aplicación: Imidacloprid “FERHOZ 35 SC”(350 g/L) Nonylphenol polyoxyethylated “WETT” (0,5 mL/L)
	Control de plagas:
	<i>Rhopalosiphum maidis</i> “pulgón negro”
4 de julio del 2025	Aplicación: Imidacloprid “FERHOZ 35 SC”(350 g/L) Nonylphenol polyoxyethylated “WETT” (0,5 mL/L)

Anexo 19

Técnica de siembra en superficie (Fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, proteolíticos, amilolíticos y celulolíticos)



Método del Número Más Probable - NMP (Amonificadores)



Anexo 20

Determinación de la actividad enzimática (β -glucosidasa y ureasa) por espectrofotometría ultravioleta-visible UV-VIS

8. Introducción

Las enzimas presentes en el suelo son producidas por bacterias, hongos y otros microorganismos, actúan como indicadores de numerosas funciones biológicas, ya que catalizan reacciones vitales para los procesos microbianos, incluyendo la descomposición de residuos orgánicos, el ciclo de nutrientes y la formación de materia orgánica, contribuyendo a la estructura del suelo. Entre estas enzimas destacan la β -glucosidasa y la ureasa, que desempeñan roles importantes en los ciclos de carbono y nitrógeno, siendo esenciales para los procesos bioquímicos que ocurren en el suelo.

9. Objetivo

Establecer el procedimiento para el análisis enzimático de muestras de suelo, permitiendo determinar la actividad de las enzimas β -glucosidasa y ureasa.

10. Campo de aplicación

El presente documento es aplicable a las actividades del laboratorio que se realizan en el presente proyecto de investigación. Este documento describe los pasos a seguir para el ensayo enzimático en muestras de suelo.

11. Documentos de referencia

- Adetunji, A. T., Lewu, F. B., Mulidzi, R., & Ncube, B. (2017). *The biological activities of β -glucosidase, phosphatase and urease as soil quality indicators: a review*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 17(3), 794-807.
- AGQ Labs Perú. (2023). Actividad enzimática y productividad en suelos agrícolas. AGQ Labs. <https://agqlabs.pe/2023/09/26/actividad-enzimatica-productividad-suelos-agricolas/>
- Vélez, A. J. E., Vera, M. A., Valdez, S., Martínez, D. K., y Cutipa, F. D. (2024). Métodos para determinar la actividad enzimática en suelos contaminados. *South Sustainability*, 5(1), 92.

12. Fundamento

El análisis de la actividad enzimática en el suelo es una herramienta fundamental para caracterizar y evaluar la salud y calidad biológica del mismo. Para la determinación de la actividad enzimática se utiliza la técnica de espectrofotometría,

que permite cuantificar de manera promedio la actividad de las enzimas presentes. Estas mediciones actúan como indicadores directos de la actividad enzimática, reflejando los procesos bioquímicos que ocurren y la capacidad del suelo para mantener sus funciones biológicas esenciales.

13. Definiciones

- β -Glucosidasa: Enzima del suelo que cataliza la degradación de glucósidos y carbohidratos complejos, liberando glucosa.
- Ureasa: Enzima del suelo que transforma la urea en amonio, aumentando la disponibilidad de nitrógeno para los procesos de mineralización.
- Suelo: Capa superficial de la corteza terrestre constituida por minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos

14. Procedimiento

▪ *Determinación de la enzima β -glucosidasa*

Se pesan 0,5 g de la muestra de suelo tamizado y se depositan en tubos de centrifuga de 10 mL, se añade 2 mL de tampón MUB a pH 6,5; 0,5 mL de solución sustrato 4-Nitrofenil- β -D-Glucopiranosido 0,025 M y 4,5 mL de agua desionizada. Se prepara un control negativo con agua destilada en lugar de suelo (enzima), para medir la actividad enzimática no específica. Posteriormente, se añade 2 mL de buffer maleato a pH 6,5 al control y a las muestras; y se incuba a 37 °C por 1 hora y en una nevera se deja enfriar por 15 minutos. Luego, se le agrega 0,5 mL de cloruro de calcio 0,5 M, 2 mL de solución extracto Tham y 5 mL de agua destilada, se centrifuga por 4 minutos (4000 rpm) y la absorbancia de los extractos se mide a 400 nm.

▪ *Determinación de la enzima ureasa*

Se toma 1 g muestra de suelo tamizado y se humedece hasta alcanzar la capacidad del campo (cuatro repeticiones). Se coloca el suelo en tubos de centrifuga de 15 mL, conformando tres muestras y un control. Se añade 4 mL de tampón borato pH 10, y 0,5 mL de una solución de urea al 0,64 % en los tubos de las tres muestras, y al tubo del control se añadieron 0,5 mL de agua destilada en lugar de urea. Posteriormente, Se incuba bajo agitación por 2 horas en un baño maría a 37°C. Luego, se agrega y agita 6 mL de KCl 7,4 % por 30 minutos, y se centrifuga a 3500 rpm por 10 minutos. Se extrae 9 mL de líquido sobrenadante de todos los tubos y se lleva a otros tubos de plástico con tapa, para medir el amoníaco en el espectrofotómetro a 525 nm.

Anexo 21


Análisis de nitrógeno, fósforo y potasio de Bioles obtenidos por fermentación de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos


	CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293 2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú, TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224, E. MAIL citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe																		
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL																			
INFORME DE ENSAYO N°492-LAI/2024																			
DATOS GENERALES																			
Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
Nombre de la Muestra: BIOL <small>(Descripción por el Solicitante)</small>	Código de la Muestra: 202																		
Identificación y Estado: 01 muestra de biol, en un envase de plástico con un volumen aproximado de 250 ml. Identificado como "TR-T3-R1" <small>(Descripción por el Solicitante)</small>																			
Lugar del Muestreo: PIURA <small>(Descripción por el Solicitante)</small>	Muestreado por: DLP 18/11/2024 /18:22 <small>(Descripción por el Solicitante)</small>																		
Fecha de Recepción de la Muestra: 25.11.2024	Fecha de Ejecución del Ensayo: 25.11.2024 al 17.12.2024																		
RESULTADOS																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Determinación</th> <th style="width: 15%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 15%;">Valor</th> <th style="width: 45%;">Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nitrógeno</td> <td>%</td> <td>0.54</td> <td>KJELDAHL</td> </tr> <tr> <td>Fósforo</td> <td>%</td> <td>1.39</td> <td>COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>%</td> <td>0.06</td> <td>ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA</td> </tr> </tbody> </table>				Determinación	Unidad de medida	Valor	Método	Nitrógeno	%	0.54	KJELDAHL	Fósforo	%	1.39	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO	Potasio	%	0.06	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método																
Nitrógeno	%	0.54	KJELDAHL																
Fósforo	%	1.39	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO																
Potasio	%	0.06	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA																
<small>Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.</small>																			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA																	
<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. • Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. • Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. • Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		<div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAUARIETA Luzdeli Rosana FAU 23 03 1366477 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 18.12.2024 18:08:40 -05:00</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial</p> <p>Fecha de Emisión del Informe: 18-12-2024</p> </div>																	
<small style="text-align: center;">CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293 2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú, TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224, E MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</small>																			
Código: SIG-PG-02-R02	Versión: 08	Fecha: 06-01-2022																	

	<p>CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELÉFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</p>																		
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL																			
INFORME DE ENSAYO N°495-LAI/2024																			
DATOS GENERALES																			
<p>Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO</p>																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
<p>Nombre de la Muestra: BIOL. (Descripción por el Solicitante)</p>	<p>Código de la Muestra: 205</p>																		
<p>Identificación y Estado: 01 muestra de biol, en un envase de plástico con un volumen aproximado de 250 ml. Identificado como "TR-T3-R2" (Descripción por el Solicitante)</p>																			
<p>Lugar del Muestreo: PIURA (Descripción por el Solicitante)</p>	<p>Muestreado por: DLP 18/11/2024 /18:25 (Descripción por el Solicitante)</p>																		
<p>Fecha de Recepción de la Muestra: 25.11.2024</p>	<p>Fecha de Ejecución del Ensayo: 25.11.2024 al 17.12.2024</p>																		
RESULTADOS																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Determinación</th> <th>Unidad de medida</th> <th>Valor</th> <th>Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nitrógeno</td> <td>%</td> <td>0.64</td> <td>KJELDAHL</td> </tr> <tr> <td>Fósforo</td> <td>%</td> <td>1.44</td> <td>COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>%</td> <td>0.16</td> <td>ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA</td> </tr> </tbody> </table>				Determinación	Unidad de medida	Valor	Método	Nitrógeno	%	0.64	KJELDAHL	Fósforo	%	1.44	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO	Potasio	%	0.16	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método																
Nitrógeno	%	0.64	KJELDAHL																
Fósforo	%	1.44	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO																
Potasio	%	0.16	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA																
<p>Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.</p>																			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA																	
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		<div style="text-align: center;">  <p>Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAUURIETA Luzdeli Rosana FAU 20131269477 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 18-12-2024 16:07:23 -05:00</p> <p>.....</p> <p>Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial</p> <p>Fecha de Emisión del Informe: 18-12-2024</p> </div>																	
<p style="text-align: center;">CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELÉFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224. E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe Código: SIG-PS-02-R02 Versión: 08 Fecha: 06-01-2022</p>																			

	CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224, E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe																		
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL																			
INFORME DE ENSAYO N°498-LAI/2024																			
DATOS GENERALES																			
Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
Nombre de la Muestra: BIOL <small>(Descripción por el Solicitante)</small>		Código de la Muestra: 208																	
Identificación y Estado: 01 muestra de biol, en un envase de plástico con un volumen aproximado de 250 ml. Identificado como "TR-T3-R3" <small>(Descripción por el Solicitante)</small>																			
Lugar del Muestreo: PIURA <small>(Descripción por el Solicitante)</small>		Muestreado por: DLP 18/11/2024 /18:28 <small>(Descripción por el Solicitante)</small>																	
Fecha de Recepción de la Muestra: 25.11.2024		Fecha de Ejecución del Ensayo: 25.11.2024 al 17.12.2024																	
RESULTADOS																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Determinación</th> <th style="width: 15%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 15%;">Valor</th> <th style="width: 45%;">Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nitrógeno</td> <td>%</td> <td>0.63</td> <td>KJELDAHL</td> </tr> <tr> <td>Fósforo</td> <td>%</td> <td>1.45</td> <td>COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>%</td> <td>0.17</td> <td>ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA</td> </tr> </tbody> </table>				Determinación	Unidad de medida	Valor	Método	Nitrógeno	%	0.63	KJELDAHL	Fósforo	%	1.45	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO	Potasio	%	0.17	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método																
Nitrógeno	%	0.63	KJELDAHL																
Fósforo	%	1.45	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO																
Potasio	%	0.17	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA																
<small>Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.</small>																			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA																	
<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. • Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. • Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. • Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		<div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">Firmado digitalmente por: CANTORAL MUZALRIETA, Luzdeli Rocana FAU 25131890477.pdf Método: Sny el valor del documento Fecha: 18.12.2024 18:08:34 -05:00</p> <p>.....</p> <p>Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial</p> <p>Fecha de Emisión del Informe: 18-12-2024</p> </div>																	
<small style="text-align: center;">CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224. E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe Código: SIG-PIG-02-R02 Versión: 08 Fecha: 06-01-2022</small>																			

	<p>CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELÉFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</p>																		
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL																			
INFORME DE ENSAYO N°510-LAI/2024																			
DATOS GENERALES																			
<p>Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO</p>																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
<p>Nombre de la Muestra: BIOL <small>(Descripción por el Solicitante)</small></p>	<p>Código de la Muestra: 221</p>																		
<p>Identificación y Estado: 01 muestra de biol, en un envase de plástico con un volumen aproximado de 250 ml. Identificado como "PM-T3-R1" <small>(Descripción por el Solicitante)</small></p>																			
<p>Lugar del Muestreo: PIURA <small>(Descripción por el Solicitante)</small></p>	<p>Muestreado por: DLP 18/11/2024 /17:58 <small>(Descripción por el Solicitante)</small></p>																		
<p>Fecha de Recepción de la Muestra: 25.11.2024</p>	<p>Fecha de Ejecución del Ensayo: 25.11.2024 al 17.12.2024</p>																		
RESULTADOS																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Determinación</th> <th>Unidad de medida</th> <th>Valor</th> <th>Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nitrógeno</td> <td>%</td> <td>1.40</td> <td>KJELDAHL</td> </tr> <tr> <td>Fósforo</td> <td>%</td> <td>0.26</td> <td>COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>%</td> <td>0.72</td> <td>ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA</td> </tr> </tbody> </table>				Determinación	Unidad de medida	Valor	Método	Nitrógeno	%	1.40	KJELDAHL	Fósforo	%	0.26	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO	Potasio	%	0.72	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método																
Nitrógeno	%	1.40	KJELDAHL																
Fósforo	%	0.26	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO																
Potasio	%	0.72	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA																
<p>Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.</p>																			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA																	
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		<div style="text-align: center;">  <p>Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAURIETA Luzdeli Rosana FAU 201311369477 ead Motivo: Soy el autor del documento. Fecha: 18.12.2024 18:11:19 -05:00</p> <p>.....</p> <p>Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial</p> <p>Fecha de Emisión del Informe: 18-12-2024</p> </div>																	
<p style="text-align: center;">CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELÉFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</p> <p>Código: SIG-PG-02-R02 Versión: 08 Fecha: 06-01-2022</p>																			

	CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293 2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe																		
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL																			
INFORME DE ENSAYO N°513-LAI/2024																			
DATOS GENERALES																			
Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
Nombre de la Muestra: BIOL <small>(Descripción por el Solicitante)</small>		Código de la Muestra: 224																	
Identificación y Estado: 01 muestra de biol, en un envase de plástico con un volumen aproximado de 250 ml. Identificado como "PM-T3-R2" <small>(Descripción por el Solicitante)</small>																			
Lugar del Muestreo: PIURA <small>(Descripción por el Solicitante)</small>		Muestreado por: DLP 18/11/2024 /17:52 <small>(Descripción por el Solicitante)</small>																	
Fecha de Recepción de la Muestra: 25.11.2024		Fecha de Ejecución del Ensayo: 25.11.2024 al 17.12.2024																	
RESULTADOS																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Determinación</th> <th style="width: 15%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 15%;">Valor</th> <th style="width: 45%;">Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nitrógeno</td> <td>%</td> <td>1.52</td> <td>KJELDAHL</td> </tr> <tr> <td>Fósforo</td> <td>%</td> <td>0.15</td> <td>COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>%</td> <td>0.38</td> <td>ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA</td> </tr> </tbody> </table>				Determinación	Unidad de medida	Valor	Método	Nitrógeno	%	1.52	KJELDAHL	Fósforo	%	0.15	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO	Potasio	%	0.38	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método																
Nitrógeno	%	1.52	KJELDAHL																
Fósforo	%	0.15	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO																
Potasio	%	0.38	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA																
<small>Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.</small>																			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA																	
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		 <p style="font-size: small;"> Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAUARIETA Luzdeli Rosale FAU 20131336477.pdf Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 18.12.2024 18:11:44 -05:00 </p> <p>.....</p> <p>Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial</p> <p>Fecha de Emisión del Informe: 18-12-2024</p>																	
CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293 2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe Código: SIG-PG-02-R02 Versión: 08 Fecha: 06-01-2022																			

	<p>CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</p>																		
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL																			
INFORME DE ENSAYO N°516-LAI/2024																			
DATOS GENERALES																			
<p>Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO</p>																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
<p>Nombre de la Muestra: BIOL <small>(Descripción por el Solicitante)</small></p>	<p>Código de la Muestra: 227</p>																		
<p>Identificación y Estado: 01 muestra de biol, en un envase de plástico con un volumen aproximado de 250 ml. Identificado como "PM-T3-R3" <small>(Descripción por el Solicitante)</small></p>																			
<p>Lugar del Muestreo: PIURA <small>(Descripción por el Solicitante)</small></p>	<p>Muestreado por: DLP 18/11/2024 /18:03 <small>(Descripción por el Solicitante)</small></p>																		
<p>Fecha de Recepción de la Muestra: 25.11.2024</p>	<p>Fecha de Ejecución del Ensayo: 25.11.2024 al 17.12.2024</p>																		
RESULTADOS																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Determinación</th> <th>Unidad de medida</th> <th>Valor</th> <th>Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nitrógeno</td> <td>%</td> <td>0.64</td> <td>KJELDAHL</td> </tr> <tr> <td>Fósforo</td> <td>%</td> <td>0.26</td> <td>COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>%</td> <td>0.60</td> <td>ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA</td> </tr> </tbody> </table>				Determinación	Unidad de medida	Valor	Método	Nitrógeno	%	0.64	KJELDAHL	Fósforo	%	0.26	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO	Potasio	%	0.60	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método																
Nitrógeno	%	0.64	KJELDAHL																
Fósforo	%	0.26	COLORIMETRICO CON MOLIBDATO DE AMONIO																
Potasio	%	0.60	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA																
<p>Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.</p>																			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA																	
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		<div style="text-align: right;">  <p>Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAUARIETA Luzdeli Roxana FAU 20151389477 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 18.12.2024 18:12:27 -05:00</p> </div> <p style="text-align: center;">Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial</p> <p>Fecha de Emisión del Informe: 18-12-2024</p>																	
<p style="text-align: center;">CENTRO DE INNOVACIÓN PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</p> <p>Código: SIG-PG-02-R02 Versión: 08 Fecha: 06-01-2022</p>																			

Anexo 22

Contenido (%) de nitrógeno, fósforo y potasio de Bioles obtenidos por fermentación de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos

Bioles	Contenido		
	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Residuos de <i>O. mykiss</i> (0,6 kg L ⁻¹ – 60 %)	0,54/0,64/0,63	1,39/1,44/1,45	0,06/0,16/0,17
Residuos de varios pescados marinos (0,6 kg L ⁻¹ – 60 %)	1,40/1,52/0,64	0,26/0,15/0,26	0,72/0,38/0,60

Anexo 23

**Análisis físico-químico de Bioles obtenidos por fermentación de residuos de
O. mykiss y varios pescados marinos**

CITE agroindustrial Ica	CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe		
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL			
INFORME DE ENSAYO N° 355-LAI/2025			
DATOS GENERALES			
Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP			
Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO			
DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre de la Muestra: BIOL (Descripción por el Solicitante)		Código de la Muestra: 44	
Identificación y Estado: 01 muestra de biol en botella de plástico con un volumen aproximado de 1000 ml. Identificado como "TR-T3-R2" (Descripción por el Solicitante)			
Lugar del Muestreo: PIURA (Descripción por el Solicitante)		Muestreado por: DANNY LENQUE (Descripción por el Solicitante)	
Fecha de Recepción de la Muestra: 27.03.2025		Fecha de Ejecución del Ensayo: 28.03.2025 al 16.04.2025	
RESULTADOS			
DETERMINACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR	MÉTODO
pH	unidades de pH	4.57	POTENCIOMETRICO
Conductividad	mS/cm	22.23	CONDUCTIMETRICO
Densidad absoluta	g/mL	1.04	COMPENDIO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS, COMPOST Y EFLUENTES DE ORIGEN AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL.
Cenizas	%	2.26	COMPENDIO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS, COMPOST Y EFLUENTES DE ORIGEN AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL.
Materia seca	%	23.03	GRAVIMETRICO
Humedad	%	76.97	COMPENDIO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS, COMPOST Y EFLUENTES DE ORIGEN AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL.
Materia Orgánica	%	97.74	COMPENDIO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUO COMPOST Y EFLUENTES DE ORIGEN AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL.
Carbono orgánico	%	56.70	CALCULO
Boro	ppm	0	ESPECTOFOTOMETRIA UV-VIS
Azufre (Sulfatos)	%	0.60	ESPECTOFOTOMETRIA UV-VIS
Calcio	%	0.11	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Magnesio	ppm	382.48	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Sodio	%	0.10	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Hierro	ppm	39.76	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Zinc	ppm	41.69	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Manganeso	ppm	1.86	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Cobre	ppm	3.98	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA	
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se aplican a la muestra tal como se recibió Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		 Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAUARIETA Luzdeli Rosana FAU: 2013126417 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 17.04.2025 13:48:53 -05:00 Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial Fecha de Emisión del Informe: 17-04-2025	
CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224 E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe			
Codigo: SIG-PG-02-R02		Versión: 09	Fecha: 20-02-2023

	CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe		
	LABORATORIO AGROINDUSTRIAL INFORME DE ENSAYO N° 353-LAI/2025 DATOS GENERALES		
Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO			
DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre de la Muestra: BIOL (Descripción por el Solicitante)		Código de la Muestra: 42	
Identificación y Estado: 01 muestra de biol en botella de plástico con un volumen aproximado de 1000 ml. Identificado como "PM-T3-R1" (Descripción por el Solicitante)			
Lugar del Muestreo: PIURA (Descripción por el Solicitante)		Muestreado por: DANNY LENQUE (Descripción por el Solicitante)	
Fecha de Recepción de la Muestra: 27.03.2025		Fecha de Ejecución del Ensayo: 28.03.2025 al 16.04.2025	
RESULTADOS			
DETERMINACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR	MÉTODO
pH	unidades de pH	3.95	POTENCIOMETRICO
Conductividad	mS/cm	29.02	CONDUCTIMETRICO
Densidad absoluta	g/mL	1.07	COMPENDIO DE METODOS ANALITICOS PARA LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS, COMPOST Y EFLUENTES DE ORIGEN AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL
Cenizas	%	3.08	COMPENDIO DE METODOS ANALITICOS PARA LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS, COMPOST Y EFLUENTES DE ORIGEN AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL
Materia seca	%	24.79	GRAVIMETRICO
Humedad	%	75.21	COMPENDIO DE METODOS ANALITICOS PARA LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS, COMPOST Y EFLUENTES DE ORIGEN AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL
Materia Orgánica	%	96.92	COMPENDIO DE METODOS ANALITICOS PARA LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS, COMPOST Y EFLUENTES DE ORIGEN AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL
Carbono orgánico	%	56.22	CALCULO
Boro	ppm	0	ESPECTOFOTOMETRIA UV-VIS
Azufre (Sulfatos)	%	0.63	ESPECTOFOTOMETRIA UV-VIS
Calcio	%	0.16	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Magnesio	ppm	595.69	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Sodio	%	0.17	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Hierro	ppm	44.36	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Zinc	ppm	8.97	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Manganeso	ppm	1.79	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Cobre	ppm	1.44	ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA
Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA	
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se aplican a la muestra tal como se recibió Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		 Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAUURIETA Luzdeli Roxana FAU 22131359477.sde Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 16.04.2025 16:56:34 -05:00 Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial Fecha de Emisión del Informe: 16-04-2025	
CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú; TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe			
Código: SIG-PG-02-R02		Versión: 09	Fecha: 20-02-2023

Anexo 24

Características físicas y químicas de Bioles obtenidos por fermentación de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos

Características	Unidad	Biol de residuos	
		<i>O. mykiss</i>	Varios pescados marinos
pH		4,57	3,95
Conductividad eléctrica	dS/m	22,23	29,02
Densidad absoluta	g/mL	1,04	1,07
Cenizas	%	2,26	3,08
Materia seca	%	23,03	24,79
Humedad	%	76,97	75,21
Nitrógeno	%	0,60	1,19
Fosforo	%	1,43	0,22
Potasio	%	0,13	0,57
Magnesio	ppm	382,48	595,69
Calcio	%	0,11	0,16
Azufre	%	0,60	0,63
Boro	ppm	0	0
Cobre	ppm	3,98	1,44
Manganeso	ppm	1,86	1,79
Zinc	ppm	41,69	8,97
Hierro	ppm	39,76	44,36
Sodio	%	0,10	0,17
Materia orgánica	%	97,74	96,92
Carbono orgánico	%	56,70	56,22

Anexo 25

Análisis microbiológicos de Bioles obtenidos por fermentación de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	FT-25/001458	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN
Análisis:	PE01-00022156-30	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	AV. REPÚBLICA DE PANAMÁ OFICINA 501 NRO. 3418 URB. LIMATAMBO - SAN ISIDRO - LIMA 0
Tipo Muestra:	FERTILIZANTES ORGANICOS	Fecha Recepción:	08/07/2025	Contrato:	QMT-PE250700232
Fecha Inicio:	14/07/2025	Fecha Fin:	19/07/2025	Cliente 3(*):	---
Descripción (*):	TR-T3-R2 / Biol (Fertilizante líquido)				

Fecha/Hora Muestreo:	06/07/2025	Muestreado por:	*Cliente (*)	Este:	
				Norte:	

A continuación, se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

Giannina Aguilar Diaz
CBP 17328

FECHA EMISIÓN: 21/07/2025

OBSERVACIONES:

PROYECTO: "DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE FERTILIZANTES ORGANICOS MUESTREADOR: DANNY WILFREDO LLENQUE PAIVA / (BIOLES) ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA PESCA Y ACUICULTURA; Y SU muestreador APLICACIÓN EN CULTIVOS DE AGROEXPORTACIÓN EN LA REGIÓN DE PIURA" (Código PE501086359-2024-PROCIENCIA)

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis - Lima - PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	FT-25/001458	Tipo Muestra:	FERTILIZANTES ORGANICOS
Descripción(ª):	TR-T3-R2 / Biol (Fertilizante líquido)	Fecha Fin:	19/07/2025

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert.	CMA
Parámetros Microbiológicos				
Detección de Shigella spp.	No Detectado	Shigella spp./25 g	-	-
Detección Listeria Monocytogenes	No Detectado	L. monocytogenes /25 g	-	-

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aprox del 95%.

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Lim Cuantif (#)
Parámetros Microbiológicos			
Detección de Shigella spp.	SMEWW 9276 B 24th Ed. 2023	Detección y Confirmación	
Detección Listeria Monocytogenes	UNE-EN ISO 11290-1:2018	Detección y Confirmación	

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	FT-25/001457	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN
Análisis:	PE01-00022156-30	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio(*):	AV. REPÚBLICA DE PANAMÁ OFICINA 501 NRO. 3418 URB. LIMATAMBO - SAN ISIDRO - LIMA 0
Tipo Muestra:	FERTILIZANTES ORGANICOS	Fecha Recepción:	08/07/2025	Contrato:	QMT-PE250700232
Fecha Inicio:	14/07/2025	Fecha Fin:	19/07/2025	Cliente 3ª(*):	----
Descripción (*):	PM-T3-R1 / Biol (Fertilizante líquido)				

Fecha/Hora Muestreo:	06/07/2025	Muestreado por:	*Cliente (*)	Este:	
				Norte:	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

Giannina Aguilar Diaz
CBP 17328

FECHA EMISIÓN: 21/07/2025

OBSERVACIONES:

PROYECTO: "DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE FERTILIZANTES ORGANICOS MUESTREADOR: DANNY WILFREDO LLENQUE PAIVA / (BIOLES) ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA PESCA Y ACUICULTURA; Y SU MUESTREADOR APLICACIÓN EN CULTIVOS DE AGROEXPORTACIÓN EN LA REGIÓN DE PIURA" (Código PES01086359-2024-PROCIENCIA)



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: FT-25/001457
 Descripción (*): PM-T3-R1 / Biol (Fertilizante líquido)

Tipo Muestra: FERTILIZANTES ORGANICOS
 Fecha Fin: 19/07/2025

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Parámetros Microbiológicos				
Detección de Shigella spp.	No Detectado	Shigella spp./25 g	-	-
Detección Listeria Monocytogenes	No Detectado	L. monocytogenes /25 g	-	-

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aprox del 95%.

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Lim Cuantif (#)
Parámetros Microbiológicos			
Detección de Shigella spp.	SMEWW 9276 B 24th Ed. 2023	Detección y Confirmación	
Detección Listeria Monocytogenes	UNE-EN ISO 11290-1:2018	Detección y Confirmación	

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

	<p style="text-align: center;">CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293 2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</p>																
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL																	
INFORME DE ENSAYO N° 358-LAI/2025																	
DATOS GENERALES																	
Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN – ITP																	
Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO																	
DATOS DE LA MUESTRA																	
Nombre de la Muestra: BIOL (Descripción por el Solicitante)	Código de la Muestra: 15																
Identificación y Estado: 01 muestra de biol de 1000 ml, identificado como "TR-T3-R2". (Descripción por el Solicitante)																	
Lugar del Muestreo: PIURA (Descripción por el Solicitante)	Muestreado por: DANNY LENQUE (Descripción por el Solicitante)																
Fecha de Recepción de la Muestra: 27.03.2025	Fecha de Ejecución del Ensayo: 27.03.2025 al 07.04.2025																
RESULTADOS																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Determinación</th> <th style="width: 15%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 15%;">Valor</th> <th style="width: 40%;">Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Detección de salmonella spp.</td> <td>Presencia /ausencia</td> <td>Ausencia en 25 mL</td> <td>ISO 6579</td> </tr> <tr> <td>Recuento de coliformes totales - E. coli</td> <td>NMP/mL</td> <td>< 3</td> <td>ICMSF</td> </tr> <tr> <td>Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i></td> <td>UFC/mL</td> <td>< 1 estimado</td> <td>ISO 6888</td> </tr> </tbody> </table>		Determinación	Unidad de medida	Valor	Método	Detección de salmonella spp.	Presencia /ausencia	Ausencia en 25 mL	ISO 6579	Recuento de coliformes totales - E. coli	NMP/mL	< 3	ICMSF	Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/mL	< 1 estimado	ISO 6888
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método														
Detección de salmonella spp.	Presencia /ausencia	Ausencia en 25 mL	ISO 6579														
Recuento de coliformes totales - E. coli	NMP/mL	< 3	ICMSF														
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/mL	< 1 estimado	ISO 6888														
<p>Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C. En operaciones analíticas, el resultado < 3 NMP/mL, es indicador de ausencia de crecimiento. En operaciones analíticas, el resultado < 1 estimado UFC/mL, es indicador de ausencia de crecimiento.</p>																	
CONDICIONES DEL INFORME	FIRMA																
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se aplican a la muestra tal como se recibió Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 	<div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAUENETA Luzdeli Roxana FAU 201313069477.pdf Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 16.04.2025 13:20:47 -05:00</p> <p>.....</p> <p>Luzdeli R. Cantoral Muzauenieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial</p> <p>Fecha de Emisión del Informe: 16-04-2025</p> </div>																
<p style="text-align: center; font-size: small;">CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293 2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224. E. MAIL : citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</p>																	
Código: SIG-PG-02-R02	Versión: 09	Fecha: 20-02-2023															

	<p style="text-align: center;">CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Sales – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E. MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</p>																		
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL																			
INFORME DE ENSAYO N° 356-LAI/2025																			
DATOS GENERALES																			
<p>Nombre del Solicitante: CITEPESQUERO PIURA - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN – ITP Dirección: CALLE FORTUNATO CHIRICHIGNO A-2, OF. 305 Y 306, URB. SAN EDUARDO</p>																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
Nombre de la Muestra: BIOL (Descripción por el Solicitante)	Código de la Muestra: 13																		
Identificación y Estado: 01 muestra de biol de 1000 ml, identificado como "PM-T3-R1". (Descripción por el Solicitante)																			
Lugar del Muestreo: PIURA (Descripción por el Solicitante)	Muestreado por: DANNY LENQUE (Descripción por el Solicitante)																		
Fecha de Recepción de la Muestra: 27.03.2025	Fecha de Ejecución del Ensayo: 27.03.2025 al 07.04.2025																		
RESULTADOS																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">Determinación</th> <th style="width: 15%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 15%;">Valor</th> <th style="width: 35%;">Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Detección de salmonella spp.</td> <td>Presencia /ausencia</td> <td>Ausencia en 25 mL</td> <td>ISO 6579</td> </tr> <tr> <td>Recuento de coliformes totales - E. coli</td> <td>NMP/mL</td> <td>< 3</td> <td>ICMSF</td> </tr> <tr> <td>Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i></td> <td>UFC/mL</td> <td>< 1 estimado</td> <td>ISO 6888</td> </tr> </tbody> </table>				Determinación	Unidad de medida	Valor	Método	Detección de salmonella spp.	Presencia /ausencia	Ausencia en 25 mL	ISO 6579	Recuento de coliformes totales - E. coli	NMP/mL	< 3	ICMSF	Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/mL	< 1 estimado	ISO 6888
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método																
Detección de salmonella spp.	Presencia /ausencia	Ausencia en 25 mL	ISO 6579																
Recuento de coliformes totales - E. coli	NMP/mL	< 3	ICMSF																
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/mL	< 1 estimado	ISO 6888																
<p>Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C. En operaciones analíticas, el resultado < 3 NMP/mL, es indicador de ausencia de crecimiento. En operaciones analíticas, el resultado < 1 estimado UFC/mL, es indicador de ausencia de crecimiento.</p>																			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA																	
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se aplican a la muestra tal como se recibió Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		<div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAUARIETA Luzdeli Roxana FAU 2210135677.pdf Módulo: Soy el autor del documento Fecha: 16.04.2025 13:16:58 -05:00</p> <p>.....</p> <p>Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial</p> <p>Fecha de Emisión del Informe: 16-04-2025</p> </div>																	
<p style="font-size: x-small;">CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Sales – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224. E. MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe Código: SIG-PG-02-R02 Versión: 09 Fecha: 20-02-2023</p>																			

Anexo 26

Características microbiológicas de dos Bioles obtenidos por fermentación de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos

Microorganismos	Unidad	Biol	
		<i>O. mykiss</i> “trucha”	Varios pescados marinos
Aerobios mesófilos	UFC mL ⁻¹	1,2 × 10 ⁸	2,4 × 10 ³
Bacterias ácido lácticas	UFC mL ⁻¹	0	0
Mohos y levaduras	UFC mL ⁻¹	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Shigella</i> sp.	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC mL ⁻¹	<1 estimado	<1 estimado
<i>Salmonella</i> sp.	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia
Coliformes totales	UFC mL ⁻¹	<1	<1
Coliformes termotolerantes	UFC mL ⁻¹	<1	<1
<i>Escherichia coli</i>	UFC mL ⁻¹	<1	<1

El resultado <1 estimado UFC mL⁻¹ es indicador de ausencia de crecimiento

El resultado <1 UFC mL⁻¹ es indicador de ausencia de crecimiento

Anexo 27

Altura de plantas de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 75 % y 50 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	30 días	40 días	50 días	60 días
T1 - Testigo agua	71,1/71/70,2/69,8/70,3/71,4	77,4/80,4/79,1/73,5/76/73,6	95/94,1/82,9/89,7/85/82,1	101,1/95,3/98,5/95,1/96,2/95
T2 – Testigo 100 % NPK	75,3/81/76/82,5/82,6/75,3	84,8/84,3/87,2/90,2/103/94,5	99,2/99,2/99,3/99,1/107,1/104,6	119,7/120/110/106,1/112/121,2
T3 – Testigo 75 % NPK	75,7/74/74,8/76,9/80,5/80,1	87,5/88,8/93,4/106,1/105,1/98,9	116,2/113,6/113,2/118/113,6/115,7	138,6/128,4/136,6/140,1/128,6/128,7
T4 – Testigo 50 % NPK	89/83,7/82,6/81,5/84,8/83,6	104/112/107,7/99,6/98/98	125,4/118,5/126,2/118,5/126,6/118,3	141,7/151,4/156,4/156,5/153,5/141,5
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100%	80/84,2/84/84/80/84	111,4/115,6/112,1/111,2/111/115	137,5/130,2/137,3/135,9/137/130	151/142/152/152,4/142/152
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	82,6/80,6/83,4/80/80/83	107,5/112,3/99,3/99,5/99/112	121,5/124,8/112,1/110,8/110/123	135,1/135,5/113,6/117,5/113/135
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % NPK	75,5/86/85/85,3/85,7/75	94,2/94,5/108,8/109,5/110,1/110,2	106,2/120/127,7/128,5/123,4/104,5	131/150/141/143/151/131
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % NPK	83,3/84,5/83/92/91,6/89,5	109,9/109,5/111/115/115,1/113,8	125,3/134/128,2/133,2/131,1/130,5	148/156/153/160/160/154
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % NPK	80/83,5/81/87/85/86	104,2/106/101,5/103,7/102,6/101,2	119/117/121,8/117,3/118,2/119,2	144/140/150/139/153/144
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK	85/86/75,2/78,3/80,7/83,5	107,4/109,2/100,8/107,7/100,2/100,2	127/123,8/123,7/120,5/120,5/123,7	138/153/141/151/152/138

Altura de plantas de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 75 % y 50 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	70 días	80 días	90 días	100 días
T1 - Testigo agua	104,2/96,1/107,5/107,1/96,8/96,9	105,7/96,8/109,3/107,5/97,5/97,4	107/98/110/107/98,1/98	110,3/99,5/109,4/112,6/99,5/100,2
T2 – Testigo 100 % NPK	121,4/124,8/111,4/107,5/118,4/127,2	126/125,5/113,1/113,3/120/130,5	138/127,1/114,5/114,5/123/144	139/129,4/117,3/117,2/139/157
T3 – Testigo 75 % NPK	139,6/130,9/140,2/141,6/130,8/130,6	141,4/135/142/143/138/137	142,5/150/156,5/154/150/146,5	159,3/153/168/160,1/166/170
T4 – Testigo 50 % NPK	152,4/153,6/160,6/157,4/150,6/160,8	156/168/160/172/160/160	165/163/181/164/190,5/164	175,4/171/180/190/192/179
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100%	156,4/149,5/155,8/156,5/151/155	165/156/160/166/166/157	171/170/174/168/168/173	185,5/175,2/177/173/173/185
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	140,3/142,6/118,9/126,5/118/142	145,8/151/125,5/135/150/125	166/162/130/138/131/166	166/163,2/140/132/133/165
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % NPK	154,6/160,2/154,8/154/155,1/150,6	178/170/176/160/168/160	191/177/188/178/175/170	202,5/189/203,3/192/201,5/187
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % NPK	156,7/170/163,2/173/166,5/169,4	164/180/171/190/173,2/180	166,5/188/179/198/178,5/198	194,5/196/204,7/194/220/206
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % NPK	160,2/155,4/169,1/160,7/170/159,7	176/168/180,8/188/175/187	188/190/197,5/188,5/191/190	191/190/199/202,5/201/202
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK	153/162/160,5/162,1/150/152,8	168/174/175,5/166/166,5/170,5	180/183,5/184/178/173,5/180	191/192,3/190/182,4/190/191

Anexo 28

Promedios de la altura de plantas (cm) de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 75 % y 50 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	30 días	40 días	50 días	60 días	70 días	80 días	90 días	100 días
T1 - Testigo agua	70,63	76,67	88,13	96,87	101,43	102,37	103,02	105,25
T2 – Testigo 100 % NPK	78,78	90,67	101,42	114,83	118,45	121,40	126,85	133,15
T3 – Testigo 75 % NPK	77,00	96,63	115,05	133,50	135,62	139,40	149,92	162,73
T4 – Testigo 50 % NPK	84,20	103,22	122,25	150,17	155,90	162,67	171,25	181,23
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100%	82,70	112,72	134,65	148,57	154,03	161,67	170,67	178,12
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	81,60	104,93	117,03	124,95	131,38	138,72	148,83	149,87
T7 - Biol de residuos de <i>O.mykiss</i> + 75 % NPK	82,08	104,55	118,38	141,17	154,88	168,67	179,83	195,88
T8 - Biol de residuos de <i>O.mykiss</i> + 50 % NPK	87,32	112,38	130,38	155,17	166,47	176,37	184,67	202,53
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % NPK	83,75	103,20	118,75	145,00	162,52	179,13	190,83	197,58
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK	81,45	104,25	123,20	145,50	156,73	170,08	179,83	189,45

*Promedio de tres repeticiones y seis plantas

Anexo 29

Número de hojas de plantas de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	30 días	40 días	50 días	60 días
T1 - Testigo agua	5/5/6/6/6/5	5/5/6/6/6/5	6/6/6/6/6/5	6/7/6/7/6/6
T2 - Testigo 100 % FQ	6/6/6/5/6/5	7/6/8/7/6/7	7/6/8/7/6/7	7/7/7/8/7/7
T3 - Testigo 75 % FQ	6/6/6/6/7/7	6/7/8/8/8/9	8/7/8/8/8/9	9/9/9/9/8/10
T4 - Testigo 50 % FQ	7/7/7/7/7/7	8/8/7/9/8/8	8/8/9/9/9/8	10/10/10/10/9/9
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100 %	7/8/7/8/8/7	9/9/9/9/9/9	9/9/9/9/9/9	9/9/9/9/9/9
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	8/8/8/8/8/8	8/8/8/8/8/8	8/8/8/8/8/8	8/8/8/8/8/8
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % FQ	7/8/8/7/7/6	8/8/8/8/9/8	8/8/8/8/9/9	9/9/9/9/10/9
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % FQ	7/8/8/8/9/7	10/8/9/8/10/8	10/9/9/8/10/9	10/9/9/9/9/10
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % FQ	7/7/7/8/8/8	8/9/8/8/8/8	8/9/8/8/8/8	9/9/10/10/10/9
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % FQ	7/8/7/6/7/7	9/8/9/7/9/9	9/8/9/8/9/9	10/9/10/10/10/10

Número de hojas de plantas de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	70 días	80 días	90 días	100 días
T1 - Testigo agua	7/7/7/7/6/6	7/7/7/7/6/7	7/8/7/9/7/8	9/10/8/10/9/8
T2 - Testigo 100 % FQ	8/8/7/7/9/8	9/10/8/8/11/8	9/10/10/11/10/9	10/10/10/12/11/11
T3 - Testigo 75 % FQ	9/10/11/11/8/10	10/11/11/11/13/12	12/12/12/12/14/12	13/13/13/13/15/13
T4 - Testigo 50 % FQ	11/11/11/11/12/11	11/11/11/11/12/12	12/11/13/13/12/11	13/11/15/14/14/11
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100 %	9/9/9/9/9/9	9/9/9/9/9/9	11/12/13/11/11/12	13/14/15/12/12/12
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	8/8/8/8/8/8	8/9/8/9/9/8	11/11/10/11/10/11	12/13/12/13/13/12
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % FQ	10/11/11/10/11/10	10/12/11/11/11/11	13/12/12/12/12/12	14/13/14/14/13/13
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % FQ	10/11/11/12/11/12	11/12/11/12/11/14	14/13/13/14/14/13	14/13/13/14/14/13
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % FQ	11/11/11/11/11/11	12/12/11/11/11/12	13/13/12/11/12/12	13/13/12/12/13/13
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % FQ	11/11/11/11/11/11	13/12/11/13/12/12	14/12/12/13/12/12	14/12/12/13/12/13

Anexo 30

Promedios del número de hojas de plantas de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	30 días	40 días	50 días	60 días	70 días	80 días	90 días	100 días
T1 - Testigo agua	5,50	5,50	5,83	6,33	6,67	6,83	7,67	9,00
T2 - Testigo 100 % FQ	5,67	6,83	6,83	7,17	7,83	9,00	9,83	10,67
T3 - Testigo 75 % FQ	6,33	7,67	8,00	9,00	9,83	11,33	12,33	13,33
T4 - Testigo 50 % FQ	7,00	8,00	8,50	9,67	11,17	11,33	12,00	13,00
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100 %	7,50	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	11,67	13,00
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,50	10,67	12,50
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % FQ	7,17	8,17	8,33	9,17	10,50	11,00	12,17	13,50
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % FQ	7,83	8,83	9,17	9,33	11,17	11,83	13,50	13,50
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % FQ	7,50	8,17	8,17	9,50	11,00	11,50	12,17	12,67
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % FQ	7,00	8,50	8,67	9,83	11,00	12,17	12,50	12,67

*Promedio de tres repeticiones y seis plantas

Anexo 31

Contenido de clorofila foliar por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	Clorofila foliar (SPAD)		
	R1	R2	R3
T1 - Testigo agua	28,7/26,7	23,9/27,9	26,0/26,1
T2 - Testigo 100% FQ	38,5/38,5	40,2/39,6	40,6/41,0
T3 - Testigo 75% FQ	39,8/43,1	38,7/43,2	39,4/39,6
T4 - Testigo 50% FQ	40,7/40,5	39,5/44,7	42,6/41,7
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100 %	24,1/24,0	24,7/24,2	23,2/24,2
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	26,0/26,2	25,2/26,1	25,5/26,2
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % FQ	42,4/39,4	39,6/40,2	40,3/44,6
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % FQ	37,6/43,0	40,1/43,4	45,0/39,4
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % FQ	46,2/52,3	45,8/43,1	44,2/43,0
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % FQ	46,2/52,3	45,8/43,1	44,2/43,0

Anexo 32

Biomasa fresca aérea y radicular de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	Biomasa fresca	
	Aérea (g)	Radicular (%)
T1 - Testigo agua	60,7/58,9/59,2/58,5/58,9/62,7	9,6/10,3/8,8/10,2/8,9/10,4
T2 - Testigo 100 % FQ	117,8/120,4/122,3/121,4/122,5/118,7	96,8/100,2/100,4/102,4/110,9/107,5
T3 - Testigo 75 % FQ	281,7/302,6/300,1/288,6/298,4/281,6	244,1/236,8/238,9/245,4/241,9/243,3
T4 - Testigo 50 % FQ	311,3/302,7/303,6/310,4/308,2/304,8	290,6/282,9/294,4/288,8/281,6/275,7
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100 %	200/190,7/185,5/181,8/197,4/188,6	217,3/206,8/210,8/214,7/193,6/199,8
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	149,9/154,4/152,5/150,7/155,6/148,7	117,4/119,9/121,6/122,9/124,7/120,8
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % FQ	262,7/260,9/262,3/263/260,7/261,4	296,2/300,6/298,3/289,8/312,6/306,5
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % FQ	303,2/295,6/297,8/299,4/304,2/290,8	290,7/308,5/285,8/294,4/300,6/306,2
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % FQ	282/280,5/292,1/283,5/288,4/281,6	272,5/269,9/272,4/270,7/269,1/265,6
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % FQ	321,3/320,7/320,5/322,3/321,9/323,3	371,4/376,3/374,6/379,1/370,1/372,3

Anexo 33

Biomasa seca aérea y radicular de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	Biomasa seca	
	Aérea (g)	Radicular (%)
T1 - Testigo agua	23,6/22,8/23,2/22,9/22,4/24,1	5,1/4,8/5,4/4,7/4,5/3,9
T2 - Testigo 100 % FQ	56,8/51,2/54,8/55,3/52,5/54,4	28,3/30,1/26,7/24,8/25,1/23,3
T3 - Testigo 75 % FQ	102,2/91,6/97,4/92,7/98,3/91,8	62,8/61,4/60,3/62,1/59,9/63,6
T4 - Testigo 50 % FQ	120,5/117,6/121/116,6/121/119,3	74,3/75,6/71,7/73,6/77,2/76
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100 %	100/96,2/97,5/98,3/101,1/93,4	52,3/51,7/56,7/55,9/53,1/54,5
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	84,2/81,4/82,7/79,7/80,7/83,3	29,3/30,9/32,4/31,5/29,9/28,7
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % FQ	83,1/79,7/82,6/84,3/79/81,3	69,8/65,7/63,8/60,5/66,4/67,7
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % FQ	95,9/100,5/99,1/91,7/96,4/102,4	67/68,5/71,1/65,8/63,9/70,1
T9 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % FQ	100,3/107/102,6/105/104,5/101,6	57,7/63,7/60,2/58,7/56,7/62,8
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % FQ	107,9/111,3/103,6/110/106,4/100,8	92,9/94,1/86,3/85,4/87,8/89,5

Anexo 34

Informe de análisis estadístico

Altura de plantas de *Zea mays* L. transcurridos 100 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Prueba de normalidad de Shapiro -Wilk

Hipótesis

H0: Los datos tienden a distribución normal ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos no tienden a distribución normal ($p < 0,05$)

Shapiro-Wilk normality test

Estadístico	p-value
w= 0,89792	0,0001106

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula, dado que el resultado de p (0,0001106) es menor a 0,05. Por lo tanto, indica que los datos no tienden a una distribución normal, no cumpliendo con el supuesto de normalidad.

Prueba de homogeneidad de las varianzas

Hipótesis

H0: Los datos presentan varianzas iguales ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos presentan varianzas diferentes ($p < 0,05$)

Prueba de Levene

	gl	F value	p-value
Grupo	9	4,5765	0,0001985
	50		

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula. El resultado indica que no cumple con el supuesto de homocedasticidad, dado que, el valor de p (0,0001985) es menor a 0,05.

Conclusión general: Los datos no cumplen con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Por lo tanto, se aplica la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis.

Analizar los datos con Kruskal -Wallis

H0: Estadísticamente no hay diferencias significativas en la altura de las plantas de *Zea mays* L. a los 100 días en todos los tratamientos.

H1: Estadísticamente hay diferencias significativas en la altura de las plantas de *Zea mays* L. a los 100 días en al menos un tratamiento.

Kruskall-Wallis

	gl	Chi-cuadrado	p-value
Tratamientos	9	54,032	1.861 e ⁻⁰⁸

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula. Según el resultado obtenido, podemos afirmar que existe una diferencia significativa ($p= 1,861 e-08 < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, es decir, al menos un tratamiento es diferente a los otros, respecto a la altura de *Zea mays* L. a los 100 días.

Aplicar prueba de contraste:

$p < 0,05$ (nivel de significancia). La prueba de contraste que se aplicó es Dunntest

Con un nivel de confianza de 95 %

Tratamiento	altura a los 100 días	Grupo
T8	202.533	a
T9	197.5833	ab
T7	195.8833	abc
T10	189.4500	abc
T4	181.2333	bc
T5	178.1167	cd
T3	162.7333	de
T6	149.8667	ef
T2	133.1500	f
T1	105.2500	g

Interpretación: Según el contraste de Dunntest, los tratamientos están representados por una letra diferente. El T8 tiene el mayor valor en la altura a los 100 días con diferencias significativas frente a los demás tratamientos.

*letras diferentes denotan diferencias estadísticas en los tratamientos.

Contenido de clorofila foliar de *Zea mays* L. transcurridos 100 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Prueba de normalidad de Shapiro -Wilk

Hipótesis

H0: Los datos tienden a distribución normal ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos no tienden a distribución normal ($p < 0,05$)

Shapiro-Wilk normality test

Estadístico	p-value
w= 0,85366	3,913 e-06

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula, dado que el resultado de p (3,913 e-06) es menor a 0,05. Por lo tanto, indica que los datos no tienden a una distribución normal, no cumpliendo con el supuesto de normalidad.

Prueba de homogeneidad de las varianzas

Hipótesis

H0: Los datos presentan varianzas iguales ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos presentan varianzas diferentes ($p < 0,05$)

Prueba de Levene

	Gl	F value	p-value
Grupo	9	1,8293	0,08592
	50		

Conclusión: Se acepta la hipótesis nula. El resultado indica que cumple con el supuesto de homocedasticidad, dado que, el valor de p (0,08592) es mayor a 0,05.

Conclusión general: Los datos no cumplen con los supuestos de normalidad. Por lo tanto, se aplica la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis.

Analizar los datos con Kruskal-Wallis

H0: Estadísticamente no hay diferencias significativas en la clorofila de las plantas de *Zea mays* L. a los 100 días en todos los tratamientos.

H1: Estadísticamente hay diferencias significativas en la clorofila de las plantas de *Zea mays* L. a los 100 días en al menos un tratamiento.

Kruskall-Wallis

	gl	Chi-cuadrado	p-value
Tratamientos	9	49,312	1.451 e ⁻⁰⁷

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula. Según el resultado obtenido, podemos afirmar que existe una diferencia significativa ($p= 1,451 e-07 < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, es decir, al menos un tratamiento es diferente a los otros, respecto a la clorofila de *Zea mays* L. a los 100 días.

Aplicar prueba de contraste:

$p < 0,05$ (nivel de significancia). La prueba de contraste que se aplicó es Dunntest

Con un nivel de confianza de 95 %

Tratamiento	clorofila a los 100 días	Grupo
T9	46.0833	a
T10	45.7667	a
T4	41.6167	b
T8	41.4167	b
T7	41.0833	b
T3	40.6333	b
T2	39.7333	b
T1	26.5500	c
T6	25.8667	c
T5	24.0667	c

Interpretación: Según el contraste de Dunntest, los tratamientos están representados por una letra diferente. T9 y T10 tiene el mayor valor en la clorofila a los 100 días con diferencias significativas frente a los demás tratamientos.

*letras diferentes denotan diferencias estadísticas en los tratamientos.

Biomasa aérea fresca de *Zea mays* L. transcurridos 100 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Prueba de normalidad de Shapiro -Wilk

Hipótesis

H0: Los datos tienden a distribución normal ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos no tienden a distribución normal ($p < 0,05$)

Shapiro-Wilk normality test

Estadístico	p-value
w= 0,8465	2,406 e-06

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula, dado que el resultado de p (2,406 e-06) es menor a 0,05. Por lo tanto, indica que los datos no tienden a una distribución normal, no cumpliendo con el supuesto de normalidad.

Prueba de homogeneidad de las varianzas

Hipótesis

H0: Los datos presentan varianzas iguales ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos presentan varianzas diferentes ($p < 0,05$)

Prueba de Levene

	gl	F value	p-value
Grupo	9	6,3401	6.116e-06
	50		

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula. El resultado indica que no cumple con el supuesto de homocedasticidad, dado que, el valor de p (6.116e-06) es menor a 0,05.

Conclusión general: Los datos no cumplen con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Por lo tanto, se aplica la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis.

Analizar los datos con Kruskal-Vallis

H0: Estadísticamente no hay diferencias significativas en la biomasa área fresca de las plantas de *Zea mays* L. a los 100 días en todos los tratamientos.

H1: Estadísticamente hay diferencias significativas en la biomasa área fresca de las plantas de *Zea mays* L. a los 100 días en al menos un tratamiento.

Kruskall-Wallis

	gl	Chi-cuadrado	p-value
Tratamientos	9	57,537	3.988 e ⁻⁰⁹

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula. Según el resultado obtenido, podemos afirmar que existe una diferencia significativa ($p= 3.988 e^{-09} < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, es decir, al menos un tratamiento es diferente a los otros, respecto a la biomasa área fresca de *Zea mays* L. a los 100 días.

Aplicar prueba de contraste:

$p < 0,05$ (nivel de significancia). La prueba de contraste que se aplicó es Dunntest

Con un nivel de confianza de 95 %

Tratamiento	biomasa área fresca	Grupo
T10	321.667	a
T4	306.8333	b
T8	298.5000	bc
T3	292.1666	cd
T9	284.6833	d
T7	261.8333	e
T5	190.6667	f
T6	151.9667	g
T2	120.5166	h
T1	59.8166	i

Interpretación: Según el contraste de Dunntest, los tratamientos están representados por una letra diferente. El T10 tienen los mayores valores en la biomasa área fresca a los 100 días con diferencias significativas frente a los demás tratamientos.

*letras diferentes denotan diferencias estadísticas en los tratamientos.

Biomasa área seca de *Zea mays* L. transcurridos 100 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Prueba de normalidad de Shapiro -Wilk

Hipótesis

H0: Los datos tienden a distribución normal ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos no tienden a distribución normal ($p < 0,05$)

Shapiro-Wilk normality test

Estadístico	p-value
w= 0,85318	3.784e-06

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula, dado que el resultado de p (3.784e-06) es menor a 0,05. Por lo tanto, indica que los datos no tienden a una distribución normal, no cumpliendo con el supuesto de normalidad.

Prueba de homogeneidad de las varianzas

Hipótesis

H0: Los datos presentan varianzas iguales ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos presentan varianzas diferentes ($p < 0,05$)

Prueba de Levene

	gl	F value	p-value
Grupo	9	2,7412	0,01104
	50		

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula. El resultado indica que no cumple con el supuesto de homocedasticidad, dado que, el valor de p (0,01104) es menor a 0,05.

Conclusión general: Los datos no cumplen con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Por lo tanto, se aplica la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis.

Analizar los datos con Kruskal wallis

H0: Estadísticamente no hay diferencias significativas en la biomasa área seca en plantas de *Zea mays* L. todos los tratamientos.

H1: Estadísticamente hay diferencias significativas en la biomasa área seca en plantas de *Zea mays* L. todos los tratamientos.

Kruskall-Wallis

	gl	Chi-cuadrado	p-value
Tratamientos	9	55,694	8.981e-09

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula. Según el resultado obtenido, podemos afirmar que existe una diferencia significativa ($p= 8.981e-09 < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, es decir, al menos un tratamiento es diferente a los otros, respecto a la biomasa área fresca de *Zea mays* L. a los 100 días.

Aplicar prueba de contraste:

$p < 0,05$ (nivel de significancia). La prueba de contraste que se aplicó es Dunntest

Con un nivel de confianza de 95 %

Tratamiento	Biomasa área seca	Grupo
T4	119.333	a
T10	106.666	b
T9	103.500	b
T5	97.750	c
T8	97.666	c
T3	95.666	c
T6	82.000	d
T7	81.6666	d
T2	54.1666	e
T1	23.1666	f

Interpretación: Según el contraste de Dunntest, los tratamientos están representados por una letra diferente. El T4 tiene el mayor valor en la biomasa área seca con diferencias significativas frente a los demás tratamientos.

*letras diferentes denotan diferencias estadísticas en los tratamientos.

Biomasa radicular fresca de *Zea mays* L. transcurridos 100 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Prueba de normalidad de Shapiro -Wilk

Hipótesis

H0: Los datos tienden a distribución normal ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos no tienden a distribución normal ($p < 0,05$)

Shapiro-Wilk normality test

Estadístico	p-value
w= 0,90714	0,000242

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula, dado que el resultado de p (0,000242) es menor a 0,05. Por lo tanto, indica que los datos no tienden a una distribución normal, no cumpliendo con el supuesto de normalidad.

Prueba de homogeneidad de las varianzas

Hipótesis

H0: Los datos presentan varianzas iguales ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos presentan varianzas diferentes ($p < 0,05$)

Prueba de Levene

	gl	F value	p-value
Grupo	9	3,6067	0,00159
	50		

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula. El resultado indica que no cumple con el supuesto de homocedasticidad, dado que, el valor de p (0,00159) es menor a 0,05.

Conclusión general: Los datos no cumplen con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Por lo tanto, se aplica la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis.

Analizar los datos con Kruskal Wallis

H0: Estadísticamente no hay diferencias significativas en la biomasa radicular fresca de las plantas de *Zea mays* L. a los 100 días en todos los tratamientos.

H1: Estadísticamente hay diferencias significativas en la biomasa radicular fresca de las plantas de *Zea mays* L. a los 100 días en al menos un tratamiento.

Kruskall-Wallis

	gl	Chi-cuadrado	p-value
Tratamientos	9	57,751	3.628e-09

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula. Según el resultado obtenido, podemos afirmar que existe una diferencia significativa ($p= 3.628 e^{-09} < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, es decir, al menos un tratamiento es diferente a los otros, respecto a la biomasa radicular fresca de *Zea mays* L. a los 100 días.

Aplicar prueba de contraste:

$p < 0,05$ (nivel de significancia). La prueba de contraste que se aplicó es Dunntest

Con un nivel de confianza de 95 %

Tratamiento	biomasa radicular fresca	Grupo
T10	373.9667	a
T7	300.6667	b
T8	297.7000	b
T4	285.666	c
T9	270.0333	d
T3	241.7333	e
T5	207.1667	f
T6	121.2167	g
T2	103.0333	h
T1	9.7000	i

Interpretación: Según el contraste de Dunntest, los tratamientos están representados por una letra diferente. El T10 tienen los mayores valores en la biomasa radicular fresca a los 100 días con diferencias significativas frente a los demás tratamientos.

*letras diferentes denotan diferencias estadísticas en los tratamientos.

Biomasa radicular seca de *Zea mays* L. transcurridos 100 días de la aplicación de Biol de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico

Prueba de normalidad de Shapiro -Wilk

Hipótesis

H0: Los datos tienden a distribución normal ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos no tienden a distribución normal ($p < 0,05$)

Shapiro-Wilk normality test

Estadístico	p-value
w= 0,91758	0.0006136

Conclusión: Rechazamos la hipótesis nula, dado que el resultado de p (0.0006136) es menor a 0,05. Por lo tanto, indica que los datos no tienden a una distribución normal, no cumpliendo con el supuesto de normalidad.

Prueba de homogeneidad de las varianzas

Hipótesis

H0: Los datos presentan varianzas iguales ($p \geq 0,05$)

H1: Los datos presentan varianzas diferentes ($p < 0,05$)

Prueba de Levene

	gl	F value	p-value
Grupo	9	1,9671	0,06338
	50		

Conclusión: Se acepta la hipótesis nula. El resultado indica que cumple con el supuesto de homocedasticidad, dado que, el valor de p (0,06338) es mayor a 0,05.

Conclusión general: Los datos no cumplen con los supuestos de normalidad, pero si homogeneidad de varianzas. Por lo tanto, se aplica la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis.

Analizar los datos con Kruskal-Wallis

H0: Estadísticamente no hay diferencias significativas en la biomasa radicular seca en plantas de *Zea mays* L. todos los tratamientos.

H1: Estadísticamente hay diferencias significativas en la biomasa radicular seca en plantas de *Zea mays* L. todos los tratamientos.

Kruskall-Wallis

	gl	Chi- cuadrado	p-value
Tratamientos	9	57,328	4.374e-09

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula. Según el resultado obtenido, podemos afirmar que existe una diferencia significativa ($p= 4.374e-09 < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, es decir, al menos un tratamiento es diferente a los otros, respecto a la biomasa radicular seca de *Zea mays* L.

Aplicar prueba de contraste:

$p < 0,05$ (nivel de significancia). La prueba de contraste que se aplicó es Dunntest

Con un nivel de confianza de 95 %

Tratamiento	Biomasa radicular seca	Grupo
T10	89.333	a
T4	74.666	b
T8	67.733	c
T7	65.6500	cd
T3	61.683	de
T9	59.9666	e
T5	54.0333	f
T6	30.4500	g
T2	26.3833	g
T1	4.7333	h

Interpretación: Según el contraste de Dunntest, los tratamientos están representados por una letra diferente. El T10 tiene el mayor valor en la biomasa radicular seca con diferencias significativas frente a los demás tratamientos.

*letras diferentes denotan diferencias estadísticas en los tratamientos.

Anexo 35

Número de microorganismos benéficos del suelo antes de la siembra (0 días) de *Zea mays* L. y la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos

Microorganismos benéficos del suelo	Unidad	Suelo experimental (0 días)
Amonificadores	NMP g ⁻¹	$4,4 \times 10^3$
Fijadores de nitrógeno	UFC g ⁻¹	$9,6 \times 10^4$
Solubilizadores de fosfato	UFC g ⁻¹	$3,0 \times 10^3$
Celulolíticos	UFC g ⁻¹	$3,8 \times 10^5$
Proteolíticos	UFC g ⁻¹	$3,1 \times 10^3$
Amilolíticos	UFC g ⁻¹	$3,5 \times 10^5$

Anexo 36

Número de microorganismos benéficos del suelo* 100 días después del cultivo de *Zea mays* L. y la aplicación de Bioles de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos

Tratamientos	Amonificadores	Fijadores de nitrógeno	Solubilizadores de fosfato	Celulolíticos	Proteolíticos	Amilolíticos
	NMP** g ⁻¹	Unidades formadoras de colonias (UFC g ⁻¹)				
T1 - Testigo agua	2,1 × 10 ⁴	1,5 × 10 ⁴	4 × 10 ⁴	4,4 × 10 ⁵	2,6 × 10 ⁴	4,5 × 10 ⁵
T2 - Testigo 100 % NPK	<3 × 10 ³	3,8 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3,33 × 10 ⁵	3,3 × 10 ⁴	8,4 × 10 ⁵
T3 – Testigo 75 % NPK	<3 × 10 ³	4,1 × 10 ⁴	3,5 × 10 ⁴	3,63 × 10 ⁵	1,2 × 10 ⁵	9,0 × 10 ⁵
T4 – Testigo 50 % NPK	7,3 × 10 ³	4,7 × 10 ⁴	1,23 × 10 ⁵	3,77 × 10 ⁵	1,3 × 10 ⁵	1,14 × 10 ⁶
T5 - Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100%	2,8 × 10 ⁴	5,0 × 10 ⁴	1,18 × 10 ⁵	6,3 × 10 ⁵	2,1 × 10 ⁵	1,38 × 10 ⁶
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	1,1 × 10 ⁶	6,8 × 10 ⁴	1,01 × 10 ⁵	5,23 × 10 ⁵	1,57 × 10 ⁵	1,26 × 10 ⁶
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % NPK	3,6 × 10 ⁴	9,8 × 10 ⁴	1,87 × 10 ⁵	7,2 × 10 ⁵	4,2 × 10 ⁵	1,50 × 10 ⁶
T8 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % NPK	1,9 × 10 ⁴	5,2 × 10 ⁴	1,42 × 10 ⁵	4,8 × 10 ⁵	1,08 × 10 ⁶	1,45 × 10 ⁶
T9 – Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % NPK	1,5 × 10 ⁵	1,2 × 10 ⁵	2,57 × 10 ⁵	6,03 × 10 ⁵	1,37 × 10 ⁶	1,68 × 10 ⁶
T10 - Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK	9,5 × 10 ⁴	1,3 × 10 ⁶	2,79 × 10 ⁵	6,7 × 10 ⁵	1,45 × 10 ⁶	2,02 × 10 ⁶

*0 días: Amonificadores (4,4 × 10³ NMP g⁻¹), Fijadores de nitrógeno (9,6 × 10⁴ UFC g⁻¹), Solubilizadores de fosfato (3,0 × 10³ UFC g⁻¹), Celulolíticos (3,8 × 10⁵ UFC g⁻¹), Proteolíticos (3,1 × 10³ UFC g⁻¹), Amilolíticos (3,5 × 10⁵ UFC g⁻¹)

** NMP g⁻¹ (Numero Más Probable por gramo)

Anexo 37

Variación de la población de microorganismos benéficos del suelo* después del cultivo de *Zea mays* L. y la aplicación integrada de Biol de residuos de *O. mykiss* y varios pescados marinos junto a 75 % y 50 % de la dosis del fertilizante químico

Tratamientos	Amonificadores	Fijadores de nitrógeno	Solubilizadores de fosfato	Celulolíticos	Proteolíticos	Amilolíticos
T1 - Testigo agua	$3,77 \times 10^2 \uparrow$	$8,44 \times 10^1 \downarrow$	$1,23 \times 10^3 \uparrow$	$1,58 \times 10^1 \uparrow$	$7,31 \times 10^2 \uparrow$	$2,86 \times 10^1 \uparrow$
T2 - Testigo 100 % NPK	$<3,18 \times 10^1 \downarrow$	$6,04 \times 10^1 \downarrow$	$9 \times 10^2 \uparrow$	$1,24 \times 10^1 \downarrow$	$9,54 \times 10^2 \uparrow$	$1,40 \times 10^2 \uparrow$
T3 – Testigo 75 % NPK	$<3,18 \times 10^1 \downarrow$	$5,73 \times 10^1 \downarrow$	$1,07 \times 10^3 \uparrow$	4,47 ↓	$3,73 \times 10^3 \uparrow$	$1,57 \times 10^2 \uparrow$
T4 – Testigo 50 % NPK	$6,59 \times 10^1 \uparrow$	$5,10 \times 10^1 \downarrow$	$4 \times 10^3 \uparrow$	$7,89 \times 10^1 \downarrow$	$4,05 \times 10^3 \uparrow$	$2,26 \times 10^2 \uparrow$
T5 – Testigo Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> 100 %	$5,36 \times 10^2 \uparrow$	$4,79 \times 10^1 \downarrow$	$3,83 \times 10^3 \uparrow$	$6,58 \times 10^1 \uparrow$	$6,61 \times 10^3 \uparrow$	$2,94 \times 10^2 \uparrow$
T6 - Testigo Biol de residuos de varios pescados marinos 100 %	$2,49 \times 10^4 \uparrow$	$2,92 \times 10^1 \downarrow$	$3,27 \times 10^3 \uparrow$	$3,76 \times 10^1 \uparrow$	$4,92 \times 10^3 \uparrow$	$2,60 \times 10^2 \uparrow$
T7 - Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 75 % NPK	$7,18 \times 10^2 \uparrow$	2,08 ↑	$6,13 \times 10^3 \uparrow$	$8,95 \times 10^1 \uparrow$	$1,33 \times 10^4 \uparrow$	$3,29 \times 10^2 \uparrow$
T8 – Biol de residuos de <i>O. mykiss</i> + 50 % NPK	$3,32 \times 10^2 \uparrow$	$4,58 \times 10^1 \downarrow$	$4,63 \times 10^3 \uparrow$	$2,63 \times 10^1 \uparrow$	$3,44 \times 10^4 \uparrow$	$3,14 \times 10^2 \uparrow$
T9 – Biol de residuos de varios pescados marinos + 75 % NPK	$3,31 \times 10^3 \uparrow$	$2,50 \times 10^1 \uparrow$	$8,47 \times 10^3 \uparrow$	$5,87 \times 10^1 \uparrow$	$4,37 \times 10^4 \uparrow$	$3,80 \times 10^2 \uparrow$
T10 – Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK	$2,06 \times 10^3 \uparrow$	$1,25 \times 10^3 \uparrow$	$9,20 \times 10^3 \uparrow$	$7,63 \times 10^1 \uparrow$	$4,62 \times 10^4 \uparrow$	$4,77 \times 10^2 \uparrow$

* En comparación con los microorganismos benéficos del suelo antes de la siembra

Anexo 38

Actividad enzimática (β -glucosidasa y ureasa) del suelo experimental

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: S-25/069943		Tipo Muestra: SUELO AGRICOLA	
Descripción(^): Suelo agrícola		Fecha Fin: 27/08/2025	
Nº de Referencia: S-25/069943	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (^): INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PRODUCCION	
Análisis: PE01-00022156-26	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio (^): AV. REPÚBLICA DE PANAMÁ OFICINA 501 NRO. 3418 URB.LIMATAMBO - SAN ISIDRO - LIMA 0	
Tipo Muestra: SUELO AGRICOLA	Fecha Recepción: 08/08/2025	Contrato: QMT-PE250700232	
Fecha Inicio: 08/08/2025	Fecha Fin: 27/08/2025	Cliente 3ª(^):---	
Descripción(^): Suelo agrícola			
Fecha/Hora Muestreo: 02/04/2025	Muestreado por: *Cliente (^)		
		Este:	
		Norte:	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (^) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

Leandro Crivillero Amancio
FECHA EMISIÓN: 27/08/2025

OBSERVACIONES:

PROYECTO: "DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE FERTILIZANTES ORGANICOS (BIOLES) ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA PESCA Y ACUICULTURA; Y SU APLICACIÓN EN CULTIVOS DE AGROEXPORTACIÓN EN LA REGIÓN DE PIURA" (Código PE501086359-2024-PROCIENCIA)

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis . Lima. PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

1/2



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: S-25/069943
 Descripción(^): Suelo agrícola

Tipo Muestra: SUELO AGRICOLA
 Fecha Fin: 27/08/2025

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Actividad Enzimática				
Actividad β -Glucosidasa	32,2	ug p-Nitrofenol/ (g MSxh)	-	-
Actividad Ureasa	1,22	ug N/(g MSx2h)	-	-

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. CMA: Concentración Máxima Admisible. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aprox del 95%.

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Lim Cuantif (#)
Actividad Enzimática			
Actividad β -Glucosidasa	PP-236	UV-VIS	2,7 ug p-Nitrofenol/(g MSxh)
Actividad Ureasa	PP-237	UV-VIS	0,100 ug N/(g MSx2h)

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMO

Anexo 39

Actividad enzimática (β -glucosidasa y ureasa) del suelo del tratamiento con el mayor rendimiento y su testigo correspondiente



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: S-25/070438		Tipo Muestra: SUELOS	
Descripción(^): SUELO AGRICOLA (PM-T16)		Fecha Fin: 23/09/2025	
Nº de Referencia: S-25/070438	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (^): INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PRODUCCION	
Análisis: PE01-00022156-26	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio (^): AV. REPÚBLICA DE PANAMÁ OFICINA 501 NRO. 3418 URB.LIMATAMBO - SAN ISIDRO - LIMA 0	
Tipo Muestra: SUELOS	Fecha Recepción: 28/08/2025	Contrato: QMT-PE250700232	
Fecha Inicio: 01/09/2025	Fecha Fin: 23/09/2025	Cliente 3º(^):---	
Descripción(^): SUELO AGRICOLA (PM-T16)			
Fecha/Hora Muestreo: 25/08/2025	Muestreado por: *Cliente (^)	Este:	
		Norte:	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (^) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

Leandro Crivillero Amancio

FECHA EMISIÓN: 23/09/2025

OBSERVACIONES:

MUESTREADOR: DANNY WILFREDO LLENQUE PAIVA / PROYECTO: DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE FERTILIZANTES ORGANICOS (BIOLES) ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA PESCA Y ACUICULTURA; Y SU APLICACIÓN EN CULTIVOS DE AGROEXPORTACIÓN EN LA REGIÓN DE PIURA (CÓDIGO PE501086359-2024-PROCIENCIA)

Nº de Referencia: S-25/070438
 Descripción(*): SUELO AGRICOLA (PM-T16)

Tipo Muestra: SUELOS
 Fecha Fin: 23/09/2025

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Actividad Enzimática				
Actividad β -Glucosidasa	35,1	ug p-Nitrofenol/ (g MSxh)	-	-
Actividad Ureasa	1,69	ug N/(g MSx2h)	-	-

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. CMA: Concentración Máxima Admisible. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aprox del 95%.

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Lim Cuantif (#)
Actividad Enzimática			
Actividad β -Glucosidasa	PP-236	UV-VIS	2,7 ug p-Nitrofenol/(g MSxh)
Actividad Ureasa	PP-237	UV-VIS	0,100 ug N/(g MSx2h)

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

(*) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMO



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: S-25/084986	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (^): INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PRODUCCION
Análisis: PE01-00022156-26	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio (^): AV. REPÚBLICA DE PANAMÁ OFICINA 501 NRO. 3418 URB.LIMATAMBO - SAN ISIDRO - LIMA 0
Tipo Muestra: SUELO AGRICOLA	Fecha Recepción: 31/10/2025	Contrato: QMT-PE251000449
Fecha Inicio: 29/10/2025	Fecha Fin: 13/11/2025	Cliente 3º(^):---
Descripción(^): Suelo agrícola (TQ-T4)		
Fecha Muestreo: 25/07/2025	Muestreado por: *Cliente (^)	Este: Norte:

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (^) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

Lucia del Carmen Mariño
Pomares
CIP 218442

FECHA EMISIÓN: 13/11/2025

OBSERVACIONES:

MUESTREADOR: DANNY WILFREDO LLENQUE PAIVA / PROYECTO: "DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE FERTILIZANTES ORGANICOS (BIOLES) ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA PESCA Y ACUICULTURA; Y SU APLICACIÓN EN CULTIVOS DE AGROEXPORTACIÓN EN LA REGIÓN DE PIURA"

Nº de Referencia: S-25/084986

Descripción(^): Suelo agrícola (TQ-T4)

Tipo Muestra: SUELO AGRICOLA

Fecha Fin: 13/11/2025

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Actividad Enzimática				
Actividad β -Glucosidasa	31,2	ug p-Nitrofenol/ (g MSxh)	-	-
Actividad Ureasa	1,65	ug N/(g MSx2h)	-	-

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. CMA: Concentración Máxima Admisible. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Limite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aprox del 95%.

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Lim Cuantif (#)
Actividad Enzimática			
Actividad β -Glucosidasa	PP-236	UV-VIS	2,7 ug p-Nitrofenol/(g MSxh)
Actividad Ureasa	PP-237	UV-VIS	0,100 ug N/(g MSx2h)

[^] El Lim Cuantif es el valor a partir del cual detectamos. El Lim Detecto es el valor a partir del cual detectamos. El Lim Detecto aplica a ensayos cualitativos. Para los parámetros de Radioactividad es el AMD.

Anexo 40

Análisis fisicoquímico del tratamiento de Biol con fertilizante químico con mayor rendimiento y su testigo correspondiente



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-43701

N° Id.: 0000184762

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL	: INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PRODUCCION
2.- DIRECCIÓN	: AV. REPÚBLICA DE PANAMÁ OFICINA 501 NRO. 3418 URB. LIMATAMBO
3.- PROYECTO	: DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS (BIOLES) ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA PESCA Y ACUICULTURA
4.- PROCEDENCIA	: LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE
5.- SOLICITANTE	: INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PRODUCCION
6.- PRODUCTO	: Suelos

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000007026-2025-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2025-10-21

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
3- NÚMERO DE MUESTRAS	: 4
4.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2025-10-09
5.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: En buen estado de conservación y preservación
6.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2025-10-09 al 2025-10-21

Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 6

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1577,
Bellavista, Callao.
Telf.: (+51) 713 0756 / 713 0636
Cel.: 977 516 675 / 977 111 378

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz D2 L13,
Bellavista, Callao.
Cel.: 977 516 675 / 932 646 460

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E LL 9,
Arequipa
Telf.: (+54) 616 843
Cel.: 932 646 642

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa
Mz. D3 LL 02,
Castillo - Piura
Telf.: (+51) 713 0536
Cel.: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A LL 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+51) 713 0636
Cel.: 919 475 133

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-43701

N° Id.: 0000184762

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-25-98666	M-25-98667	M-25-98668			
FUNDO/LOTE/PARCELA/COORDENADAS	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
DESCRIPCIÓN ^(A)	SUELO AGRICOLA DE MAÍZ (PM-T16)	SUELO AGRICOLA DE MAÍZ (TQ-T4)	SUELO AGRICOLA DE PIMIENTO (CA-T10)			
TIPO DE PRODUCTO ^(A)	Suelos	Suelos	Suelos			
SUB TIPO PRODUCTO ^(A)						
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	25-09-2025 18:00	25-09-2025 18:00	03-10-2025 10:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Conductividad (Extracto 1:1) ²	dS/m	NA	NA	0,78	0,70	3,10
pH (Extracto 1:1) ²	Unidad de pH	NA	NA	7,73	7,85	7,87
Aluminio Cambiable ²	meq/100g	0,01	0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Carbono Orgánico Total (*)	%	0,05	0,10	0,55	0,24	0,39
Clase Textural						
Arena ²	%	NA	NA	75	80	75
Arcilla ²	%	NA	NA	15	5	10
Limo ²	%	NA	NA	10	15	15
Clase Textural ²	no unidad	NA	NA	Fr,A	Fr,A	Fr,A
Materia Orgánica (*)	%	0,200	0,400	0,949	0,407	0,677
Fósforo Disponible Olsen ²	mg/Kg	2,00	6,00	13,14	6,28	14,57
Bases Disponibles (Ca, Mg, K y Na)						
Potasio Disponible ²	meq/100g	0,01	0,03	0,31	0,26	0,39
Calcio Disponible ²	meq/100g	0,03	0,10	17,68	15,09	16,14
Sodio Disponible ²	meq/100g	0,01	0,03	0,75	0,76	1,16
Magnesio Disponible ²	meq/100g	0,01	0,03	1,10	0,96	1,04
Capacidad de Intercambio Catiónico ²	meq/100g	0,20	0,50	16,50	15,84	14,57
Nitrógeno Total ²	mg/Kg	50,00	150,00	490,00	210,00	350,00

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

A = Arena; A.Fr. = Arena Franca; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo; Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. Arcilloso

^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

Pág.4 de 6

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chivaca N° 1877,
Bellavista, Callao
Tel.: (+511) 713 0756 / 713 0636
Cel.: 977 516 675 / 937 111 379

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3,
Bellavista, Callao
Cel.: 977 516 675 / 932 646 460

SEDE AREQUIPA
COOP SIOSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 616 943
Cel.: 932 646 642

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa
Mz. D3 Lt. 02,
Castillo - Piura
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 919 475 133



www.alab.com.pe

Anexo 41

Características físicas y químicas del suelo antes de la siembra y después del cultivo de *Zea mays* L. y la aplicación de Biol junto a 50 y 75 % de la dosis del fertilizante químico, Lambayeque 2025

Tratamientos/ días	Clase textural	pH	CE (dS/m)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno	Fósforo (ppm)	Potasio	Carbono (%)	CIC (meq/100 g)	Saturación de bases (%)	Suma de cationes (meq/100 g)	Suma de bases (meq/100 g)
Suelo experimental (0 días)	Franco arenoso	7,68	0,03	2,660	0,13 %	11,95	342,03 ppm	1,54	15,16	100	15,16	15,16
Testigo 50 % NPK (100 días)	Franco arenoso	7,85	0,70	0,407	210 mg kg ⁻¹	6,28	0,26 meq/100 g	0,24	15,84	-	-	-
Biol de residuos de varios pescados marinos + 50 % NPK (100 días)	Franco arenoso	7,73	0,78	0,949	490 mg kg ⁻¹	13,14	0,31 meq/100 g	0,55	16,50	-	-	-