



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA



***Efecto del Biol de residuos de pescado en el
rendimiento y microorganismos rizosféricos de
Vigna unguiculata L. Walp y Zea mays L.***

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO(A) EN BIOLOGÍA - MICROBIOLOGÍA -
PARASITOLOGÍA

AUTORES

Bach. Sandra Soledad Aldana Carbonel

Bach. José Antonio Maquén Perleche

ASESORA

Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán

LAMBAYEQUE, PERÚ
2023

**Efecto del Biol de residuos de pescado en el
rendimiento y microorganismos rizosféricos
de *Vigna unguiculata* L. Walp y *Zea mays* L.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO (A) EN BIOLOGÍA -
MICROBIOLOGÍA - PARASITOLOGÍA

APROBADA POR:

MSc. Jhon Wiston García López

PRESIDENTE



MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung

SECRETARIO



MSc. César Wilber Guzmán Moreno

VOCAL



Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán

ASESORA



LAMBAYEQUE, PERÚ

2023

ÍNDICE

RESUMEN	11
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes de la investigación	15
2.2 Base teórica	18
2.2.1 Biol obtenido por digestión anaerobia de los residuos de pescado	19
2.2.2 Microorganismos rizosféricos.....	20
2.3 Definición de términos básicos.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Materiales.....	22
3.2 Población y muestra.....	22
3.3 Métodos	22
3.3.1 Variables.....	22
3.3.2 Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis	23
3.3.3 Características físico-químicas y biológicas del Biol de residuos de pescado	23
3.3.4 Efecto de tres dosis de Biol de residuos de pescado en el crecimiento y rendimiento de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp “frijol caupí” y <i>Zea mays</i> “maíz amarillo duro”	27
3.3.5 Efecto de tres dosis de Biol de residuos de pescado en la población de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico	42
IV. RESULTADOS	43
4.1 Características físico-químicas y biológicas del Biol de residuos de pescado, Ferreñafe 2022	43
4.2 Efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en el crecimiento y rendimiento de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp “frijol caupí” y <i>Zea mays</i> “maíz amarillo duro”	49
4.3 Efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en la fertilidad microbiana, expresada como número de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico, Ferreñafe 2022	66

V. DISCUSIÓN.....	69
5.1 Características físico-químicas y biológicas del Biol de residuos de pescado, Ferreñafe 2022	69
5.2 Efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en el crecimiento y rendimiento de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp “frijol caupí” y <i>Zea mays</i> “maíz amarillo duro”	72
5.3 Efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en la fertilidad microbiana, expresada como número de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico, Ferreñafe 2022	73
VI. CONCLUSIONES.....	75
VII. RECOMENDACIONES	76
VIII. REFERENCIAS	77
ANEXOS	83

Índice de tablas

Tabla 1.	Análisis físico-químico del suelo experimental en el Instituto Nacional de Educación Superior Tecnológico Peruano “Enrique López Albújar”, Ferreñafe.....	31
Tabla 2.	Características físico-químicas del Biol de residuos de pescado, Ferreñafe 2022.....	44
Tabla 3.	Características microbiológicas del Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.....	44
Tabla 4.	Fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en semillas de <i>Raphanus sativus</i> L. “rabanito”, Pimentel 2022.....	48
Tabla 5.	Fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado, en bulbos-semilla de <i>Allium cepa</i> “cebolla roja para encurtido”, Pimentel 2022.....	48
Tabla 6.	Parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp “frijol caupí” INIA 432-Vaina Verde por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	53
Tabla 7.	Incremento (%) de los parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp “frijol caupí” INIA 432-Vaina Verde por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado	57
Tabla 8.	Parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento de <i>Zea mays</i> L. “maíz” amarillo duro, híbrido DeKalb (DK-7508) por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado	60
Tabla 9.	Incremento (%) de los parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento de <i>Zea mays</i> L. “maíz” amarillo duro, híbrido DeKalb (DK-7508) por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	65
Tabla 10.	Población de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico en <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.....	67

Tabla 11.	Población de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico en <i>Zea mays</i> L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.....	68
-----------	--	----

Índice de figuras

Figura 1.	Diseño experimental de Bloques Completamente Aleatorios (BCA) para determinar el efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizósfericos de <i>Vigna unguiculata</i> y <i>Zea mays</i> , Ferreñafe 2022.....	24
Figura 2.	Muestras para el ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en envase de producto comercializado (a), frasco de vidrio (b), dilución 10^{-1} (c), 10^{-2} (d), 10^{-3} (e) y solución de CuSO_4 (f), Pimentel 2022.....	26
Figura 3.	Ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en bulbos-semilla de <i>Allium cepa</i> L., Pimentel 2022.....	26
Figura 4.	Aradura del suelo durante la preparación del campo experimental, Ferreñafe 2022.....	28
Figura 5.	Croquis de ubicación de parcelas por cultivo agrícola en el campo experimental. Ferreñafe, Lambayeque, 2022.....	28
Figura 6.	Semillas de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp “frijol caupí”, variedad INIA 432 - Vaina Verde, Ferreñafe 2022.....	33
Figura 7.	Semillas de <i>Zea mays</i> “maíz”; amarillo duro, híbrido DeKalb – 7508, Ferreñafe 2022.....	33
Figura 8.	Altura (a) y longitud de raíz (b) de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp a los 80 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	37
Figura 9.	Número de vainas por planta de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp a los 80 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	37
Figura 10.	Número de granos por vaina de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp a los 80 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	38
Figura 11.	Peso de 100 semillas (a) y rendimiento en grano (b) de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	38
Figura 12.	Altura y número de hojas de <i>Zea mays</i> L. a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	39
Figura 13.	Longitud de raíz de <i>Zea mays</i> L. a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	39
Figura 14.	Biomasa fresca (a) y seca (b) de raíz de <i>Zea mays</i> L. a los 87 y 101 días después de la siembra, respectivamente, Ferreñafe 2022....	40

Figura 15.	Biomasa fresca aérea de <i>Zea mays</i> L. a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	40
Figura 16.	Biomasa seca aérea de <i>Zea mays</i> L. a los 101 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	41
Figura 17.	Rendimiento en biomasa fresca aérea de <i>Zea mays</i> L. a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.....	41
Figura 18.	Turbidez, ausencia de gas y reacción negativa al reactivo de Kovacs en el caldo lauril triptosa durante la prueba presuntiva para coliformes totales en el análisis microbiológico del Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.....	45
Figura 19.	Turbidez y ausencia de gas en el caldo lactosado bilis verde brillante durante la prueba confirmativa para coliformes totales en el análisis microbiológico del Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.....	45
Figura 20.	Semillas de <i>Raphanus sativus</i> L. “rabanito” germinadas por efecto de la aplicación de tres diluciones de Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.....	46
Figura 21.	Longitud de raíces de <i>Allium cepa</i> L. por efecto de la aplicación de tres diluciones de Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022....	47
Figura 22.	Altura de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado....	50
Figura 23.	Longitud de raíz de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	51
Figura 24.	Número de granos por vaina de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	52
Figura 25.	Diagrama de cajas y bigotes de la altura de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	54
Figura 26.	Diagrama de cajas y bigotes de la longitud de raíz de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	54

Figura 27.	Diagrama de cajas y bigotes del número de vainas por planta de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	55
Figura 28.	Diagrama de cajas y bigotes del número de granos por vaina de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	55
Figura 29.	Diagrama de cajas y bigotes del peso de 100 semillas de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	56
Figura 30.	Diagrama de cajas y bigotes del rendimiento en grano (kg/m ²) de <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	56
Figura 31.	Altura y número de hojas de <i>Zea mays</i> L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	59
Figura 32.	Longitud de raíz de <i>Zea mays</i> L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado....	59
Figura 33.	Diagrama de cajas y bigotes de la altura de <i>Zea mays</i> L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	61
Figura 34.	Diagrama de cajas y bigotes del número de hojas de <i>Zea mays</i> L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	61
Figura 35.	Diagrama de cajas y bigotes de la longitud de raíz de <i>Zea mays</i> L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	62
Figura 36.	Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa fresca de raíz de <i>Zea mays</i> L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	62
Figura 37.	Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa seca de raíz de <i>Zea mays</i> L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....	63

- Figura 38. Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa aérea fresca de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....63
- Figura 39. Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa aérea seca de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.....64
- Figura 40. Diagrama de cajas y bigotes del rendimiento en biomasa aérea fresca (kg/ m²) de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado....64

RESUMEN

Los cultivos agrícolas como *Vigna unguiculata* L. Walp “frijol caupí” y *Zea mays* L. “maíz” requieren los fertilizantes químicos para suplir los nutrientes necesarios; sin embargo, su aplicación inadecuada contamina el ambiente. El objetivo de la investigación fue: Determinar el efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de frijol caupí y maíz. El Biol cedido por la Asociación de Procesadores Artesanales de Productos Hidrobiológicos del Centro Pesquero de Santa Rosa fue analizado para determinar las características físicas, químicas y biológicas y se aplicó en condiciones de campo, en los cultivos de frijol caupí variedad INIA 432-Vaina Verde y maíz amarillo duro híbrido Dekalb (DK-7508), bajo un diseño de bloques completamente aleatorios con seis tratamientos: Testigo (T1), Fertilizante químico, FQ (T2), Biol 1 % (T3), Biol 1,25 % (T4), Biol 1,5 % (T5) y Biol 1,25 % + FQ 100 % (T6). El Biol presentó nitrógeno (1,65 %), fósforo (2,98 %) y potasio (1,25 %), además de calcio y magnesio. La aplicación de tres dosis de Biol (1; 1,25 y 1,5 %) incrementó la altura de planta y longitud de raíz, así como el rendimiento del frijol caupí, en comparación con el testigo. Los porcentajes de incremento alcanzados con el Biol fueron menores que los del FQ, el cual a su vez fue superado por el Biol 1,25 % + FQ. Respecto al maíz, el Biol aumentó los parámetros de crecimiento y rendimiento en la biomasa aérea en comparación con el testigo. Los porcentajes de incremento alcanzados con el Biol superaron al FQ en cuanto al número de hojas, longitud de raíz, biomasa de raíz, pero no en la biomasa aérea ni en el rendimiento en biomasa aérea fresca. El Biol incrementó la fertilidad microbiana del suelo expresada como número de unidades formadoras de colonias de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato por gramo de suelo a la cosecha del frijol caupí y maíz amarillo duro respecto al testigo y FQ. Se demostró el efecto benéfico del Biol de residuos de pescado en el desarrollo de frijol caupí y maíz y en la fertilidad microbiana del suelo.

Palabras clave: Biol, residuos de pescado, microorganismos rizosféricos, frijol caupí, maíz.

Abstract

Agricultural crops such as *Vigna unguiculata* L. Walp "cowpea bean" and *Zea mays* L. "corn" require chemical fertilizers to supply the necessary nutrients; however, their inadequate application contaminates the environment. The objective of the research was: To determine the effect of fish waste Biol on the yield and rhizospheric microorganisms of cowpea and corn. The Biol provided by the Association of Artisanal Producers of Hydrobiological Products of the Santa Rosa Fishing Center was analyzed to determine the physical, chemical and biological characteristics and was applied under field conditions on cowpea bean crops INIA 432-Vaina Verde variety and Dekalb hybrid hard yellow corn (DK-7508), under a completely randomized block design with six treatments: Control (T1), Chemical fertilizer, FQ (T2), Biol 1 % (T3), Biol 1.25 % (T4), Biol 1.5 % (T5) and Biol 1,25 % + FQ 100 % (T6). Biol presented nitrogen (1.65 %), phosphorus (2.98 %) and potassium (1.25 %), in addition to calcium and magnesium. The application of three doses of Biol (1; 1.25 and 1.5 %) increased plant height and root length, as well as the components and yield of cowpea, compared to the control. The percentage increases achieved with Biol were lower than those of FQ, which in turn was surpassed by Biol 1.25 % + FQ. With respect to corn, Biol increased the parameters of vegetative growth and yield in fresh and dry aerial biomass, compared to the control. Percentage increases achieved with Biol exceeded FQ in leaf number, root length, fresh and dry root biomass, but not in fresh and dry aerial biomass or fresh aerial biomass yield. Biol increased soil microbial fertility expressed as number of colony-forming units of nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing microorganisms per gram of soil at harvest of cowpea and hard yellow corn with respect to the control and FQ. The beneficial effect of fish waste Biol on cowpea and maize development and soil microbial fertility was demonstrated.

Key words: Biol, fish residues, rhizospheric microorganisms, cowpea bean, maize.

I. INTRODUCCIÓN

Los cultivos agrícolas requieren de los fertilizantes químicos para suplir los nutrientes necesarios para su desarrollo (Rouphael y Colla, 2020); sin embargo, la eficiencia aparente de recuperación (ER) bajo condiciones favorables para el nitrógeno (N) proveniente del fertilizante es de 50-70 %, para el fósforo (P) de 10-25 % y para el potasio (K) de 50-60 % (Ahmed et al., 2017; González et al., 2016). La urea es la principal fuente de nitrógeno aplicada y en el suelo es convertida en amoníaco que puede volatilizarse u oxidarse hasta nitrato. Este compuesto se pierde por lixiviación, desnitrificación y escorrentía (Timsina, 2018), contribuye a la eutroficación de las aguas y la reducción microbiana origina óxidos de nitrógeno con efecto invernadero (Soto et al., 2019; Bolaños et al., 2017).

El fósforo es uno de los macronutrientes esenciales para el crecimiento vegetal; sin embargo, la concentración de este elemento soluble es muy baja en el suelo ($400\text{-}1260\text{ mg kg}^{-1}$) y se necesita la aplicación de fertilizantes químicos como el superfosfato triple, fosfato monoamónico, fosfato diamónico y polifosfato de amonio (Joe et al., 2018); no obstante, más del 85 % del fósforo aplicado proviene del recurso no renovable roca fosfórica y dependiendo de la características calcáreas o alcalinas del suelo, el fósforo vuelve a precipitar en formas que no constituyen una fuente del nutriente (Ahuja et al., 2020).

Los fertilizantes orgánicos líquidos como el Biol, provenientes de la fermentación anaerobia de los residuos de pescado contienen los nutrientes necesarios para los cultivos agrícolas (Delgado et al., 2019; Thendral y Geetha, 2019); sin embargo, aquellos cuyas características no han sido evaluadas en forma correcta, contaminan el ambiente y son riesgosos para la salud humana por la presencia de patógenos o metales pesados (Chuan et al., 2017). Asimismo, previo a su aplicación con o sin fertilizante químico, se requiere investigar a nivel de campo, el impacto en el rendimiento de cultivos importantes

para la región Lambayeque como son *Vigna unguicuata* L. Walp “frijol caupí” y *Zea mays* L. “maíz” y los microorganismos rizosféricos asociados. Por tanto, se planteó la siguiente investigación cuyo problema fue: ¿Cuál es el efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de *Vigna unguicuata* L. Walp y *Zea mays* L.? La hipótesis fue: El Biol de residuos de pescado incrementa el rendimiento y los microorganismos rizosféricos de *Vigna unguicuata* L. Walp y *Zea mays* L.

El objetivo general de la investigación fue: Determinar el efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de *Vigna unguicuata* L. Walp y *Zea mays* L. Los objetivos específicos fueron: Identificar las características físico-químicas y biológicas del Biol de residuos de pescado, comparar el efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en el crecimiento y rendimiento de *Vigna unguicuata* L. Walp y *Zea mays* L., así como en la fertilidad microbiana expresada como número de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico.

El uso de fertilizantes orgánicos como el Biol es económicamente factible y se enmarca en una agricultura no contaminante. Los residuos de pescado son de bajo costo, fácil disponibilidad y cuando no son dispuestos de manera adecuada contaminan el ambiente. Los resultados de la investigación realizada junto a la Asociación de Productores Artesanales de Productos Hidrobiológicos del Centro Pesquero de Santa Rosa “APAPHCEPES”, en la región Lambayeque, validan la efectividad del Biol, en beneficio de los cultivos agrícolas y la fertilidad microbiana del suelo, con disminución del impacto de los fertilizantes químicos en el ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Suárez et al. (2022) investigaron las características físicas y químicas del Biol de residuos de pescado en Lambayeque. Los tratamientos para la obtención del Biol fueron T1: 10 % melaza (M), 10 % consorcio microbiano (CM), 40 % agua de clorada (AD), 40 % de residuo hidrobiológico (RH), T2: 10 % M + 10 % CM + 40 % AD + 35 % RH + 5 % descarte hidrobiológico (DH), T3: 10 % M + 10 % CM + 35 % AD + 40 % RH + 5 % DH, T4: 10 % M + 10 % CM + 30 % AD + 50% RH y T5: 10 % M + 10 % CM + 25 % AD + 55 % RH. El biol obtenido con T3 presentó un pH de 4,3, materia orgánica (40,7 %), nitrógeno (1,65 %), fósforo (2,98 %) y potasio (1,25 %), además de calcio (1,68 %) y magnesio (0,53 %), características por las que fue aceptado como abono orgánico para uso en la agricultura no contaminante.

Florez et al. (2020) determinaron la fitotoxicidad y características de un fertilizante líquido (FL) elaborado mediante fermentación láctica de subproductos del procesamiento de *Oncorhynchus mikyss* “trucha”. En la elaboración del FL se utilizaron los subproductos estómago, intestino, hígado, corazón, sangre y gónadas, derivados del eviscerado de las truchas. En el proceso, las vísceras se molieron, mezclaron, se sometieron a hidrólisis enzimática con proteasas al 0,33 % (p/v) y a 60 °C – inactivado a 85 °C por 20 minutos, colado, mezclado con melaza y con un consorcio de bacterias lácticas como inóculo y se incubaron a 40 °C durante 5 días. El FL presentó aminoácidos (3,2 g 100 g⁻¹), proteínas (6,2 g 100 g⁻¹), nitrógeno (12 040 mg L⁻¹), fósforo (1 189 mg L⁻¹), potasio (5 540 mg L⁻¹) y no presentó *Escherichia coli* ni *Salmonella* sp. En la prueba de fitotoxicidad en semillas de *Lactuca sativa* “lechuga” las concentraciones de FL 0,1 – 0,001 % no presentaron sustancias fitotóxicas y el valor del índice de

germinación fue mayor de 80 %. Los resultados evidenciaron que el FL de subproductos de trucha puede ser utilizado para beneficio de las plantas.

Saputra et al. (2022) determinaron el efecto de aminoácidos de pescado, aplicados como fertilizante líquido orgánico (FAA), en el rendimiento del cultivo intensivo de *Oryza sativa* L. “arroz”. El ensayo se realizó en condiciones de invernadero, bajo un diseño completamente aleatorio con cinco tratamientos: Testigo (T0), 1 mL FAA L⁻¹ (T1), 2 mL FAA L⁻¹ (T2), 3 mL FAA L⁻¹ (T3) y 4 mL FAA L⁻¹ (T4). La aplicación de FAA afectó de forma significativa la absorción de fósforo, el peso de la biomasa fresca, el peso del grano y la productividad del cultivo, pero no afectó significativamente la absorción de potasio, el peso de la biomasa seca y el peso de 100 granos de arroz. El tratamiento con mayor efecto fue T1 que incrementó más de 20 % la absorción de fósforo y más de 30 % el peso seco y la productividad del arroz, en comparación con el testigo. Se demostró que los aminoácidos de pescado constituyen un fertilizante para el cultivo del arroz.

Kusuma et al. (2021) investigaron el efecto de un fertilizante líquido obtenido con residuos de pescado en el crecimiento de *Oryza sativa* L. cultivar Barak Cerana. El fertilizante se aplicó en las semillas por inmersión durante 6 horas antes de la siembra. El ensayo se condujo bajo un diseño completamente aleatorio con ocho tratamientos correspondientes a las concentraciones 0,5 % (T1); 1 % (T2); 1,5 % (T3); 2 % (T4); 2,5 % (T5); 3 % (T6) y los testigos fueron fertilizante (T0) y bacterias promotoras de crecimiento en plantas, PGPR (T7). Transcurridos 15 días de la siembra se determinó que el tratamiento con mayor efecto fue T5 con el que se alcanzó el mayor porcentaje de germinación (88,18 %), mayor altura de planta (28,78 cm) y longitud de las raíces (20,74 cm), en comparación con el testigo T0 cuyos valores fueron de 54,90 %; 26,52 cm y 14,88 cm. Se demostró el efecto benéfico del fertilizante líquido de residuos de pescado en la germinación y crecimiento de plántulas de arroz.

Choi (2020) investigó el efecto de fertilizantes líquidos orgánicos en la actividad biológica y productividad de *Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme “tomate cherry”. Los tratamientos fueron mezclas procesadas con huesos de pescado (BF), residuos de pescado más ácido fosfórico (FP), aceite sésamo (SO), pez estrella (SF) y el testigo no tratado. A cada planta se le aplicaron 300 mL del fertilizante, dos veces por semana, desde 2 semanas después de la

siembra hasta la cosecha. El número y diversidad de bacterias, invertebrados, así como la longitud y peso de las lombrices de tierra se incrementaron y alcanzaron los mayores valores con SF. El rendimiento de frutos fue de 4,5 kg planta⁻¹ con BF y 4,2 kg planta⁻¹ con SF, con diferencias significativas frente al testigo (3,1 kg planta⁻¹). Los fertilizantes BF y SF demostraron su potencial fertilizante en el tomate.

Herawati et al. (2020) investigaron el efecto de ocho formulaciones orgánicas líquidas en *Glycine max* “soya”. El ensayo se realizó en condiciones de campo, bajo un diseño de bloques aleatorizados con nueve tratamientos: Agua (T0), Jacinto de agua o BioEcgon (T1), T1 + gorgojos de banana (T2), T1+huesos de pescado (T3), T1+ cáscaras de huevo (T4); T1+T2+T3 (T5); T1+T2+T4 (T6); T1+T3+T4 (T7) y T1+T2+T3+T4(T8). Los fertilizantes orgánicos se aplicaron una vez a la semana por seis veces. Los mayores valores en el número de hojas se alcanzaron con T5 y T6 y en la altura de plantas con T5 y T7. Asimismo, los mayores rendimientos en el peso de semillas (3,90-3,99 t ha⁻¹) correspondieron a T8, T7 y T5, con diferencias estadísticas frente a 1,87 t ha⁻¹ con T0. Se evidenció la efectividad de las formulaciones como fertilizantes en soya.

Acosta (2019) investigó la efectividad agronómica del abono líquido Biol obtenido por fermentación de diferentes estiércoles. La digestión aerobia por 7 días y anaerobia por 60 días se realizó con estiércol de vacuno (T1), cuy (T2), aves de engorde (T3) y porcino (T4), todos en mezcla con rastrojo, yogurt, chicha de jora, melaza y cáscaras de huevo. Los rendimientos de Biol fueron de 83 % (T3), 76 % (T2), 60 % (T1) y 50 % (T4). El Biol T3 con 1708 mg L⁻¹ de nitrógeno, 329 mg L⁻¹ de fósforo, 5760 mg L⁻¹ de potasio y menos de 1,8 NMP/100 mL de coliformes totales incrementó la altura de planta, número de hojas y peso de raíces del cultivo de rabanito. Se demostró la efectividad agronómica del Biol de estiércol de aves de engorde.

Delgado et al. (2019) obtuvieron Biol y Biosol por fermentación anaerobia de vísceras de *Oncorhynchus mikyss* “trucha” y *Trachurus murphyi* “jurel” y determinaron el efecto de su aplicación en *Lactuca sativa* “lechuga” y *Raphanus sativus* “rabanito” Se fermentaron diferentes proporciones de vísceras-agua (75-25; 65-35 y 50-50) y levadura (0,6; 0,7 y 0,8 %). A los 90 días, el fertilizante obtenido con la proporción 75 vísceras de jurel-25 de agua alcanzó las mayores

concentraciones de N (0,56 %), P (1732,56 ppm) y K (0,046 %). Transcurridos 20 días de la aplicación del Biol y Biosol de trucha y jurel, se incrementó el crecimiento de las plantas de lechuga y rabanito, en comparación con los testigos no aplicados. Los residuos de pescado fermentados constituyen un fertilizante que incrementa el desarrollo vegetal.

Gutiérrez et al. (2019), obtuvieron Biol para determinar el efecto en el cultivo de *Medicago sativa* “alfalafa”. Una mezcla de estiércol de vacuno, suero de leche, sangre de vacuno, harina de huevos y vísceras de pollo y pescado, se llevó a fermentación por 60 días. A continuación, se realizó un ensayo en condiciones de campo, con tres tratamientos: un testigo no aplicado (T0), 5 mL de Biol diluído en 5 L de agua (T1) y 7,5 mL de Biol diluído en 5 L de agua (T2). La aplicación del fertilizante se realizó 10 días después del corte, con intervalos de 20,30, 40 y 55 días. Después de 60 día la altura de las plantas fue de 62 cm (T0), 73 cm (T1) y 85 cm (T2) y el rendimiento en base fresca y seca fue de 1,45; 1,98 y 2,63 kg, así como 20,35; 21,04 y 23,00 respectivamente. Se concluyó que el Biol es una alternativa para la fertilización ecológica.

2.2 Base teórica

La teoría de la “Infalibilidad Microbiana” sostiene que todo compuesto orgánico, sintetizado por seres vivos puede ser degradado por los microorganismos (Alexander, citado por Contreras, 2017). Dependiendo del nivel de procesamiento o especie de pescado, el 30-45 % del peso original corresponde a los residuos, con los cuales se pueden obtener emulsiones, hidrolizados, ensilados, compost y digeridos o fertilizantes orgánicos (Ahuja et al. 2020). La metanogénesis es la degradación microbiana anaerobia de la materia orgánica, hasta biogas, un sólido digerido o Biosol y un líquido estabilizado o Biol (León et al., 2019). El nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y aminoácidos en el Biol, evidencian su potencial como fertilizante en la agricultura (Thendral y Geetha, 2019) no contaminante (San Martins et al., 2015).

Los fertilizantes orgánicos como el Biol constituyen una alternativa no contaminante para disminuir la aplicación de nutrientes sintéticos en los cultivos agrícolas (Shuqin y Fang, 2018). Pueden aportar macro y micronutrientes para las plantas, mejoran las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, son aplicados en todo tipo de suelos, favorecen la calidad de los

productos, son de bajo costo y contienen abundante materia orgánica (Timsina, 2018). El manejo de la materia orgánica en el suelo es una herramienta para producir alimentos a nivel mundial, sin contaminar el ambiente (Wood y Baudronc, 2018).

2.2.1 Biol obtenido por digestión anaerobia de los residuos de pescado

El Biol es obtenido por fermentación anaerobia de los residuos de pescado industriales, procesamiento artesanal o de mercado: especímenes de descarte, cabezas, huesos, vísceras, escamas con *Saccharomyces cerevisiae* por 15 días (Lakhal et al., 2017), *Bacillus subtilis* por 25 días (Aranganathan y Radhika, 2016), *Pseudomonas stutzeri* y *Bacillus flexus* por 4 días (Rishitha y Rao, 2019), con levadura por 90 días (Delgado et al., 2019), con ácido acético (San Martins et al., 2015) o sin adición de microorganismos ni enzimas durante 15 días (Thendral y Geetha, 2019).

La composición del fertilizante orgánico depende de las especies de pescado, sexo, nivel nutricional y edad. En promedio la mayoría de pescados presentan 15-30 % de proteína, 0-25 % de grasa y 50-80 % de humedad. El Biol obtenido después de 15 días de fermentación presentó humedad (73,6 %), nitrógeno (1,49 %), fósforo (0,52 %), potasio (0,48 %) y cenizas (5,83 %), además de calcio y magnesio (Thendral y Geetha, 2019). El análisis del Biol obtenido después de 25 días de fermentación demostró humedad (76,4 %), hierro (50,51 mg/kg), carbono (56,31 %), zinc (5,66 %), nitrógeno (1 %), fósforo (0,39 %), potasio (0,37 %), además de calcio, magnesio, azufre, manganeso y cobre (Aranganathan y Radhika, 2016).

Los aminoácidos como la metionina que es precursor de las fitohormonas, son la fracción activa de la materia orgánica del Biol. Los aminoácidos esenciales presentes en este fertilizante son la arginina, treonina, valina, isoleucina, metionina, leucina, lisina y triptófano, además de ácido aspártico, ácido glutámico, asparagina, glutamina, glicina, tirosina, histidina, isoleucina, fenilalanina, leucina y prolina (Thendral y Geetha, 2019). Asimismo, los ácidos grasos que contiene: octadecanoico, hexadecanoico y oleico entre otros, constituyen fuentes de carbono para el incremento de la fertilidad del suelo (Aranganathan y Radhika, 2016).

2.2.2 Microorganismos rizosféricos

Las bacterias que benefician a las plantas se establecen en la rizósfera o dentro de los tejidos vegetales y se les denomina rizobacterias promotoras de crecimiento o plant growth promoting rhizobacteria, PGPR (Palacio et al., 2016). Las PGPR presentan mecanismos directos e indirectos. La promoción directa se atribuye a la fijación de N, síntesis de fitohormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas), vitaminas y enzimas, disponibilidad de hierro, solubilización de fósforo inorgánico y mineralización de fosfato orgánico. En la promoción indirecta, las PGPR disminuyen el impacto negativo de los fitopatógenos mediante la síntesis de antibióticos, captura de hierro, producción de cianuro de hidrógeno, quitinasas, B- 1,3 glucanasas, proteasas y lipasas con actividad antifúngica, competencia por el espacio y disminución del estrés por el etileno (Goswami et al., 2016).

El efecto bioestimulante de las PGPR y de los hongos micorrízicos se evidencia con un sistema radicular más vigoroso (mayor volumen y número de raíces laterales) y el aumento de la absorción y translocación de nutrientes, mejora de la capacidad fotosintética, el sistema de defensa antioxidativo, la regulación de fitohormonas como las auxinas, ácido abscísico, citoquininas, etileno y giberelinas, la actividad de los transportadores de nutrientes, producción de enzimas y de compuestos orgánicos de bajo (aminoácidos, azúcares, compuestos fenólicos) y alto (mucílagos, proteínas) peso molecular, en la rizósfera (Rouphael y Colla, 2018).

2.3 Definición de términos básicos

- **Biol:** Es el líquido estabilizado, producto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica (León et al., 2019), como los residuos del pescado, provenientes del procesamiento industrial, artesanal o de mercado del pescado (especímenes de descarte, cabezas, huesos, vísceras, escamas), fermentados con *S. cerevisiae* (Lakhal et al., 2017), *B. subtilis* (Aranganathan y Radhika, 2016), *P. stutzeri* y *B. flexus* (Rishitha y Rao, 2019) o sin adición de microorganismos (Thendral y Geetha, 2019).

- **Descartes de recursos hidrobiológicos:** Recursos hidrobiológicos (enteros o piezas) que debido a su condición de alteración, descomposición o contaminación son considerados no aptos para el consumo humano por el

encargado de realizar el control de calidad o por el órgano competente en materia de sanidad pesquera (D.S. N° 017-2011-PRODUCE, 2011).

- **Residuos de recursos hidrobiológicos:** Residuos constituidos por las pérdidas de los recursos hidrobiológicos generadas durante las actividades de procesamiento para el consumo humano directo, así como los generados durante las tareas previas realizadas en los desembarcaderos pesqueros artesanales (D.S. N° 017-2011-PRODUCE, 2011).

- **Residuos de pescado:** Especímenes muertos o deteriorados, recortes, cabezas, intestinos, colas, aletas, piel, escamas y huesos de pescado (Ahuja et al., 2020).

- **Microorganismos rizosféricos:** Microorganismos que viven asociados a las raíces de las plantas, estimulando y facilitando su desarrollo, con dosis mínimas de fertilizantes químicos. Estos microorganismos incluyen bacterias, pero también hongos. El término rizobacterias promotoras de crecimiento en plantas o PGPR, se utilizó en un inicio para las bacterias que al aplicarlas al suelo colonizan las raíces de las plantas y mejoran su crecimiento. En la actualidad se usan como inoculantes microbianos para favorecer la fertilización, estimulación y potenciar el control biológico (López et al., 2018).

- **Rendimiento:** El rendimiento de un cultivo seleccionado es el obtenido en un área de análisis, según las prácticas de producción agrícola existente (nivel de entrada), expresado en toneladas por hectárea (FAO, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

El material estuvo constituido por el Biol de residuos de pescado, semillas de *Vigna unguiculata* L. Walp “frijol caupí” INIA 432 – Vaina Verde, *Zea mays* L. “maíz amarillo duro” híbrido DeKalb (DK – 7508), *Raphanus sativus* L. “rabanito” variedad Crimson Giant y bulbos-semilla de *Allium cepa* L. “cebolla roja para encurtido”.

3.2 Población y muestra

En la investigación descriptiva la población correspondió al Biol de residuos de pescado, obtenido por la Asociación de Procesadores Artesanales de Productos Hidrobiológicos del Centro Pesquero de Santa Rosa “APAPHCEPES”, en la provincia de Chiclayo, región Lambayeque y se investigó una muestra no probabilística y por conveniencia de 10 L, cedida por APAPHCEPES. En la investigación explicativa, la población y muestra de estudio no probabilísticas y por conveniencia fueron las plantas de frijol caupí y maíz amarillo duro en los dos surcos centrales de 18 parcelas cada uno, con cuatro surcos en cada parcela.

3.3 Métodos

3.3.1 Variables

Variable Independiente: Fertilizante (Químico, FQ; Biol 1 %; Biol 1,25 %; Biol 1,5 %; Biol 1,25 % + FQ).

Variable Dependiente: Desarrollo de *Vigna unguiculata* y *Zea mays* (crecimiento y rendimiento).

Microorganismos rizosféricos (fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico).

3.3.2 Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

En la investigación explicativa se realizaron dos ensayos independientes en los cultivos de frijol caupí y maíz amarillo duro, bajo el diseño experimental de bloques completamente aleatorios (BCA), con seis tratamientos, tres bloques y 18 unidades experimentales por cultivo (Figura 1). En cada ensayo los tratamientos fueron: Testigo absoluto (T1), Testigo químico (T2), Biol 1 % (T3), Biol 1,25 % (T4), Biol 1,5 % (T5) y Biol 1 % + fertilizante químico 100 % (T6).

3.3.3 Características físico-químicas y biológicas del Biol de residuos de pescado

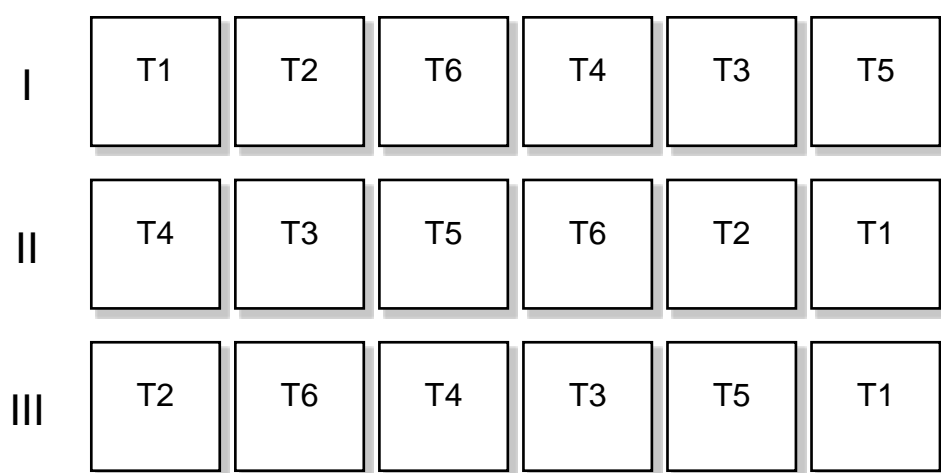
Al Biol de residuos de pescado se le realizó la caracterización físico-química en el Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Chiclayo. Se determinó el pH, conductividad eléctrica (dS m^{-1}), humedad (%), materia seca (%), cenizas (%), materia orgánica (%), carbono (%), nitrógeno (%), fósforo (%), potasio (%), relación C/N, calcio (mg L^{-1}), magnesio (mg L^{-1}), sodio (mg L^{-1}), carbonatos (mg L^{-1}), bicarbonatos (mg L^{-1}) y cloruros (mg L^{-1}).

El análisis biológico correspondió al recuento microbiológico y la fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado, ejecutados ambos en el Laboratorio del Centro de Investigación para el Fomento Sostenible (CIFOS) en Pimentel. En el análisis microbiológico se realizó el conteo de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* (Lakhal et al., 2017), de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 360.506.2020, denominada “CALIDAD DE AGUA. Coliformes totales, coliformes termotolerantes (fecales) y *Escherichia coli*. Método de ensayo por fermentación en tubos múltiple” (INACAL, 2020, anexo 1).

La fitotoxicidad se determinó en semillas de rabanito var. Crimson Giant y bulbos-semilla de cebolla roja para encurtido. El efecto fitotóxico del Biol de residuos de pescado en la germinación de semillas de rabanito var. Crimson Giant, se determinó en placas de Petri acondicionadas con papel absorbente, previamente esterilizado y posteriormente humedecido con 10 mL de tres diluciones en solución salina esterilizada (NaCl 0,85 % p/v) del Biol de residuos de pescado (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) y solución salina esterilizada como testigo (75 % de humedad), correspondientes a cuatro tratamientos, tres repeticiones por tratamiento y 20 semillas por repetición.

Figura 1

Diseño experimental de Bloques Completamente Aleatorios (BCA) para determinar el efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizósfericos de Vigna unguiculata y Zea mays, Ferreñafe 2022.



T1 = Testigo absoluto

T4 = Biol 1,25 %

T2 = Testigo químico

T5 = Biol 1,5 %

T3 = Biol 1 %

T6 = Biol 1 % + fertilizante químico 100 %

Las placas de Petri se taparon y se cubrieron con papel Kraft durante 120 horas, a temperatura ambiente (20°C). Al término, se realizó el recuento de semillas germinadas, la medición de la longitud de las radículas emergidas y el cálculo del porcentaje de germinación relativo, (PGR), crecimiento relativo de radícula (CRR) e índice de germinación (IG) (Lakhal et al., 2017).

$$\text{PGR (\%)} = \frac{\text{Número de semillas germinadas en la dilución}}{\text{Número de semillas germinadas en el testigo}} \times 100$$

$$\text{CRR (\%)} = \frac{\text{Longitud promedio de radículas en la dilución}}{\text{Longitud promedio de radículas en el testigo}} \times 100$$

$$\text{IG (\%)} = \frac{\text{PGR} \times \text{CRR}}{100}$$

El nivel de fitotoxicidad se estableció considerando la relación entre el IG y la cantidad de sustancias fitotóxicas: $\text{IG} \geq 80 \%$, ausencia o muy baja cantidad de sustancias fitotóxicas (nivel bajo de fitotoxicidad), $80 \% > \text{IG} > 50 \%$, presencia moderada de sustancias fitotóxicas (nivel moderado de fitotoxicidad), $\text{IG} \leq 50 \%$, presencia fuerte de sustancias fitotóxicas (nivel severo de fitotoxicidad).

El efecto fitotóxico del Biol de residuos de pescado en el crecimiento de las raíces de bulbos-semilla de cebolla roja para encurtido, se determinó en vasos de vidrio de 75 mL de capacidad con 70 mL de tres diluciones decimales (en agua potable decolorada por 24 horas) del Biol de residuos de pescado (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), 70 mL de agua potable decolorada como testigo 1 y 70 mL de una solución de CuSO_4 ($0,25 \text{ gL}^{-1}$) como testigo 2, correspondientes a cinco tratamientos, doce repeticiones por tratamiento y un bulbo semilla por repetición (Figuras 2, 3).

Los bulbos-semilla de cebolla roja para encurtido previamente se mantuvieron en agua potable decolorada durante 36 horas y se seleccionaron aquellos con raíces de 1 - 2 cm de longitud. Los tratamientos se ubicaron en una mesa estable a temperatura ambiente (20 °C) durante 120 horas sin iluminación directa. Transcurridas las 120 horas, con una regla (mm) se determinaron los valores mínimo y máximo en la longitud de las raíces y se registró el valor medio observado en la mayoría de las raíces.

Figura 2

Muestras para el ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en envase de producto comercializado (a), frasco de vidrio (b), dilución 10^{-1} (c), 10^{-2} (d), 10^{-3} (e) y solución de CuSO_4 (f), Pimentel 2022.

**Figura 3**

Ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en bulbos-semilla de *Allium cepa* L., Pimentel 2022.



En cada tratamiento se registraron doce valores en la longitud de raíces, se eliminaron el mayor y el menor valor y se promediaron los diez valores restantes, para después calcular el porcentaje de inhibición respecto a los testigos 1 y 2 (Benavides y Plasencia, 2012):

$$\text{Inhibición (\%)} = \frac{\left[\frac{\text{Longitud de raíces}}{\text{en el testigo}} \right] - \left[\frac{\text{Longitud de raíces}}{\text{en la dilución}} \right]}{\left[\frac{\text{Longitud de raíces}}{\text{en el testigo}} \right]} \times 100$$

3.3.4 Efecto de tres dosis de Biol de residuos de pescado en el crecimiento y rendimiento de *Vigna unguiculata* L. Walp “frijol caupí” y *Zea mays* “maíz amarillo duro”

El efecto de tres dosis del Biol de residuos de pescado en el crecimiento y rendimiento de frijol caupí y maíz amarillo duro se determinó en dos ensayos independientes para cada cultivo en el distrito de Ferreñafe, Lambayeque, durante febrero – abril (frijol caupí) y febrero – mayo (maíz amarillo duro). El campo experimental se ubicó en el distrito y provincia de Ferreñafe, en el Instituto Nacional de Educación Superior Tecnológico Peruano “Enrique López Albújar”. Ferreñafe tiene una superficie territorial de 62,18 km², con una altitud promedio de 37 msnm, entre las coordenadas 06°38' latitud sur y 79°48' longitud oeste (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019; Secretaría de Gobierno y Transformación Digital, s.f.).

a. Preparación del campo experimental

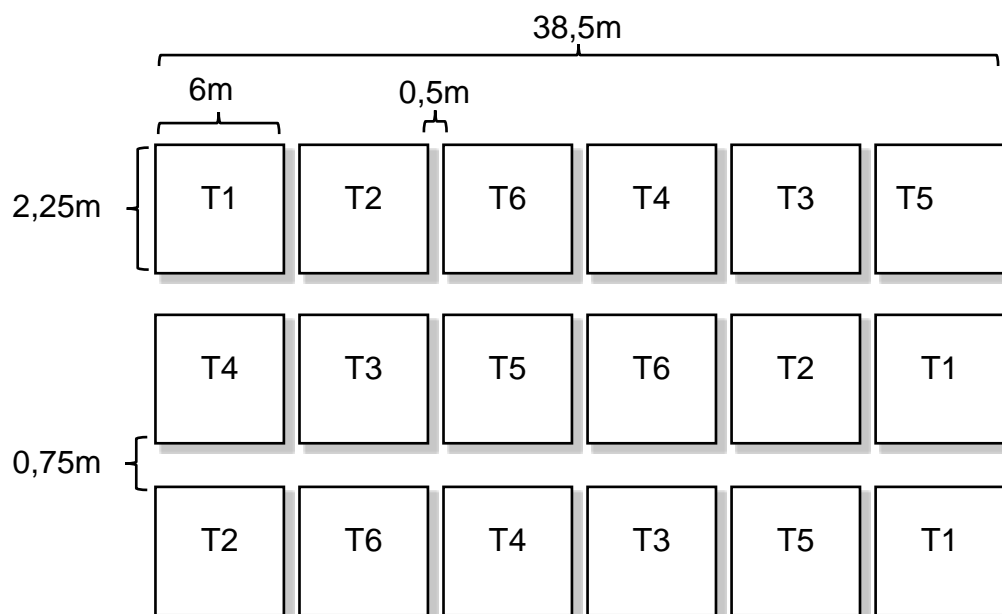
En la preparación del campo experimental se realizaron labores de aradura, cruzado, delimitación de los diferentes bloques y parcelas de acuerdo al diseño experimental e instalación de las mangueras de riego por goteo, del agua procedente de un pozo tubular con una bomba sumergible de 2 pulgadas. En la parte externa del pozo se encontraba la válvula de aire, un filtro de anillos y un manómetro que controlaba la presión de agua con un máximo de 20 psi (Figuras 4, 5).

Figura 4

Aradura del suelo durante la preparación del campo experimental, Ferreñafe 2022.

**Figura 5**

Croquis de ubicación de parcelas por cultivo agrícola en el campo experimental. Ferreñafe, Lambayeque, 2022.



Características del campo experimental:

Parcela

✓ Largo	6,00 m (frijol, maíz)
✓ Ancho	2,25 m (frijol, maíz)
✓ Área	13,5 m ² (frijol, maíz)
✓ Número de surcos por parcela	4 (frijol, maíz)
✓ Largo de surco	6,00 m (frijol, maíz)
✓ Distanciamiento entre surcos	0,75 m (frijol, maíz)
✓ Distanciamiento entre golpes	0,25 m (frijol) 0,40 m (maíz)
✓ Número de golpes por surco	24 (frijol) 15 (maíz)
✓ Número de plantas por golpe	3 (frijol, maíz)
✓ Separación entre parcelas	0,75 m

Bloque

✓ Número de bloques	3 (frijol, maíz)
✓ Ancho	2,25 m (frijol, maíz)
✓ Largo	38,50 m (frijol, maíz)
✓ Área	82,63 m ² (frijol, maíz)
✓ Distanciamiento entre bloques	0,75 m (frijol, maíz)

Campo experimental

✓ Largo (por cultivo)	38,50 m (frijol, maíz)
✓ Ancho (por cultivo)	8,25 m (frijol, maíz)
✓ Área (por cultivo)	317,63 m ² (frijol, maíz)
✓ Área total del experimento	711,00 m ²
✓ Área neta del experimento	635,25 m ²

b. Análisis físico-químico del suelo experimental

En el campo experimental para el cultivo de frijol caupí y maíz amarillo duro se recolectaron en forma independiente submuestras de 200 g de suelo a una profundidad de 20 cm en tres puntos ubicados en zig-zag por parcela. Las nueve submuestras de las tres parcelas por tratamiento se mezclaron entre sí, totalizando 1,8 kg, las que se homogeneizaron mediante el método de cuarteo y amontonamiento (Contreras y Carreño, 2018) y se colectó una muestra representativa de 0,1 kg para el análisis microbiológico en el Laboratorio del

Centro de Investigación para el Fomento Sostenible (CIFOS) en Pimentel. El suelo restante (1,7 kg) de cada uno de los seis tratamientos, se mezcló y recolectó una muestra representativa de 1 kg para el análisis físico-químico en el Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Chiclayo.

Según el análisis físico-químico (Tabla 1, anexo 2), el suelo para el cultivo de frijol caupí fue salino potencialmente sódico, con una conductividad eléctrica de $10,08 \text{ dSm}^{-1}$, medianamente básico (pH 7,85), contenido bajo de materia orgánica (1,2 %) y fósforo (6,7 ppm) y contenido medio de potasio (120 ppm). El suelo para el cultivo de maíz amarillo duro fue salino potencialmente sódico, con una conductividad eléctrica de $11,32 \text{ dSm}^{-1}$, medianamente básico (pH 7,65), contenido bajo de materia orgánica (0,7 %) y contenido medio de fósforo (25 ppm) y potasio (117 ppm).

El análisis microbiológico consistió en el recuento de bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fosfato. En cada muestra de suelo rizosférico se realizaron seis diluciones decimales consecutivas para lo cual se pesaron 10 g de suelo, se depositaron en un frasco de vidrio esterilizado con 90 mL de solución salina esterilizada (NaCl 0,85 %, p/v) y se homogeneizaron durante 1 minuto (dilución 10^{-1}), se tomó 1 mL y se llevó a un tubo de ensayo con 9 mL de solución salina esterilizada (dilución 10^{-2}) y así sucesivamente hasta la dilución 10^{-6} . De las diluciones seleccionadas (10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6}) se tomaron por triplicado 0,1 mL y se depositaron en el centro de placas de Petri con agar libre de nitrógeno (NFb) para las bacterias fijadoras y con agar National Botanical Research Institute Phosphate (NBRIP) para la solubilizadoras de fosfato (Anexo 3).

El inóculo bacteriano se distribuyó en la superficie del medio de cultivo con ayuda de una espátula de vidrio de Drigalski y se incubó a 30°C por 7 días. Al término de la incubación, en el agar NFb se contaron las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) presentes en dos placas de diluciones consecutivas con 30-300 UFC, y en el agar NBRIP en la placa de la mayor dilución y el menor número de UFC con halos de solubilización.

Tabla 1

Análisis físico-químico del suelo experimental en el Instituto Nacional de Educación Superior Tecnológico Peruano “Enrique López Albújar”, Ferreñafe

Cultivo	Clase textural	pH	CE (dSm ⁻¹)	MO (%)	P (ppm)	K (ppm)	CaCO ₃ (%)	CIC (meq 100g ⁻¹)	PSI (%)	Tipo de suelo	Saturación (%)
<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp	Franco arcilloso arenoso	7,85	10,08	1,20	6,70	120	3,45	14,47	10,28	Salino potencialmente sódico	38,72
<i>Zea mays</i> L.	Franco arenoso	7,65	11,32	0,70	25,00	117	3,52	14,26	11,05	Salino potencialmente sódico	36,83

Métodos empleados

- Textura:	Método del hidrómetro	- Carbonato disponible:	Método gaso-volumétrico
- pH:	Potenciómetro	- Capacidad de intercambio catiónico:	Saturación con acetato de amonio
- Conductividad eléctrica:	Conductímetro	- Porcentaje de sodio intercambiable:	Cálculo
- Materia orgánica:	Método de Walkley y Black	- Tipo de suelo:	Interpretación
- Nitrógeno:	Método del Kjeldahl		
- Fósforo disponible:	Método del Olsen modificado		
- Potasio disponible:	Extracción con acetato de amonio		

El cálculo de UFC fijadoras de nitrógeno se realizó según:

$$N = \frac{\sum C}{V \times 1,1 \times d}$$

Donde:

ΣC: Suma de las colonias contadas en tres placas de Petri de las dos diluciones consecutivas con 30-300 colonias

V: Volumen de inóculo utilizado en cada placa, en mililitros

d: Dilución correspondiente a la menor dilución seleccionada

El resultado para el recuento de bacterias solubilizadoras de fosfato inorgánico se expresó en unidades formadoras de colonias:

$$\text{UFC g}^{-1} = \frac{\text{Colonias contadas}}{(\text{Factor de dilución}) \times (\text{Volumen de inóculo})}$$

c. Registro de datos metereológicos

Durante el periodo de cultivo se registraron las temperaturas máxima, mínima y media, humedad relativa y precipitación. La temperatura media osciló entre 23,2°C y 19,6°C para febrero y mayo, respectivamente

d. Características de las especies vegetales cultivadas

Se sembraron semillas de *Zea mays* L. “maíz”; amarillo duro, híbrido DeKalb – 7508, *Vigna unguiculata* L. Walp “frijol caupí”, variedad INIA 432 - Vaina Verde (Figuras 6, 7), que son comercializadas previamente tratadas con el fungicida Captan 200 g L⁻¹ más Carboxin 200 g L⁻¹ (Vitavax). El maíz DeKalb (DK-7508), procedente de Estados Unidos, es un híbrido triple de maíz amarillo duro convencional, con una altura promedio de 2,40 m, una inserción de mazorca de 121 cm de altura y un ciclo vegetativo de 120 a 150 días. El grano es anaranjado con 18 a 22 hileras por mazorca (Farmex, s.f.).

El frijol caupí INIA 432- Vaina Verde es una variedad desarrollada en la Estación Experimental Agraria Vista Florida - Lambayeque, por investigadores del Programa Nacional de Innovación Agraria en Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, a través de una selección masal en material derivado de la variedad CB-88, introducida de California, USA. Entre sus características principales, la planta alcanza 0,85 – 0,95 m de altura y flor de alas de color crema a los 40 – 45 días después de la siembra.

Figura 6

Semillas de Vigna unguiculata L. Walp “frijol caupí”, variedad INIA 432 - Vaina Verde, Ferreñafe 2022.



Figura 7

Semillas de Zea mays “maíz”; amarillo duro, híbrido DeKalb – 7508, Ferreñafe 2022.



El frijol caupí INIA 432 - Vaina Verde forma 14 vainas por planta, con 11 granos por vaina aproximadamente, el grano es de color crema con hiliolum negro, de tamaño mediano, cuyo peso de 100 semillas varía entre 23 - 24 g y un rendimiento comercial de 2 000 - 2500 kg ha⁻¹ (INIA, s.f.).

e. Establecimiento y manejo del cultivo de frijol caupí

La siembra del frijol caupí se realizó el 19 de febrero de 2022, con tres semillas por golpe a una profundidad de 5 cm. El distanciamiento entre golpes fue de 0,25 m, con una población teórica de 213 333 plantas ha⁻¹. Se aplicó un riego de 9 horas (dividido en 3 días consecutivos) inmediatamente después de la siembra (riego de germinación), cinco riegos (4 horas cada uno) antes de la floración y dos riegos (4 horas cada uno) durante la fructificación. Para el control de malezas se efectuaron dos deshierbos manuales (con palas de mano) a los 17 y 40 días después de la siembra.

Durante el desarrollo del cultivo se realizó el control de *Empoasca kraemeri* “lorito verde” y *Fusarium* sp. “chupadera” con una aplicación de Imidacloprid (INTOCABLE 70WP) en la dosis de 700 g ha⁻¹ más Tebuconazole y carbendazim (ESPOLON) en la dosis de 800 mL ha⁻¹, 12 y 20 días después de la siembra. Posteriormente se realizó una aplicación de Imidacloprid (INTOCABLE 70WP) en la dosis de 700 g ha⁻¹ más Thiamethoxam (SuperAct 25WG) en la dosis de 500g ha⁻¹. Para el control de *Alpis fabae* “pulgón negro” y *Empoasca kraemeri* “lorito verde” a los 41 días después de la siembra. Asimismo, se colocaron banderas amarillas con TEMO-O-CID, un adhesivo para el control etológico de insectos voladores, a los 31 días después de la siembra.

h. Establecimiento y manejo del cultivo de maíz amarillo duro

La siembra de maíz amarillo duro se realizó en seco, el 20 de febrero de 2022, utilizando el sistema de siembra “por golpe” y se depositaron tres semillas por golpe, a una profundidad de 8,0 cm. El distanciamiento entre golpes fue de 0,40 m, con una población teórica de 133 333 plantas ha⁻¹ a la cosecha. Se aplicó un riego de 9 horas (dividido en 3 días consecutivos) inmediatamente después de la siembra (riego de germinación) y luego los riegos fueron dos veces por semana de 4 horas cada riego. Para el control de malezas se efectuaron dos deshierbos manuales (con palana), 16 y 40 días después de la siembra.

Durante el cultivo se controló el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), con una aplicación de alfa cypermethrim y clorpyrifos (800 mL ha^{-1}) más Imidacloprid (700 g ha^{-1}), 19 días después de la siembra. Asimismo, se controló el barrenador del tallo del maíz (*Diatraea saccharalis*) y la cigarrita de maíz (*Dalbulus maidis*) con una aplicación de Eamectin Benzoate (100 g ha^{-1}) más Imidacloprid (800 mL ha^{-1}), 31 días después de la siembra. Posteriormente se controló el pulgón negro (*Rhopalosiphum maidis*), con una aplicación de Thiamethoxam (500 g ha^{-1}) y el gusano cogollero (*S. frugiperda*), con una aplicación de Eamectin Benzoate (100 g ha^{-1}) más Imidacloprid (700 g ha^{-1}), 48 días después de la siembra. Finalmente se aplicó Eamectin Benzoate (100 g ha^{-1}) más diflubenzuron (200 g ha^{-1}), 55 días después de la siembra.

i. Fertilización del cultivo de frijol caupí

Se realizaron dos fertilizaciones foliares con Biol de residuos de pescado en la dosis de 2 L; 2,5 L y 3 L ha^{-1} , para los tratamientos T3, T4, T5 respectivamente a los 25 y 42 días después de la siembra. Asimismo, a los 30 y 48 días después de la siembra, se llevaron a cabo dos fertilizaciones al suelo con úrea en la dosis de 356 kg ha^{-1} , para los tratamientos T2 y T6. A este último tratamiento (T6), también se le aplicó la fertilización foliar con Biol de residuos de pescado en la dosis de 2,5 L ha^{-1} .

j. Fertilización del cultivo de maíz amarillo duro

Se realizaron dos fertilizaciones foliares con Biol de residuos de pescado en la dosis de 2 L; 2,5 L y 3 L ha^{-1} , para los tratamientos T3, T4, T5 respectivamente a los 26 y 42 días después de la siembra. Asimismo, a los 31 y 48 días después de la siembra, se llevaron a cabo dos fertilizaciones al suelo con úrea en la dosis de 370 kg ha^{-1} , para los tratamientos T2 y T6. A este último tratamiento (T6), también se le aplicó la fertilización foliar con Biol de residuos de pescado en la dosis de 2,5 L ha^{-1} .

k. Cosecha de los cultivos agrícolas de frijol caupí y maíz amarillo duro

La cosecha manual se realizó cuando el 95 % de las plantas de frijol caupí presentó las vainas al estado seco y a los 87 días después de la siembra de maíz amarillo duro. Aleatoriamente en los dos surcos centrales se extrajeron las plantas de cinco golpes por surco (dos plantas por golpe), totalizando 20 plantas por parcela y 60 por tratamiento, que se amontonaron en el suelo de cada parcela. Las plantas de frijol caupí se dejaron secar durante 72 horas para facilitar la seca natural y posteriormente realizar el desgrane manual y pesado del grano obtenido. En las plantas de maíz amarillo duro, inmediatamente después de la cosecha se determinaron las características del crecimiento y se pesó la biomasa fresca, la misma que se dejó secar en un ambiente bajo sombra para después de 14 días registrar el peso de la biomasa seca.

l. Evaluaciones a los cultivos de frijol caupí y maíz amarillo duro

En las 60 plantas de frijol caupí por tratamiento (20 por parcela) se registró la altura de planta (Figura 8), longitud de raíz (Figura 8), número de vainas por planta (Figura 9), número de granos por vaina (Figura 10), peso de 100 semillas y rendimiento de grano (Figura 11). Para determinar el número de granos por vaina se seleccionaron aleatoriamente 20 vainas maduras entre las 20 plantas de cada parcela. Para registrar el peso de 100 semillas, aleatoriamente se seleccionaron 100 granos (12-14% de humedad) y se pesaron en una balanza digital. El rendimiento se calculó pesando el grano de todas las vainas de las 20 plantas por parcela y se expresó en kg m^{-2} .

En las 60 plantas de maíz amarillo duro por tratamiento (20 por parcela) se registró la altura (Figura 12), número de hojas (Figura 12), longitud de raíz (Figura 13), biomasa fresca y seca de raíz (Figura 14) y biomasa aérea fresca (Figura 15) y seca (Figura 16). El rendimiento (Figura 17) se calculó con el peso de la biomasa aérea fresca de las 20 plantas por parcela y se expresó en kg m^{-2} .

Figura 8

Altura (a) y longitud de raíz (b) de *Vigna unguiculata* L. Walp a los 80 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.

**Figura 9**

Número de vainas por planta de *Vigna unguiculata* L. Walp a los 80 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.



Figura 10

Número de granos por vaina de *Vigna unguiculata* L. Walp a los 80 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.

**Figura 11**

Peso de 100 semillas (a) y rendimiento en grano (b) de *Vigna unguiculata* L. Walp a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.



Figura 12

Altura y número de hojas de Zea mays L. a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.

**Figura 13**

Longitud de raíz de Zea mays L. a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.



Figura 14

Biomasa fresca (a) y seca (b) de raíz de Zea mays L. a los 87 y 101 días después de la siembra, respectivamente, Ferreñafe 2022.

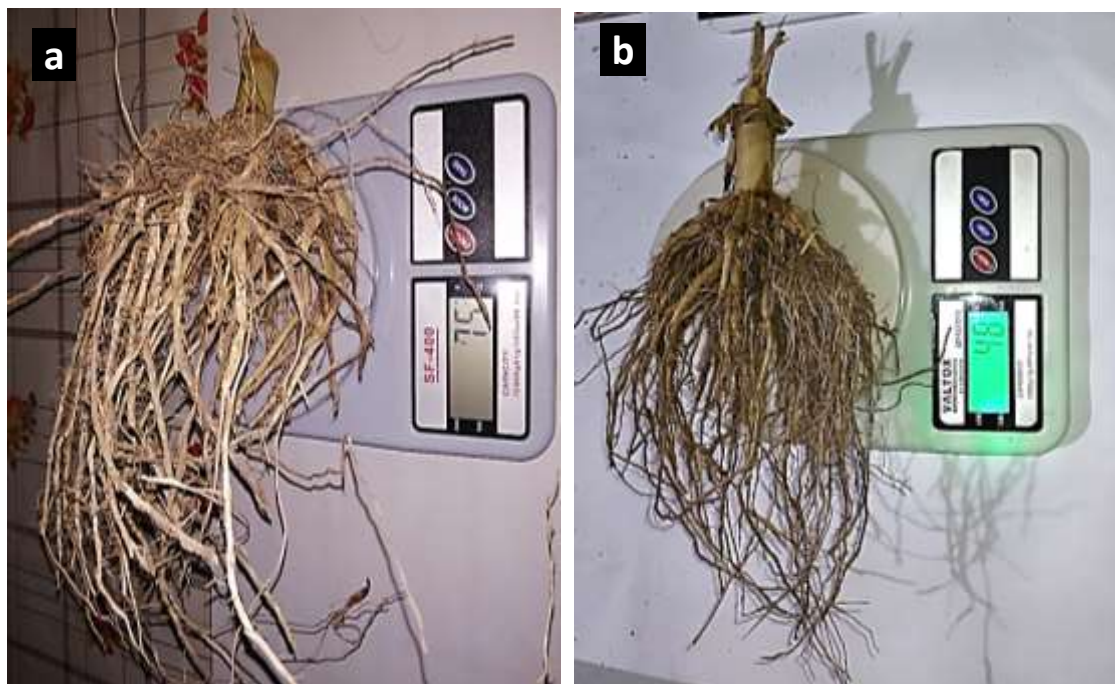


Figura 15

Biomasa fresca aérea de Zea mays L. a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.



Figura 16

Biomasa seca aérea de Zea mays L. a los 101 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.

**Figura 17**

Rendimiento en biomasa fresca aérea de Zea mays L. a los 87 días después de la siembra, Ferreñafe 2022.



3.3.5 Efecto de tres dosis de Biol de residuos de pescado en la población de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico

El suelo rizosférico de las 60 plantas seleccionadas por tratamiento para determinar el rendimiento, se mezcló y homogeneizó mediante el método de cuarteo y amontonamiento (Contreras y Carreño, 2018) y se colectó una muestra representativa de 0,1 kg para el análisis microbiológico, según la metodología explicada en análisis físico-químico del suelo experimental (ítem 3.3.4 c).

3.3.6 Procesamiento y análisis de datos

Los valores paramétricos del crecimiento y rendimiento se analizaron para establecer su normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov), homocedasticidad (Prueba de Levene), determinar las diferencias entre tratamientos (Análisis de varianza) y significancia entre ellos (Prueba de comparaciones múltiples de Duncan), todos con un nivel de significancia de 0,05. Con los valores no paramétricos se realizó la prueba de Kruskal Wallis, nivel de significancia 0,05. Los programas utilizados fueron IBM SPSS Statistics versión 28, Word y Excel para Windows, versión 2019.

Para el Diseño de Bloques Completos Aleatorios, el modelo aditivo lineal fue:

$$Y_{ij} = u + t_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación del i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque

u = Media general de la variable respuesta

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento, siendo $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

B_j = Efecto del j-ésimo bloque, siendo $j = 1, 2, 3$

E_{ij} = Error experimental en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque

Para la comparación de medias de los tratamientos la prueba de hipótesis fue:

$$H_0: u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u_5 = u_6$$

H_a : Al menos una media es diferente

IV. RESULTADOS

4.1 Características físico-químicas y biológicas del Biol de residuos de pescado, Ferreñafe 2022

El Biol de residuos de pescado presentó nitrógeno (1,65 %), fósforo (2,98 %) y potasio (1,25 %), además de calcio, magnesio, sodio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Respecto a las características microbiológicas el Biol presentó < 1,8 NMP / 100 mL coliformes totales, termotolerantes, *E. coli* y *Salmonella sp.* (Tablas 2, 3, figuras 18, 19, anexo 4). En semillas de rabanito la fitotoxicidad fue severa en la dilución 10^{-1} y baja en las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} (Figura 20, tabla 4, anexos 5, 6) y en los bulbos-semilla de “cebolla roja para encurtido”, la inhibición del crecimiento de las raíces fue de 100 % (dilución 10^{-1}); 74,9 % (dilución 10^{-2}) y 13,1 % (dilución 10^{-3}) respecto al testigo 1, así como de 100 % (dilución 10^{-1}); 71,9 % (dilución 10^{-2}) y 2,5 % (dilución 10^{-3}) respecto al testigo 2 (Figura 21, tabla 5, anexo 7).

Tabla 2

Características físico-químicas del Biol de residuos de pescado, Ferreñafe 2022.*

Características físico-químicas	Unidad	Valores
pH	-	4,30
Conductividad eléctrica	dS m ⁻¹	19,25
Humedad	%	11,48
Materia seca	%	88,52
Cenizas	%	9,88
Materia orgánica	%	40,70
Carbono (C)	%	23,60
Nitrógeno (N)	%	1,65
Fósforo (P ₂ O ₅)	%	2,98
Potasio (K ₂ O)	%	1,25
Relación C/N	-	14,30
Calcio (CaO)	mg L ⁻¹	16800
Magnesio (MgO)	mg L ⁻¹	5300
Sodio (Na)	mg L ⁻¹	12029
Carbonatos (CO ₃)	mg L ⁻¹	N.E**
Bicarbonatos (HCO ₃)	mg L ⁻¹	41175
Cloruros (Cl)	mg L ⁻¹	54315
Sulfatos (SO ₄)	mg L ⁻¹	13128

* Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

** N.E.: No encontrado

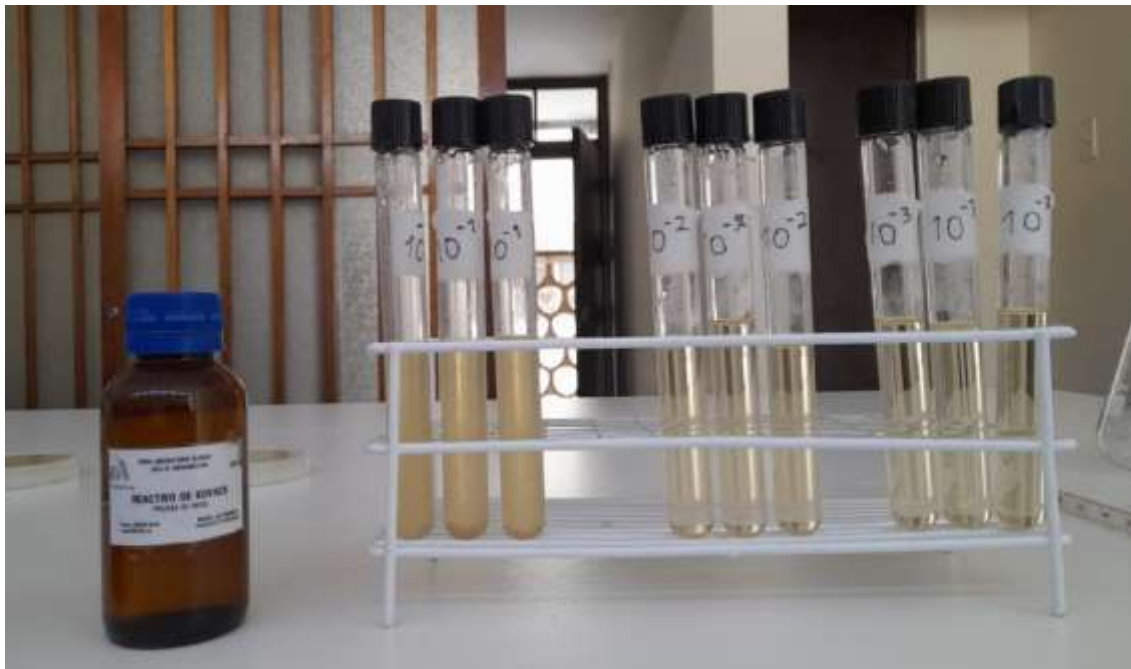
Tabla 3

Características microbiológicas del Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.

Características físico-químicas	Valores (NMP 100 mL ⁻¹)
Coliformes totales	< 1,8
Coliformes termotolerantes	< 1,8
<i>Escherichia coli</i>	< 1,8
<i>Salmonella sp.</i>	< 1,8

Figura 18

Turbidez, ausencia de gas y reacción negativa al reactivo de Kovacs en el caldo lauril triptosa durante la prueba presuntiva para coliformes totales en el análisis microbiológico del Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.

**Figura 19**

Turbidez y ausencia de gas en el caldo lactosado bilis verde brillante durante la prueba confirmativa para coliformes totales en el análisis microbiológico del Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.

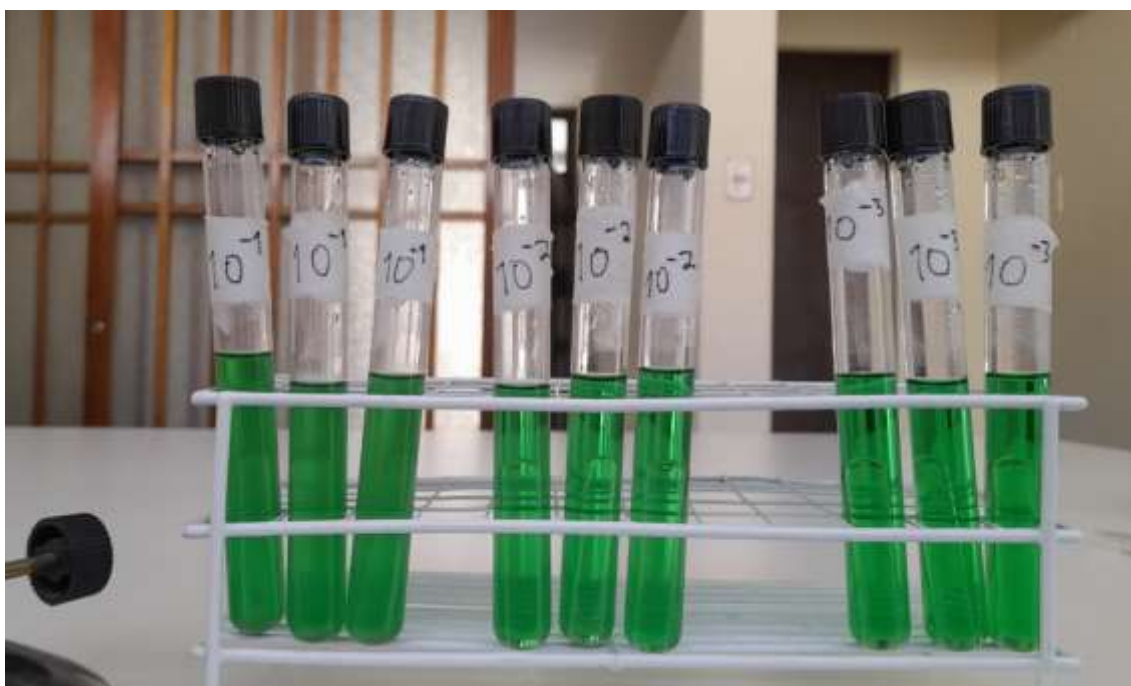


Figura 20

Semillas de Raphanus sativus L. “rabanito” germinadas por efecto de la aplicación de tres diluciones de Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.

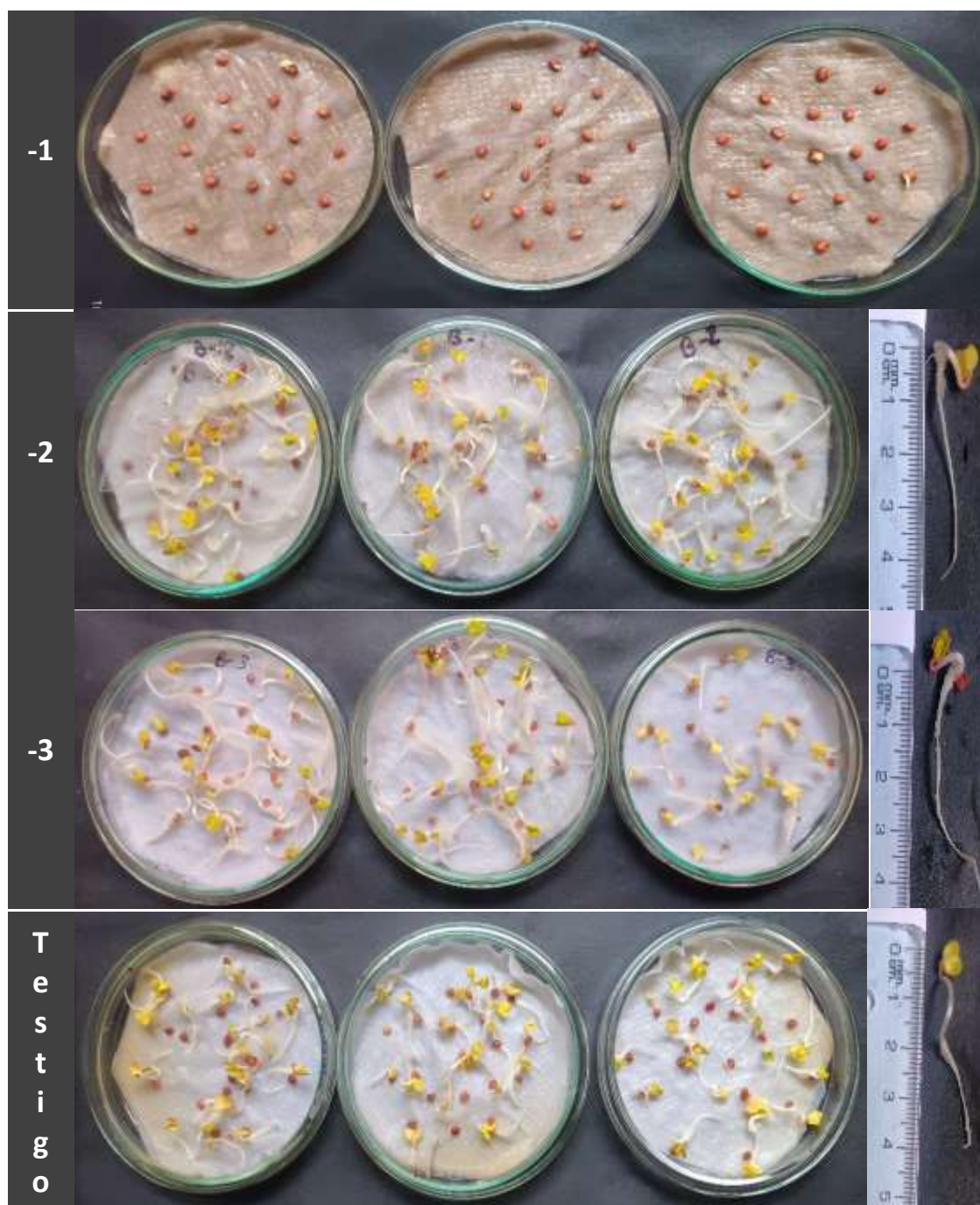


Figura 21

Longitud de raíces de Allium cepa L. por efecto de la aplicación de tres diluciones de Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.



a = Biol 10^{-1} , b = Biol 10^{-2} , c = Biol 10^{-3} , d = Testigo 1 (agua), e = Testigo 2 (CuSO_4)

Tabla 4

Fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en semillas de Raphanus sativus L. “rabanito”, Pimentel 2022.

Tratamiento	Promedio elongación radicular (mm)	Germinación relativa, PGR (%)	Crecimiento relativo de radícula, CRR (%)	Índice de germinación (%)	Nivel de fitotoxicidad
Testigo (agua)	24,9	100,0u	100,0	100,0	-
Biol 10 ⁻¹	0	3,4	0	0	Severo
Biol 10 ⁻²	42,9	103,4	172,2	178,1	Bajo
Biol 10 ⁻³	35	101,7	140,2	142,6	Bajo

Tabla 5

Fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado, en bulbos-semilla de Allium cepa “cebolla roja para encurtido”, Pimentel 2022.

Tratamientos	Longitud de raíz (mm)											Inhibición (%) respecto al	
	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	\bar{X}	Testigo 1	Testigo 2
Testigo 1 (agua)	65,0	87,0	78,0	65,0	84,0	81,0	68,0	85,0	72,0	81,0	76,6	0,0	0,0
Testigo 2 (CuSO ₄)	57,0	73,0	89,0	79,0	56,0	65,0	58,0	80,0	62,0	64,0	68,3	10,8	0,0
Biol 10 ⁻¹	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
Biol 10 ⁻²	22,0	19,0	24,0	15,0	13,0	23,0	19,0	20,0	21,0	16,0	19,2	74,9	71,9
Biol 10 ⁻³	55,0	75,0	72,0	58,0	81,0	59,0	66,0	71,0	68,0	61,0	66,6	13,1	2,5

4.2 Efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en el crecimiento y rendimiento de *Vigna unguiculata* L. Walp “frijol caupí” y *Zea mays* “maíz amarillo duro”

La aplicación de tres dosis de Biol (1; 1,25 y 1,5 %) incrementó la altura de planta y longitud de raíz, así como los componentes y el rendimiento del frijol caupí, en comparación con el testigo absoluto. Los porcentajes de incremento alcanzados con el Biol fueron menores que los del fertilizante químico, el cual a su vez fue superado por el Biol 1,25 % + FQ (Figuras 22 a 30, tablas 6, 7).

El análisis de varianza de los valores de los parámetros de frijol caupí demostró diferencias altamente significativas en lo correspondiente a la altura de planta, longitud de raíz, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento en grano (Anexo 8). La prueba de comparaciones múltiples de Duncan evidenció que la mayor altura, longitud de raíz, peso de 100 semillas y rendimiento en grano se alcanzó con la aplicación de Biol 1,25 % + FQ. En cuanto al rendimiento en grano, con Biol 1,25 % se alcanzó un valor ($0,48 \text{ kg m}^{-2}$) estadísticamente igual al testigo químico con $0,61 \text{ kg m}^{-2}$ (Tabla 6)

Figura 22

Altura de Vigna unguiculata L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.



Figura 23

Longitud de raíz de Vigna unguiculata L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

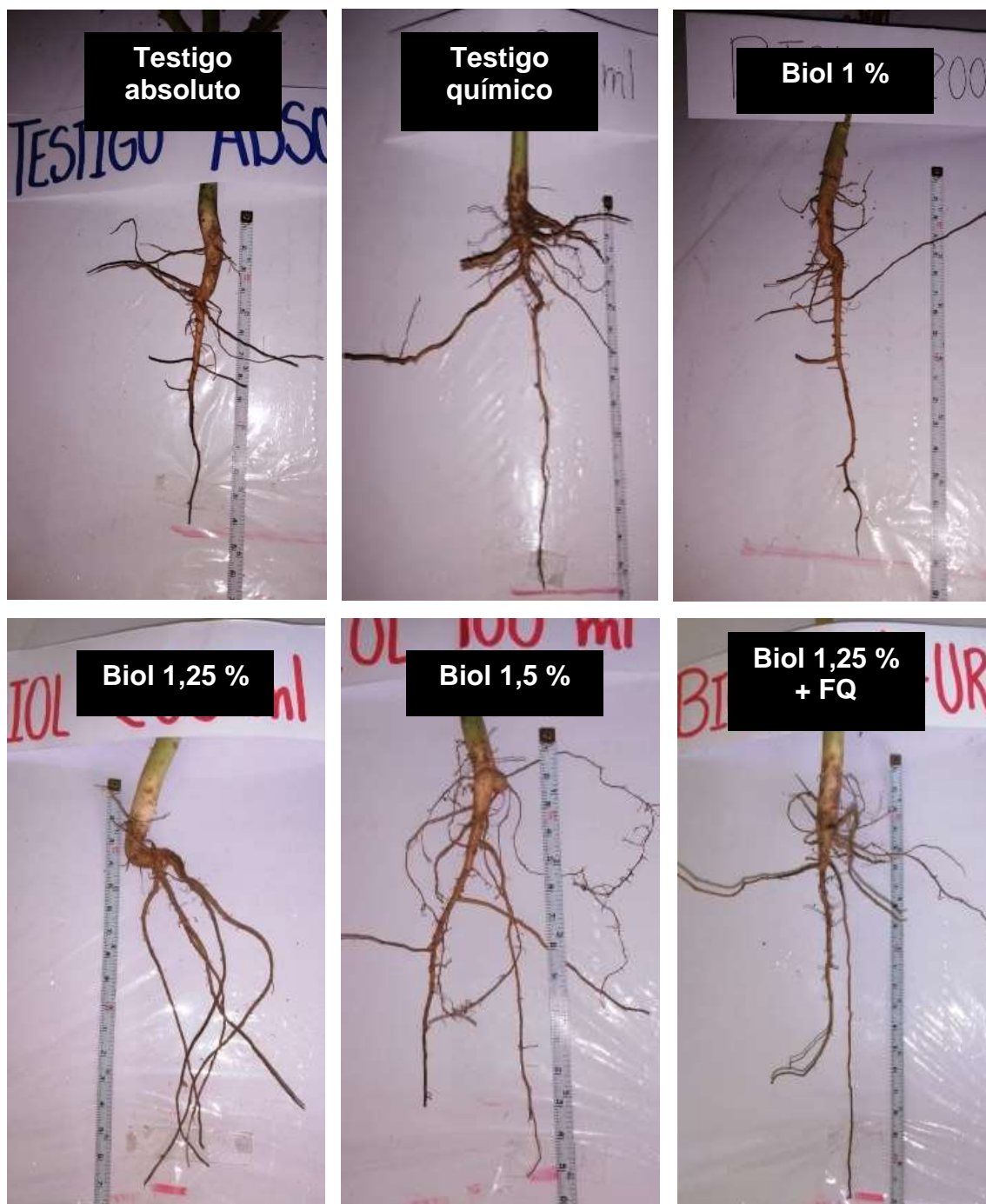


Figura 24

Número de granos por vaina de *Vigna unguiculata* L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

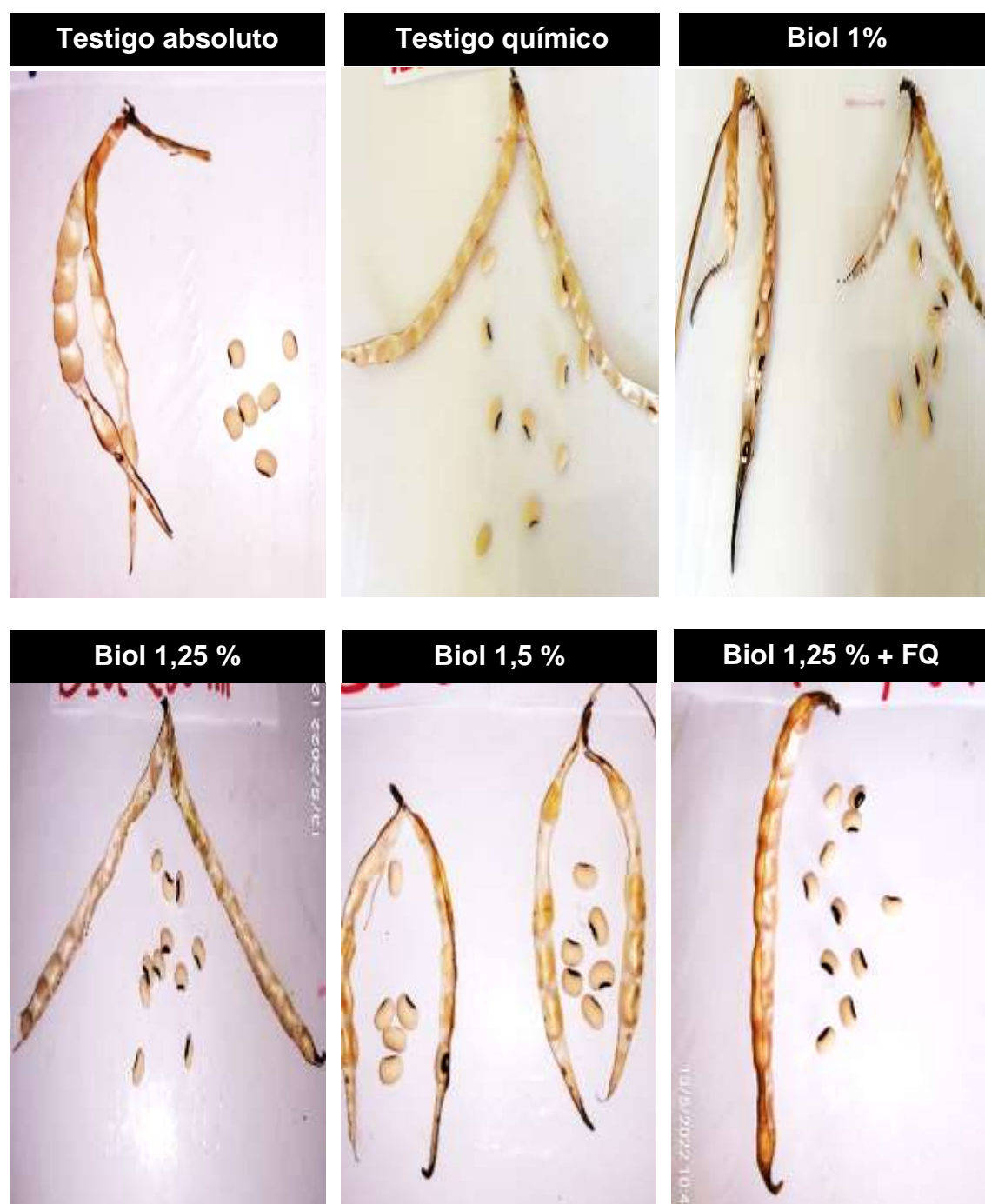


Tabla 6

Parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento de Vigna unguiculata L. Walp “frijol caupí” INIA 432-Vaina Verde por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

Tratamientos	Testigo absoluto	Testigo químico	Biol 1%	Biol 1,25%	Biol 1,5%	Biol 1,25 % + FQ
Altura a los 80 días (cm)	30,02 e	39,68 b	35,82 d	37,30 c	35,82 d	41,58 a
Longitud de raíz a los 80 días (cm)	12,85 d	15,45 b	14,60 c	15,87 b	15,80 b	16,70 a
Número de vainas por planta a los 80 días	5,98 d	10,70 b	7,67 c	9,27 b	7,88 c	11,68 a
Número de granos por vaina a los 80 días	5,35 d	9,37 b	7,72 c	8,77 bc	8,15 c	10,52 a
Peso de 100 semillas a los 87 días	25,80 c	28,70 ab	26,47 bc	27,80 bc	27,33 bc	30,77 a
Rendimiento en grano (kg m ⁻²)	0,18 d	0,61 b	0,33 cd	0,48 bc	0,37 c	0,81 a

Letras diferentes denotan significación estadística

Altura, longitud de raíz, peso de 100 semillas y rendimiento en grano: Prueba paramétrica de Duncan ($p < 0,05$)

Número de vainas por planta y número de granos por vaina: Prueba no paramétrica de Games – Howell ($p < 0,05$)

Figura 25

Diagrama de cajas y bigotes de la altura de *Vigna unguiculata* L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

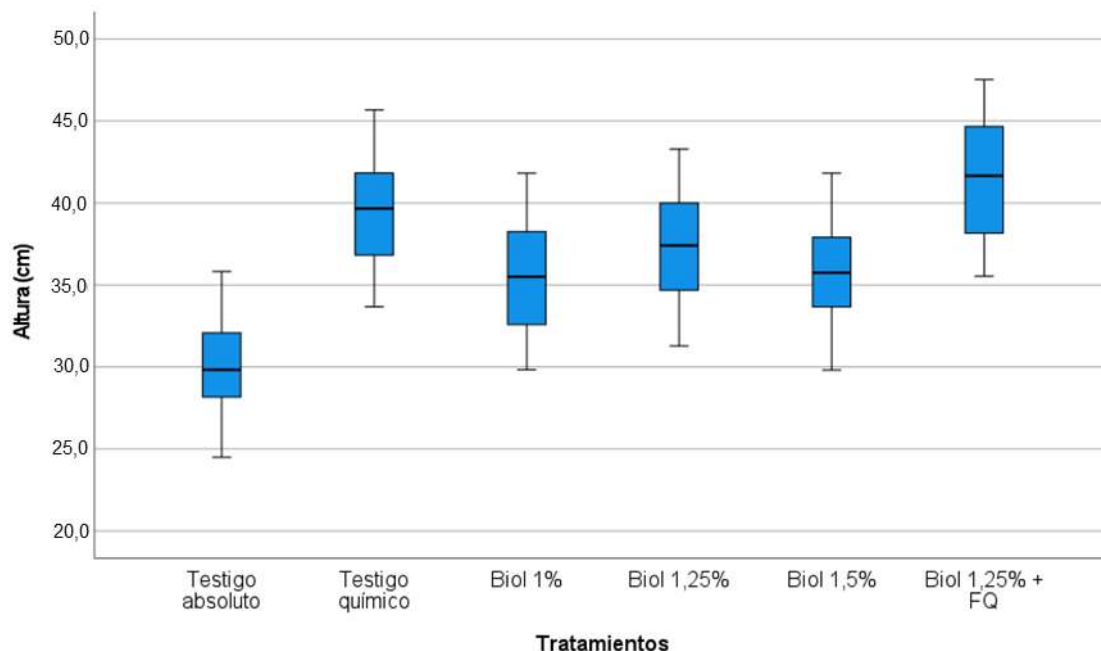
**Figura 26**

Diagrama de cajas y bigotes de la longitud de raíz de *Vigna unguiculata* L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

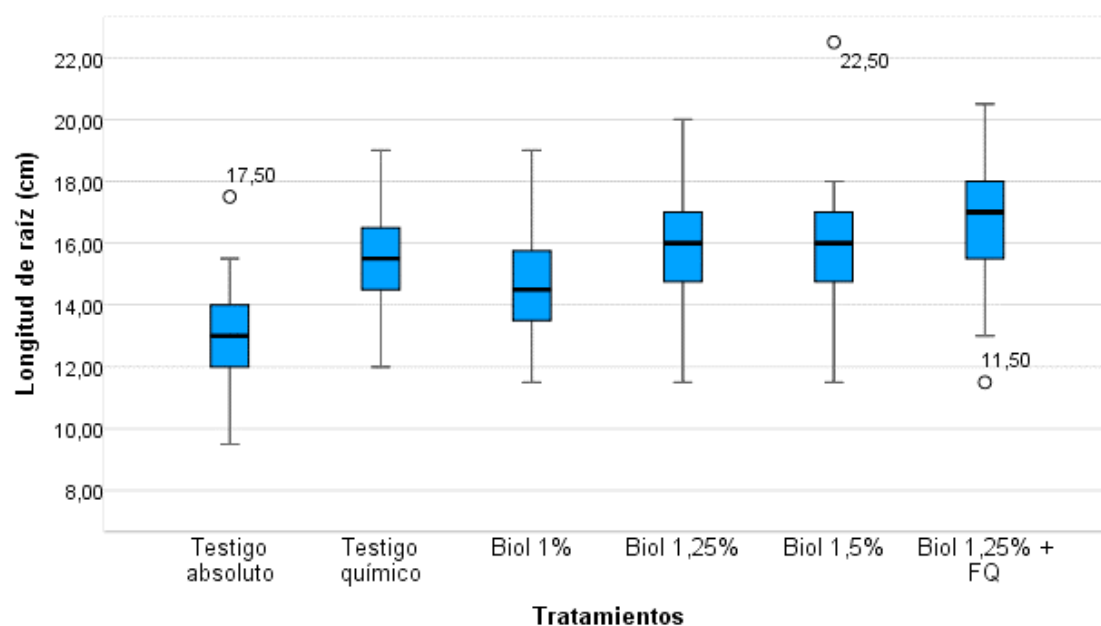


Figura 27

Diagrama de cajas y bigotes del número de vainas por planta de *Vigna unguiculata* L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

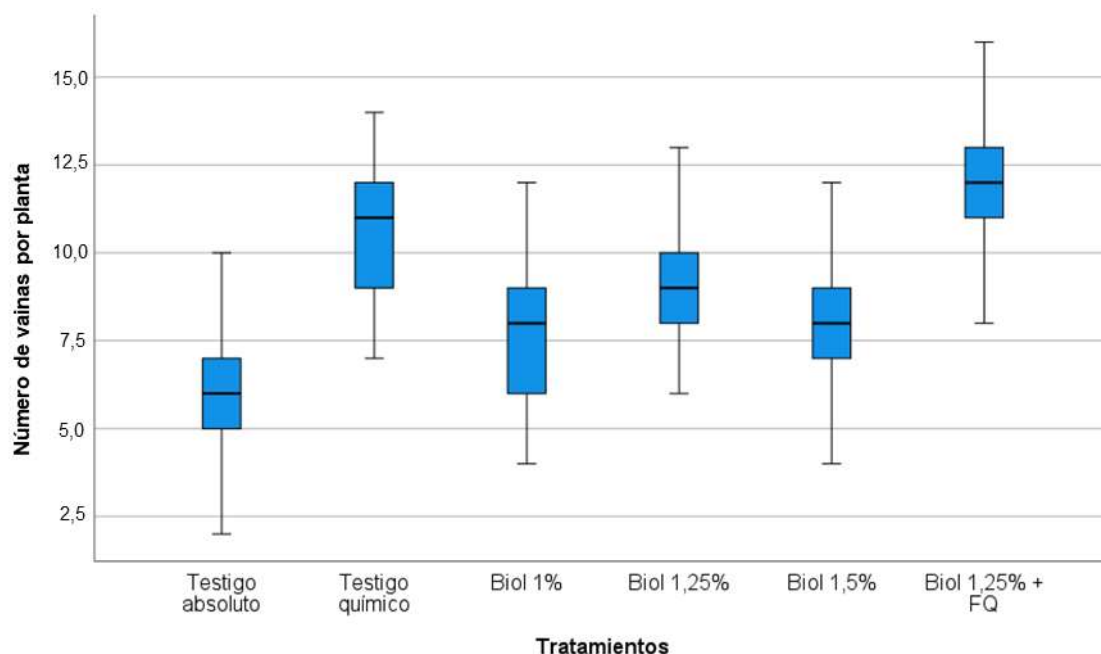
**Figura 28**

Diagrama de cajas y bigotes del número de granos por vaina de *Vigna unguiculata* L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

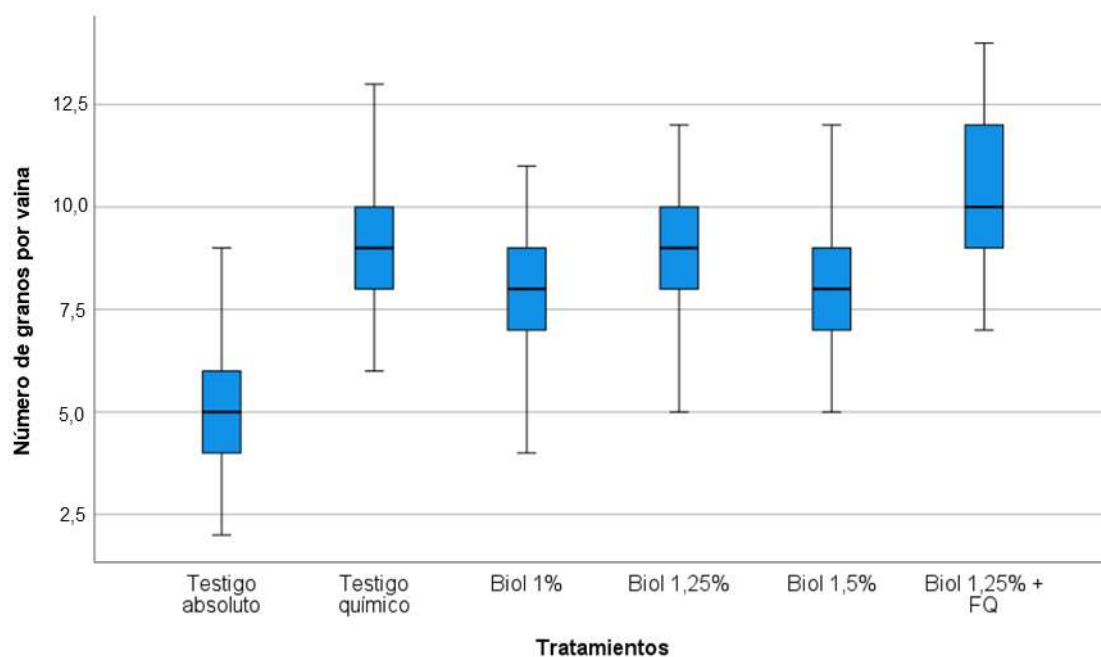


Figura 29

Diagrama de cajas y bigotes del peso de 100 semillas de *Vigna unguiculata* L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

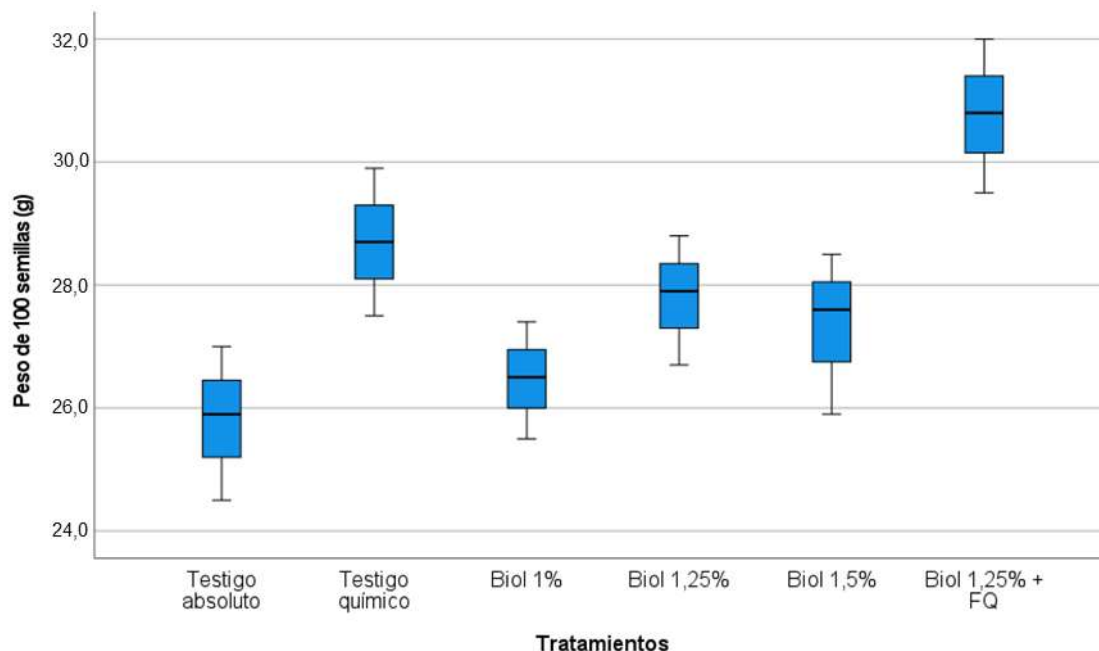
**Figura 30**

Diagrama de cajas y bigotes del rendimiento en grano (kg m^{-2}) de *Vigna unguiculata* L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

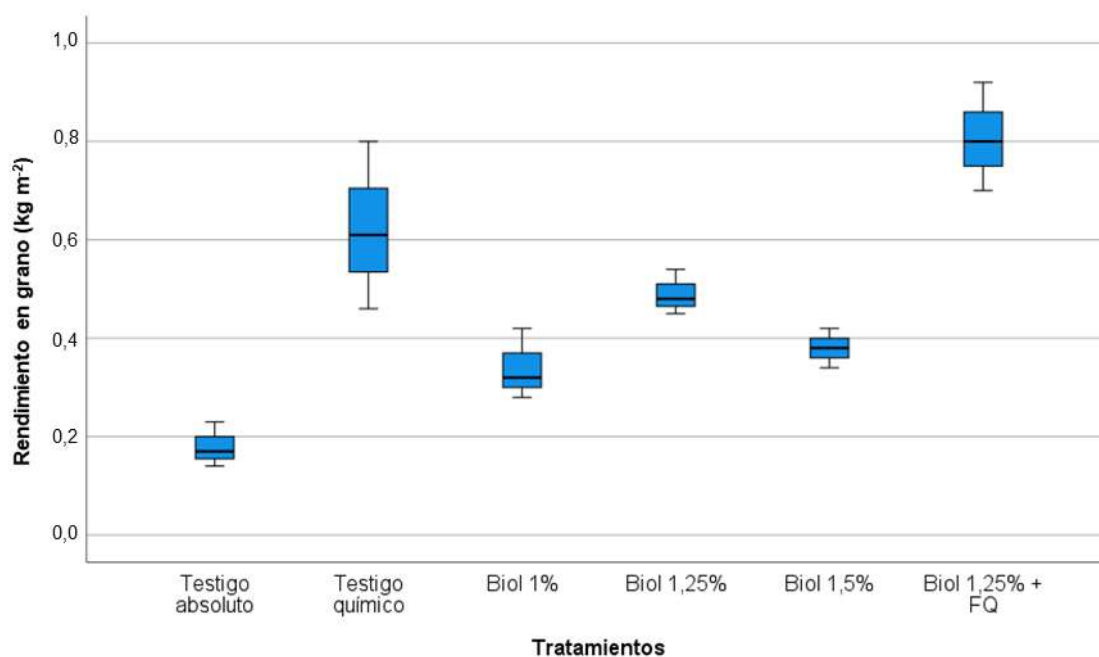


Tabla 7

Incremento (%) de los parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento de Vigna unguiculata L. Walp “frijol caupí” INIA 432-Vaina Verde por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

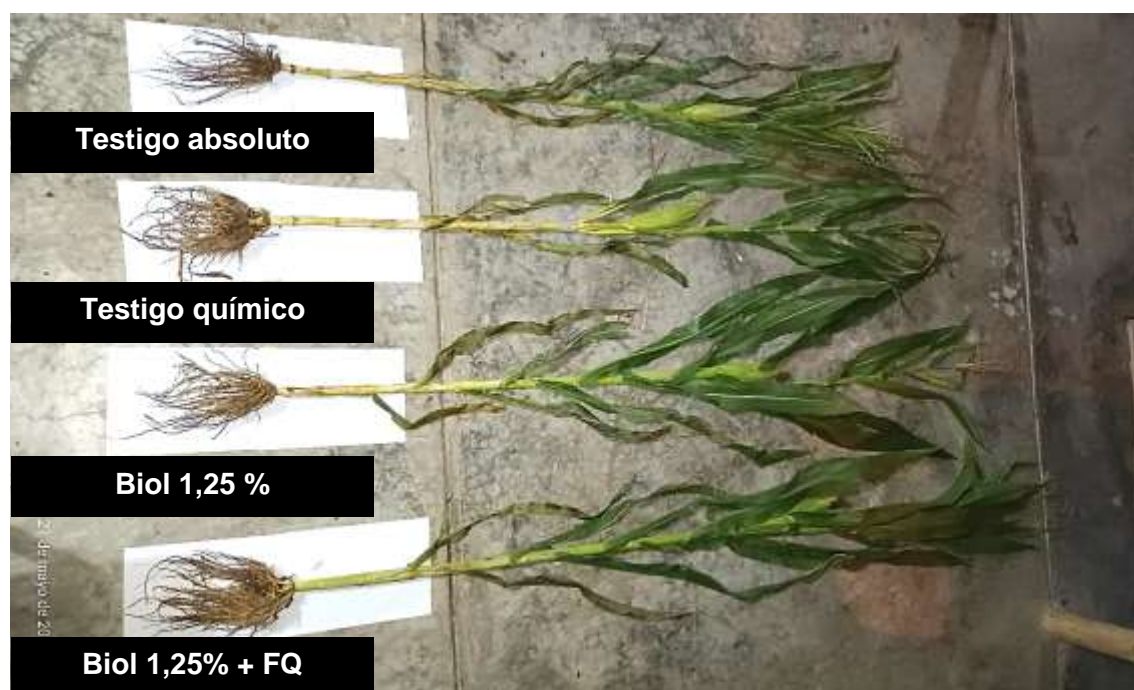
Tratamientos	Incremento (%)				
	Testigo químico	Biol 1%	Biol 1,25%	Biol 1,5%	Biol 1,25 % + FQ
Altura a los 80 días (cm)	32,27	19,33	24,27	19,32	38,81
Longitud de raíz a los 80 días (cm)	20,23	13,62	23,48	22,96	29,96
Número de vainas por planta a los 80 días	78,83	28,13	54,87	31,75	95,26
Número de granos por vaina a los 80 días	75,08	44,24	63,86	52,34	96,57
Peso de 100 semillas a los 87 días	11,24	2,58	7,75	5,94	19,25
Rendimiento en grano (kg m ⁻²)	248,28	89,59	173,46	112,64	357,73

La aplicación de tres dosis de Biol (1; 1,25 y 1,5 %) aumentó los parámetros del crecimiento vegetativo y el rendimiento en biomasa aérea fresca y seca del maíz amarillo duro, en comparación con el testigo absoluto. Los porcentajes de incremento alcanzados con el Biol superaron al testigo químico en cuanto al número de hojas, longitud de raíz, biomasa fresca y seca de raíz, pero no en la biomasa aérea fresca y seca ni en el rendimiento en biomasa aérea fresca, en los que se alcanzaron incrementos de 13,16; 13,42 y 13,16 % (Biol) y 14,68; 13,71; y 14,60 % (Testigo químico), respectivamente. Los porcentajes de incremento alcanzados con el tratamiento Biol 1,25% + FQ superaron al Biol (1; 1,25 y 1,5 %) y fertilizante químico (Figuras 31 a 40, tablas 8, 9)

El análisis de varianza de los valores de los parámetros del maíz amarillo duro demostró diferencias altamente significativas en lo correspondiente a la altura de planta, longitud de raíz, biomasa radicular fresca y seca y biomasa aérea fresca y seca, pero no en el rendimiento en biomasa aérea fresca (Anexo 9). La prueba de comparaciones múltiples de Duncan evidenció que los mayores valores en la longitud de raíz, biomasa radicular fresca y seca, biomasa aérea fresca y seca y rendimiento en biomasa aérea fresca, se alcanzaron con Biol 1,25% + FQ. En cuanto a la biomasa aérea fresca y seca, los valores correspondientes a Biol 1%, Biol 1,25% y Biol 1,5% fueron estadísticamente iguales al testigo químico (Tabla 8).

Figura 31

Altura y número de hojas de Zea mays L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

**Figura 32**

Longitud de raíz de Zea mays L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.



Tabla 8

Parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento de Zea mays L. “maíz” amarillo duro, híbrido DeKalb (DK-7508) por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

Tratamientos	Testigo absoluto	Testigo químico	Biol 1%	Biol 1,25%	Biol 1,5%	Biol 1,25 % + FQ
Altura a los 87 días (cm)	219,45 d	246,82 b	240,35 c	253,03 a	244,12 bc	245,75 b
Número de hojas a los 87 días	12,83 d	13,53 c	13,70 bc	14,68 ab	13,62 c	14,31 b
Longitud de raíz a los 87 días (cm)	29,33 d	31,58 c	32,31 bc	32,78 bc	33,49 b	36,45 a
Biomasa fresca de raíz a los 87 días (g)	39,45 e	55,10 c	44,88 d	55,33 c	57,90 b	65,13 a
Biomasa seca de raíz a los 101 días (g)	29,37d	31,70 c	32,28 bc	32,82 bc	33,57 b	36,53 a
Biomasa fresca aérea a los 87 días (g)	677,83 a	777,33 b	747,83 b	757,42 b	767,00 b	873,00 a
Biomasa seca aérea a los 101 días (g)	213,00 c	242,20 b	235,17 b	235,68 b	241,58 b	272,58 a
Rendimiento en biomasa fresca aérea (kg m ⁻²)	9,04 a	10,36 a	9,97 a	10,10 a	10,23 a	11,64 a

Letras diferentes denotan significación estadística

Número de hojas: Prueba no paramétrica de Games – Howell ($p < 0,05$)

Altura, longitud de raíz, biomasa fresca y seca de raíz, biomasa aérea fresca y seca y rendimiento en biomasa fresca aérea: Prueba paramétrica de Duncan ($p < 0,05$).

Figura 33

Diagrama de cajas y bigotes de la altura de Zea mays L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

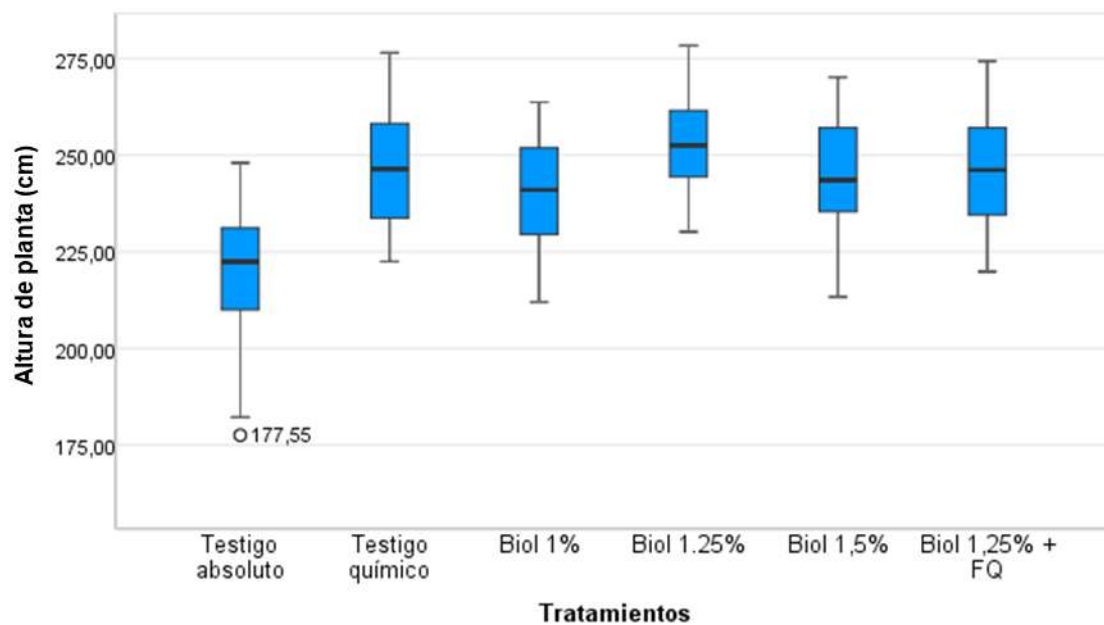
**Figura 34**

Diagrama de cajas y bigotes del número de hojas de Zea mays L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

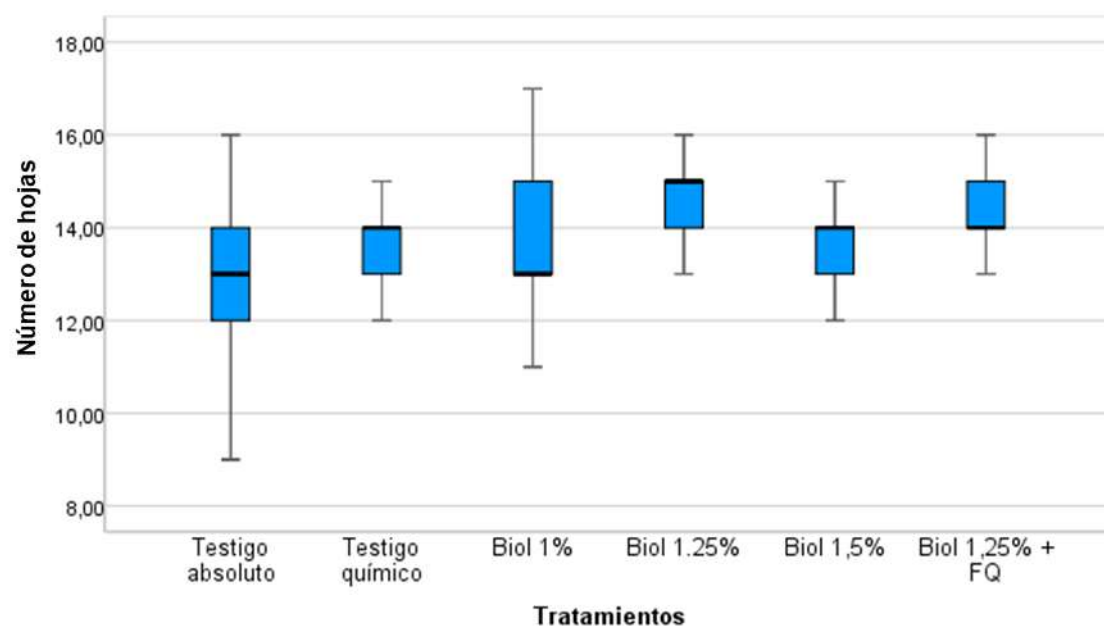


Figura 35

Diagrama de cajas y bigotes de la longitud de raíz de Zea mays L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

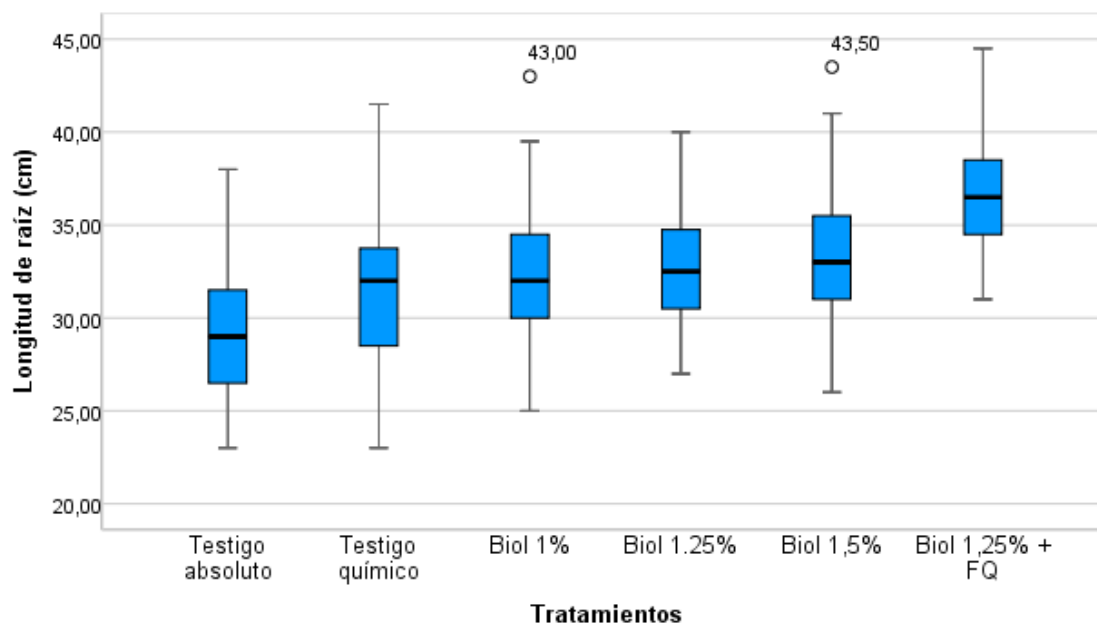
**Figura 36**

Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa fresca de raíz de Zea mays L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

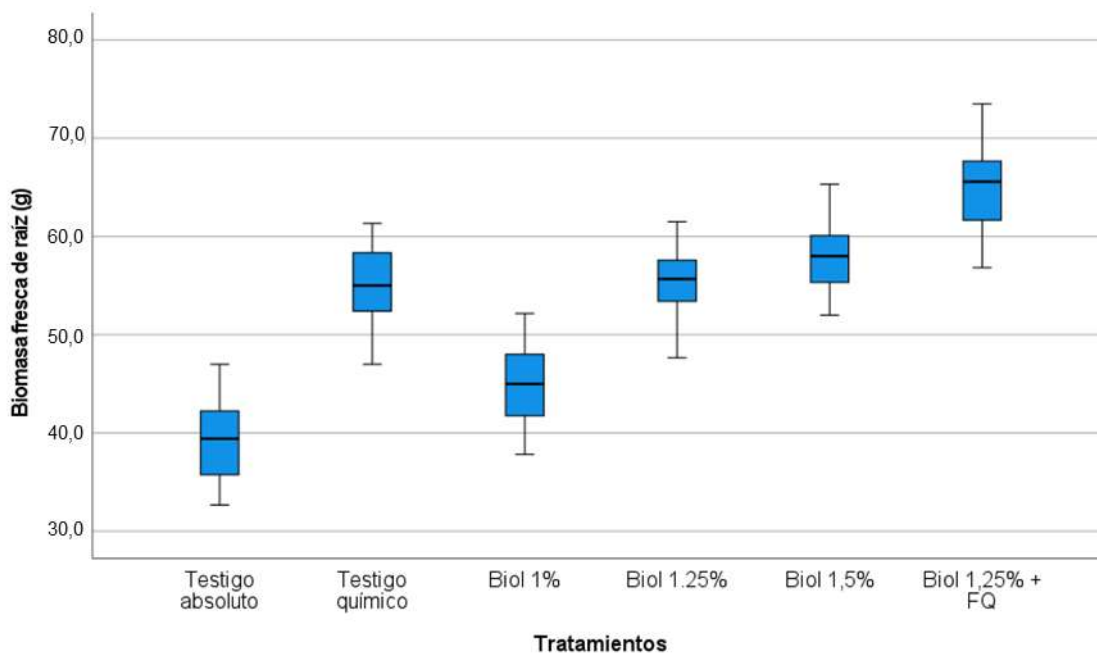


Figura 37

Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa seca de raíz de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

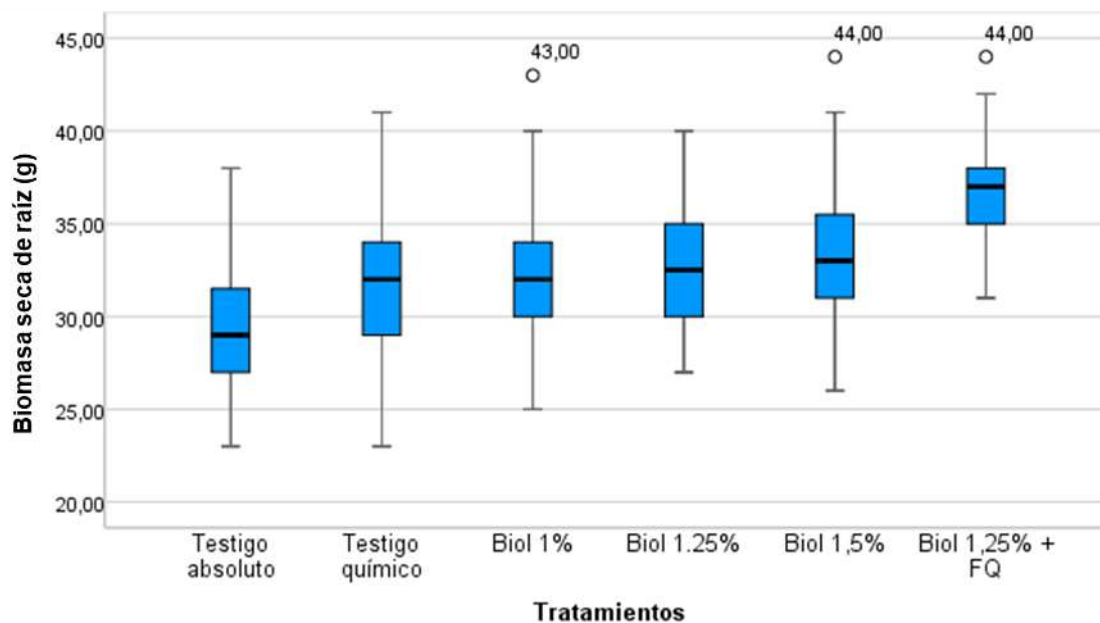
**Figura 38**

Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa aérea fresca de *Zea mays* L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

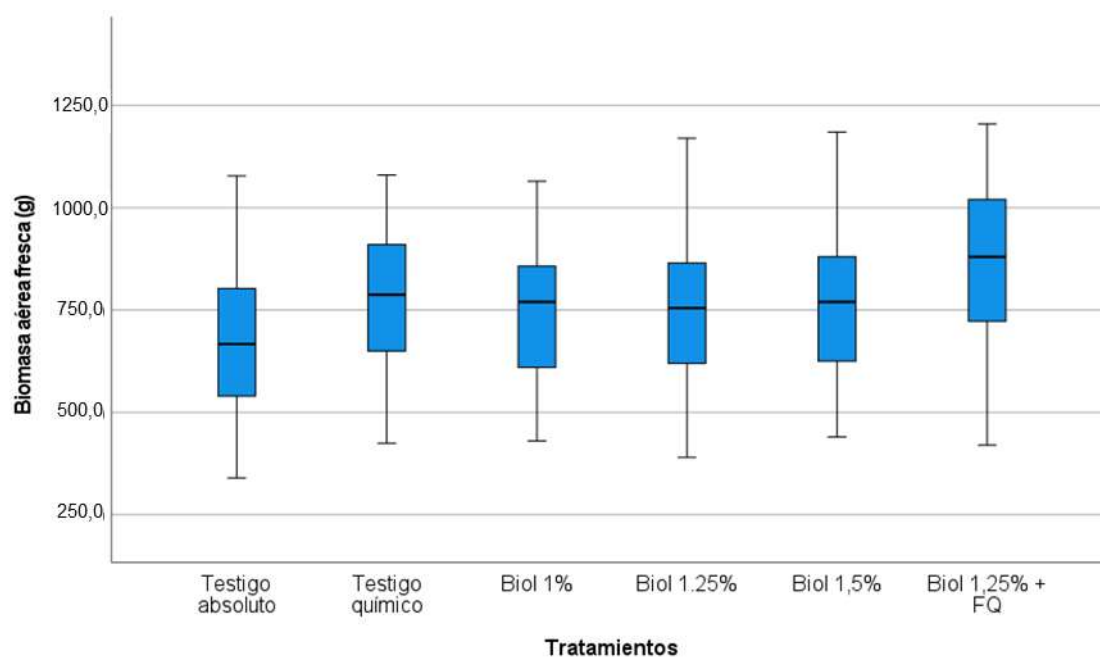


Figura 39

Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa aérea seca de *Zea mays L.* por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

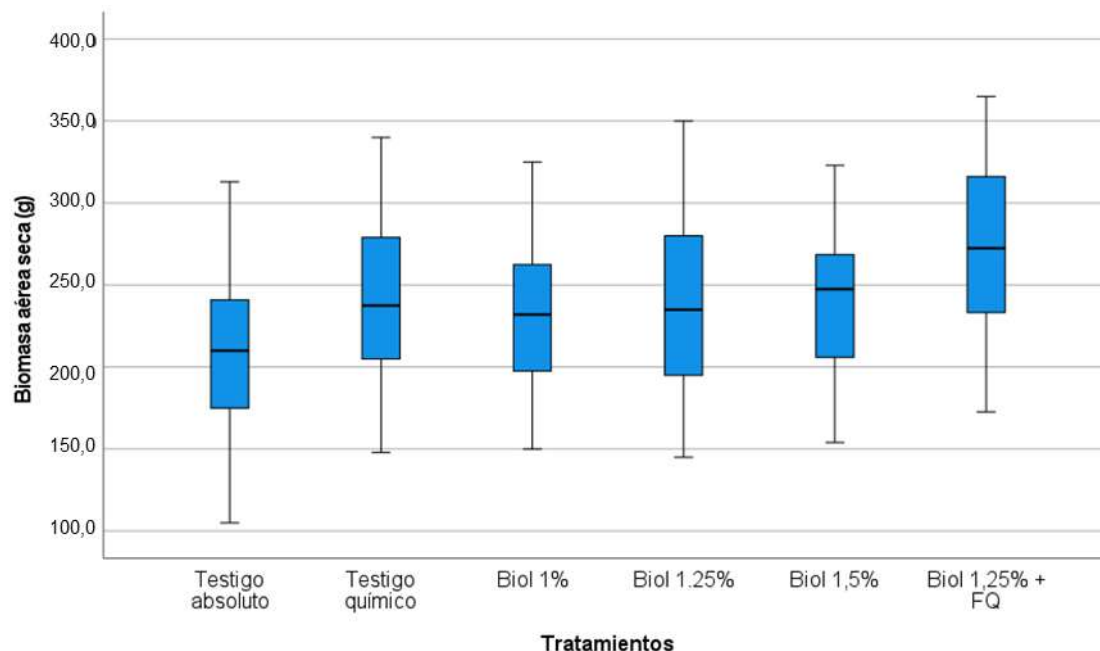
**Figura 40**

Diagrama de cajas y bigotes del rendimiento en biomasa aérea fresca (kg m^{-2}) de *Zea mays L.* por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

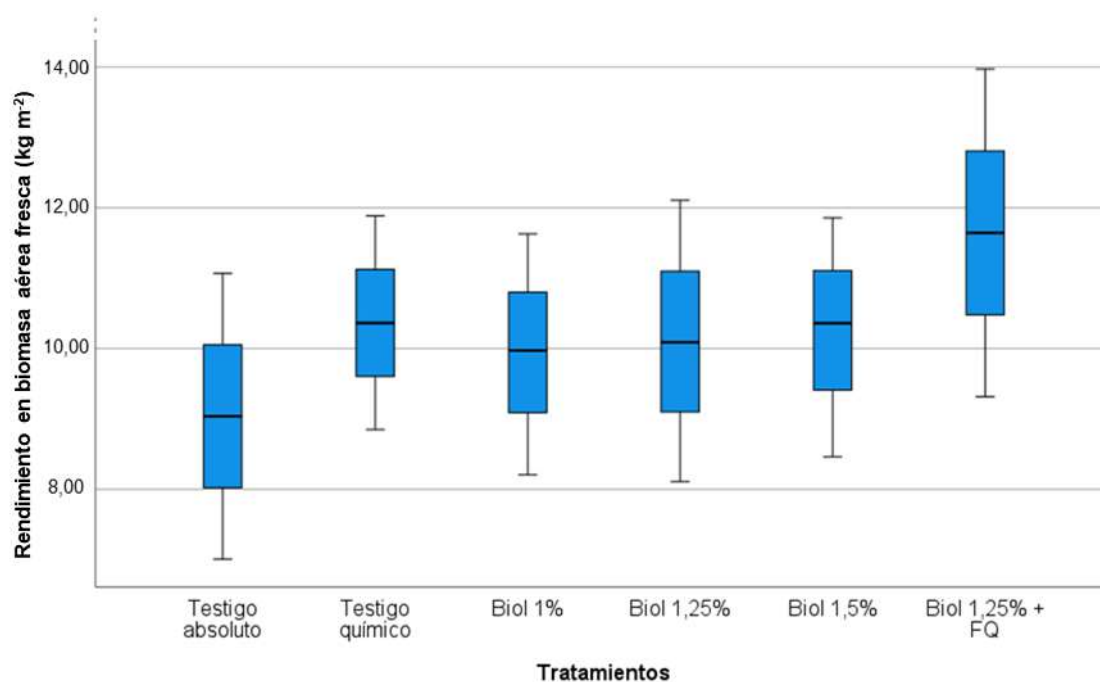


Tabla 9

Incremento (%) de los parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento de Zea mays L. “maíz” amarillo duro, híbrido DeKalb (DK-7508) por efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado.

Tratamientos	Incremento (%)				
	Testigo químico	Biol 1%	Biol 1,25%	Biol 1,5%	Biol 1,25 % + FQ
Altura a los 87 días (cm)	12,47	9,52	15,30	11,24	11,98
Número de hojas a los 87 días	4,68	6,78	13,80	5,85	10,52
Longitud de raíz a los 87 días (cm)	7,67	10,16	11,76	14,18	24,28
Biomasa fresca de raíz a los 87 días (g)	39,67	13,76	40,25	46,77	65,10
Biomasa seca de raíz a los 101 días (g)	7,93	9,91	11,75	14,30	24,38
Biomasa fresca aérea a los 87 días (g)	14,68	10,33	11,74	13,16	28,79
Biomasa seca aérea a los 101 días (g)	13,71	10,41	10,65	13,42	27,97
Rendimiento en biomasa fresca aérea (kg m ⁻²)	14,60	10,29	11,73	13,16	28,76

4.3 Efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en la fertilidad microbiana, expresada como número de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico, Ferreñafe 2022

La aplicación de las tres dosis de Biol de residuos de pescado incrementó la fertilidad microbiana del suelo, expresada como microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato por gramo de suelo. A la cosecha del frijol caupí la aplicación de tres dosis de Biol incrementó el número de unidades formadoras de colonias de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato por gramo de suelo respecto a los testigos absoluto y químico. Asimismo, la aplicación de Biol 1,25 % superó a la aplicación Biol 1,25 % + FQ (Tabla 10). A la cosecha del maíz amarillo duro, el número de unidades formadoras de colonias de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato alcanzados con la aplicación de tres dosis de Biol, se incrementó en comparación con los testigos absoluto y químico y la aplicación de Biol 1,25 % + fertilizante químico (Tabla 11).

Tabla 10

Población de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico en Vigna unguiculata L. Walp por efecto de la aplicación de fertilizante químico y Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022

Tratamiento	Microorganismos fijadores de nitrógeno (UFC mL ⁻¹)		Microorganismos solubilizadores de fosfato (UFC mL ⁻¹)	
	Siembra	Cosecha	Siembra	Cosecha
Testigo absoluto (T1)	$7,6 \times 10^5$	$9,1 \times 10^6$	$3,6 \times 10^3$	$3,6 \times 10^5$
Testigo químico (T2)	$5,2 \times 10^5$	$5,7 \times 10^7$	$1,8 \times 10^3$	$5,5 \times 10^5$
Biol 1% (T3)	$4,3 \times 10^5$	$7,8 \times 10^7$	$6,4 \times 10^3$	$9,1 \times 10^5$
Biol 1,25% (T4)	$6,7 \times 10^5$	$4,9 \times 10^8$	$4,5 \times 10^3$	$2,0 \times 10^6$
Biol 1,5% (T5)	$8,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^8$	$3,6 \times 10^3$	$1,3 \times 10^6$
Biol 1,25% + fertilizante químico (T6)	$5,0 \times 10^5$	$1,8 \times 10^8$	$2,7 \times 10^3$	$6,4 \times 10^5$

Tabla 11

Población de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico en Zea mays L. por efecto de la aplicación de fertilizante químico y Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022

Tratamiento	Microorganismos fijadores de nitrógeno (UFC mL ⁻¹)		Microorganismos solubilizadores de fosfato (UFC mL ⁻¹)	
	Siembra	Cosecha	Siembra	Cosecha
Testigo absoluto (T1)	6,0 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁸	1,8 x 10 ³	1,0 x 10 ⁶
Testigo químico (T2)	2,9 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁸	3,6 x 10 ³	5,5 x 10 ⁶
Biol 1% (T3)	2,6 x 10 ⁵	1,6 x 10 ⁸	5,5 x 10 ³	2,5 x 10 ⁷
Biol 1,25% (T4)	5,0 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁹	3,6 x 10 ³	4,5 x 10 ⁷
Biol 1,5% (T5)	4,5 x 10 ⁵	2,3 x 10 ⁸	2,7 x 10 ³	3,5 x 10 ⁷
Biol 1,25% + fertilizante químico	7,8 x 10 ⁵	6,0 x 10 ⁸	9,1 x 10 ³	1,5 x 10 ⁷

V. DISCUSIÓN

5.1 Características físico-químicas y biológicas del Biol de residuos de pescado, Ferreñafe 2022

El Biol de residuos de pescado presentó los tres principales nutrientes para las plantas: nitrógeno, fósforo y potasio, además de calcio, magnesio, bicarbonatos y sulfatos, entre otros minerales que demuestran su potencial fertilizante, al igual que diversos abonos líquidos obtenidos con residuos de pescado, reportados por Choi (2020), Thendral y Geetha (2019), Gutierrez et al. (2019), Delgado et al. (2019), Rishitha y Rao (2019), Lakhal et al. (2017) y Aranganathan y Radhika (2016).

Respecto al pH (4,3) del Biol se coincide con el valor de 4,21 del Biol de residuos de pescados de la familia Clupeidae obtenido por Aranganathan y Radhika (2016), investigadores que concluyeron que el pH demostraba buena acidificación y presencia de materia orgánica estabilizada. La estabilización de la materia se verificó por espectrometría (FTIR), con cambios en la intensidad de los picos de absorbancia después de 25 días de fermentación, momento en el que desaparecieron los grupos OH y se observaron picos correspondientes a $C \equiv C$ de los alcanos ($2,103\text{ cm}^{-1}$), a las amidas ($1,579\text{ cm}^{-1}$) y $C - O$ de los polisacáridos ($1,045\text{ cm}^{-1}$). Asimismo, por cromatografía de gases (GC – HS) se demostró presencia de diversos ácidos grasos, con predominancia del ácido 6-octadecanoico y n-hexadecanoico, moléculas que constituyen una fuente de carbono para el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

Thendral y Geetha (2019) concluyeron que las variaciones de pH son indicadores del proceso fermentativo. El valor inicial del pH de 6,98 disminuyó a 4,15 después de 4 días de fermentación, como indicador de la estabilización de los residuos orgánicos por acción de las enzimas y la acidez microbiana. Los

residuos de pescado son ricos en materia orgánica que no debe ser aplicada al suelo porque su descomposición disminuye el oxígeno, incrementa la temperatura y el dióxido de carbono y los ácidos grasos formados inmovilizan los nutrientes. Por tanto, la materia orgánica debe ser estabilizada en procesos fermentativos como el utilizado para la obtención de Biol de residuos de pescado.

En cuanto a la conductividad eléctrica (CE), el Biol presentó $19,25 \text{ dS m}^{-1}$, similar a 19 dS m^{-1} registrado por Aranganathan y Radhika (2016) en el Biol de residuos de pescado estabilizado después de 25 días. Por el contrario, Choi (2020) obtuvo un fertilizante líquido con mezclas de residuos de pescado fermentados durante 6 meses y 3 años y determinó una CE de $0,30 - 0,69 \text{ dS m}^{-1}$. Al respecto, Lakhal et al. (2017) obtuvieron un abono sólido con mezclas de $50 - 87,5 \%$ de residuos de pescado; $12,5 - 50 \%$ de melaza y $0 - 37,5\%$ de cachaza de caña de azúcar fermentados con 1% de *Saccharomyces cerevisiae*. Los investigadores determinaron que en los diversos tratamientos la CE se incrementó ligeramente hasta $3,69 \text{ dS m}^{-1}$ durante los 15 días de fermentación, a excepción de T7 (50% residuos de pescado con $31,25 \%$ de melaza y $18,75\%$ de cachaza), con el que se alcanzó $12,79 \text{ dS m}^{-1}$ valor atribuido al incremento de formas iónicas por la degradación de los carbohidratos con liberación de sustancias volátiles.

Respecto al contenido de nitrógeno ($1,65 \%$), fósforo ($2,98 \%$) y potasio ($1,25 \%$) del Biol, los valores alcanzados superaron 1% (N); $0,392 \%$ (P) y $0,37 \%$ (K) registrados por Aranganathan y Radhika (2016) en el Biol de residuos de pescado de la familia Clupeidae después de 25 días; $1,49 \%$ (N); $0,52 \%$ (P) y $0,48 \%$ (K) reportados por Thendral y Geetha (2019) en el Biol de residuos de pescado en un proceso de 15 días y $0,155 - 0,325 \%$ (N); $0,0798 - 0,1075 \%$ (P) y $0,0165 - 0,0175 \%$ (K) determinados en el Biol de 75% de vísceras y 25% agua fermentado por 90 días por Delgado et al. (2019), así como también del Biol de vísceras de trucha con $0,38 \%$ (N); $0,0719 \%$ (P) y $0,046 \%$ (K) y del Biol de vísceras de jurel con $0,56 \%$ (N); $0,1732 \%$ (P) y $0,046 \%$ (K) obtenido por estos mismos investigadores en 90 días. En este contexto, Thendral y Geetha (2019) demostraron la presencia de los aminoácidos arginina, treonina, valina, isoleucina, metionina, leucina, lisina y triptófano en el fermentado de residuos de pescado y concluyeron que el nitrógeno, fósforo y potasio, minerales

secundarios como calcio y magnesio además de los aminoácidos, determinan que el Biol sea un abono de uso para la agricultura no contaminante.

Los residuos de pescado contienen 11,7 – 13,0 % N; 2,2 – 16,2 % P; 10,5 – 13,2 % K y 7,2 – 21,0 % Ca. Los huesos de pescado están constituidos por 60 – 70 % de minerales, en forma mayoritaria Ca y P. Las escamas de pescado son ricas en nitrógeno especialmente nitrógeno además de fósforo y calcio. La composición nutricional de las especies de pescado puede variar con el tamaño y con la exclusión o inclusión de tejidos de la cabeza, huesos y vísceras. El porcentaje de calcio es en promedio 31 g por kg de materia seca y el de nitrógeno 12-13 % por kg de materia seca (Ahuja et al., 2020).

Los abonos orgánicos son definidos como residuos orgánicos que una vez descompuestos bajo condiciones controladas contienen los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Bajo esta definición el Biol es un abono orgánico proveniente de la descomposición anaerobia de los residuos de pescado solos (Thendral y Geetha, 2019; Rishita y Rao, 2019) o junto a otros residuos o sustancias como el estiércol fresco, suero de leche, chancaca, harina de huesos, sangre (Gutierrez et al., 2019), cáscaras de huevos (Herawati et al., 2020), melaza (Aranganathan y Radhika (2016), microorganismos eficaces (Choi, 2020), levadura y azúcar (Delgado et al., 2019).

Respecto al NMP de microorganismos en el Biol se coincide con Thendral y Geetha (2019) quienes registraron 0,3 NMP mL⁻¹ de coliformes totales y no detectaron coliformes termotolerantes en el Biol de residuos de pescado después de 15 días de proceso. Los investigadores cuantificaron bacterias ácidolácticas (4,41 UFC mL⁻¹) y otras bacterias, levaduras y mohos responsables de la acidez generada y disminución del pH que inhibe el crecimiento de patógenos como *Salmonella* sp. y *Clostridium botulinum*.

El Biol en la dilución 10⁻¹ inhibió la germinación de las semillas de rabanito y en la dilución 10⁻² inhibió en 74,9 % el crecimiento de las raíces de bulbos-semilla de cebolla, efecto negativo atribuido a los ácidos grasos y amonio presentes en el Biol como resultado del proceso fermentativo. De igual manera, Thendral y Geetha (2019) reportaron que el índice de germinación de semillas de *Vigna radiata* disminuyó a 75 % con la dilución 1:25 y 50 % con la dilución 1:50 del Biol de residuos de pescado; no obstante, se alcanzó un índice de

germinación cercano a 150 % con la dilución 1:100. De igual manera el Biol aumentó el índice de germinación de las semillas de rabanito hasta 178 % (10^{-2}) y disminuyó a 13 % la inhibición del crecimiento de las raíces de cebolla (10^{-3}). Según Thendral y Geetha (2019) la disminución de la fitotoxicidad conforme aumenta la dilución demuestra que productos como el Biol de residuos de pescado pueden ser utilizados como fertilizantes agrícolas y cuando el índice de germinación es mayor a 125 % deben ser considerados bioestimulantes.

5.2 Efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en el crecimiento y rendimiento de *Vigna unguiculata* L. Walp “frijol caupí” y *Zea mays* “maíz amarillo duro”

La promoción de crecimiento y rendimiento de los cultivos agrícolas por los fertilizantes líquidos de residuos de pescado fue reportada previamente por Choi (2020) y Aranganathan y Radhika (2016) en tomate, Herawati et al. (2020) en soya y Gutierrez et al. (2019) en alfalfa. En plantas de *Pennisetum galucum* y *Trigonella foenum-graecum* de 30 días se demostró aumento de la longitud de las hojas, tallo y raíces por efecto de la aplicación de los fertilizantes líquidos de residuos de *Catla catla* (T1), *Labeo rohita* (T2) y mezcla de T1 y T2 (T3) fermentados con *Bacillus flexus* y *Pseudomonas stutzeri* por 4 días (Rishita y Rao, 2019). En plantas de tomate de 30 días se demostró aumento de la altura y número de hojas (Aranganathan y Radhika, 2016). En plantas de soya de 56 días se incrementó la altura de planta (Herawati et al., 2020). En alfalfa se aumentó la altura de planta y biomasa de hojas y tallos (Gutierrez et al., 2019) y en lechuga el número y color verde en las hojas (Delgado et al., 2019).

El rendimiento se incrementó con la aplicación del Biol de residuos de pescado en los cultivos de frijol caupí y maíz amarillo duro al igual que en las investigaciones de Choi (2020) en tomate, Herawati et al. (2020) en soya y Gutierrez et al. (2019) en alfalfa.

Los productos alimenticios obtenidos con la agricultura orgánica presentan mayor nivel de vitamina C, hierro, magnesio, fósforo y antioxidantes, mejor sabor y calidad nutricional y un mínimo contenido de residuos de nitratos y pesticidas; sin embargo, la agricultura no contaminante presenta la desventaja del rendimiento menor que el obtenido con la agricultura convencional. Los fertilizantes inorgánicos tienen mayor cantidad de nutrientes que los orgánicos y a su vez están disponibles para la planta de forma inmediata, condición que se

traduce con mayor rendimiento (Timsina, 2018). En este contexto, se explica la superioridad del incremento en el rendimiento obtenido en el frijol caupí con el testigo químico, FQ (248,28 %), Biol + FQ (357,73 %), en comparación con el Biol (89,59 – 173,46 %) y en el maíz amarillo duro con 14,6 % (FQ); 28,76 % (Biol + FQ) frente a 10,29 – 13,16 % con el Biol.

5.3 Efecto de la aplicación de fertilizante químico y tres dosis de Biol de residuos de pescado en la fertilidad microbiana, expresada como número de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico, Ferreñafe 2022

El incremento de los microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato en el suelo cultivado con frijol caupí y maíz, por efecto de la aplicación del Biol en comparación con el testigo químico evidenció la capacidad del abono líquido para mejorar la fertilidad del suelo. Se coincide con Choi (2020) quien determinó incremento significativo en la longitud y biomasa de lombrices de tierra, número de invertebrados y unidades bacterianas taxonómicas operacionales (OUT) en el suelo cultivado con tomate en el que se realizaron dos aplicaciones por semana de un fertilizante líquido de residuos de pescado durante 120 días.

El número de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato fue mayor en el suelo donde se aplicó Biol 1,25 % + FQ (T6) en comparación con el testigo químico (T2), resultado aparentemente contradictorio que puede ser explicado por el efecto benéfico de la materia orgánica del Biol de residuos de pescado. En el suelo la aplicación excesiva de fertilizante químico cambia la estructura del suelo, acidifica el suelo (Timsina, 2018), reduce el nivel de macronutrientes secundarios calcio, magnesio y azufre, incrementan los metales pesados como el plomo (Ugulu et al., 2020) y reducen la diversidad microbiana del suelo que participa de forma activa en los ciclos biogeoquímicos (Wei et al., 2017) y en el reciclamiento de nutrientes; no obstante, cuando se aplican junto a materia orgánica, el impacto negativo de los productos químicos disminuye. Al respecto, Ding et al. (2016) determinaron que el fertilizante químico (NPK) aumentó el número de hongos de los géneros *Fusarium* y *Giberella* fitopatógenos, pero esta población fue mínima cuando se aplicó fertilizante químico más estiércol de caballo. Por el contrario, la población de hongos benéficos fue mayor en NPK + estiércol y mucho menor con NPK (químico).

La aseveración de que la materia orgánica del Biol disminuyó el impacto negativo del fertilizante químico al suelo es corroborada con la investigación de Ning et al. (2017) quienes determinaron el efecto de la aplicación de 100% fertilizante químico, FQ (T1), 80 % FQ (T2), 60 % FQ + 20 % materia orgánica, MO (T3), y 40 % FQ + 40 % MO (T4) en la fertilidad del suelo y actividad enzimática microbiana. Los investigadores demostraron que la disminución del fertilizante químico no presentó efecto significativo a la cantidad de materia orgánica y actividad catalasa del suelo, redujo ligeramente el nitrógeno, fósforo y potasio y actividad ureasa y disminuyó en forma significativa la actividad fosfatasa. Por el contrario, la aplicación del fertilizante químico junto a la materia orgánica (T3 y T4) incrementó la materia orgánica y la actividad catalasa y ureasa microbiana.

Los seis macronutrientes N, P, K, Ca, Mg y S constituyen una parte significativa de los 30 g de minerales que contiene cada kg de material vegetal fresco. Los suelos fértiles proporcionan una parte significativa de estos elementos; no obstante, la mayoría de los cultivos depende de la aplicación externa de los fertilizantes químicos para satisfacer el requerimiento nutricional. En este contexto, los fertilizantes a base de residuos de pescado como el Biol además de N, P, K, Ca, Mg y S tiene materia orgánica, vitaminas, reguladores de crecimiento y microorganismos benéficos que favorecen el crecimiento y rendimiento de las plantas, así como la fertilidad del suelo (Ahuja et al. 2020).

VI. CONCLUSIONES

- 5.1 El Biol de residuos de pescado presentó nitrógeno (1,65 %), fósforo (2,98 %) y potasio (1,25 %), además de calcio y magnesio. Asimismo, presentó < 1,8 NMP / 100 mL coliformes totales, termotolerantes, *E. coli* y *Salmonella sp.* En semillas de rabanito la fitotoxicidad fue baja en las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} y en bulbos-semilla de “cebolla roja para encurtido”, la inhibición del crecimiento de las raíces fue de 13,1 % (dilución 10^{-3}) respecto al testigo 1 (agua) y 2,5 % (dilución 10^{-3}) respecto al testigo 2 (CuSO_4).
- 5.2 La aplicación de tres dosis de Biol (1; 1,25 y 1,5 %) incrementó la altura de planta y longitud de raíz, así como los componentes y el rendimiento del frijol caupí, en comparación con el testigo absoluto. Los porcentajes de incremento alcanzados con el Biol fueron menores que los del fertilizante químico, el cual a su vez fue superado por el Biol 1,25 % + FQ. Respecto al maíz amarillo duro, el Biol aumentó los parámetros del crecimiento vegetativo y el rendimiento en biomasa aérea fresca y seca del maíz amarillo duro, en comparación con el testigo absoluto. Los porcentajes de incremento alcanzados con el Biol superaron al testigo químico en cuanto al número de hojas, longitud de raíz, biomasa fresca y seca de raíz, pero no en la biomasa aérea fresca y seca ni en el rendimiento en biomasa aérea fresca.
- 5.3 La aplicación de tres dosis de Biol incrementó la fertilidad microbiana del suelo expresada como número de unidades formadoras de colonias de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato por gramo de suelo a la cosecha del frijol caupí y maíz amarillo duro respecto a los testigos absoluto y químico.

VII. RECOMENDACIONES

- Los resultados de la investigación validan el uso del Biol de residuos de pescado como abono orgánico que incrementa el crecimiento y rendimiento de los cultivos agrícolas, así como aumenta la fertilidad microbiana del suelo.
- Determinar el efecto de la aplicación de Biol 1,25 % junto a 50 % de fertilizante químico en el rendimiento del frijol caupí y maíz amarillo duro.
- Investigar el efecto de la suplementación del Biol de residuos de pescado con nutrientes para mejorar la efectividad en el rendimiento agrícola.
- Investigar el efecto de la aplicación del Biol de residuos de pescado junto a microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPR) en la efectividad del rendimiento agrícola.

VIII. REFERENCIAS

- Acosta, R. (2019). *Características físicas, químicas, microbiológicas y efectividad agronómica del abono líquido biol obtenido por digestión anaerobia de estiércol de animales con rastrojo* [tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú]. Repositorio Institucional <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6031>
- Ahmed, M., Rauf, M., Mukhtar, Z., y 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., y 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>
- Aranganathan, L., y 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>
- Benavides, A., y Plasencia, C. (2012). *Caracterización físico – química y biológica del abono líquido “Biol” obtenido por digestión anaerobia de tres sustratos orgánicos en Jayanca, Lambayeque* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú].
- Bolaños, J., Cordero, G., y Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica).

- Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27.
<https://dx.doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Carreño, C. (2016). *Manual de Prácticas de Microbiología del Suelo*. (pp 3-36, 163-177). Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Choi, H. (2020). Effects of organic liquid fertilizers on biological activities and fruit productivity in open-field cherry tomato. *Soil and Plant Nutrition*, 79(3), 447-557. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.202000053>
- Chuan, N., Peng, G., Bing, W., Wei, L., Ni, J., y Kun, C. (2017). Impacts of chemical fertilizer reduction and organic amendments supplementation on soil nutrient, enzyme activity and heavy metal content. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(8), 1819–1831. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61476-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61476-4)
- Contreras, H. (2017). *Eficiencia de la biodegradación de hidrocarburos de petróleo por hongos filamentosos aislados de suelo contaminado* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1350/BC-TES-TMP183.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Contreras, H., y Carreño, C. (2018). Eficiencia de la biodegradación de hidrocarburos de petróleo por hongos ¿filamentosos aislados de suelo contaminado. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 1(1), 27-33. <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v1i1.269>
- D.S. N° 017-2011-PRODUCE. Decreto supremo que modifica el Decreto Supremo N° 005-2011-PRODUCE, Reglamento del procesamiento de descartes y/o residuos de recursos hidrobiológicos.
- Delgado, E., Benavente, G., y Cáceres, G. (2019). Elaboración de fertilizante orgánico a partir de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mikyss*) y jurel (*Trachurus murphyi*), cuantificación y evaluación del efecto de los nutrimentos minerales. *Anales Científicos*, 80(2), 452-461. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i2.1471>
- Ding, J., Jiang, X., Guan, D., Zhao, B., Ma, M., Zhou, B., Cao, F., Yang, X. y Li, L. (2016). Influence of inorganic fertilizer and organic manure application on fungal communities in a long-term field experiment of Chinese Mollisols. *Applied Soil Ecology*, 111(1), 114-122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.12.003>

- Farmex Vínculos Fértiles. (s.f.). *Maíz Dekalb 7508*.
<https://www.farmex.com.pe/producto/maiz-dekalb-7508/>
- Florez, M., Roldán, D., y 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.
<https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1563>
- Goswami, D., Thakker, J. y Dhandhukia, P. (2016). Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1-19. <http://dx.doi.org/10.1080/23311932.2015.1127500>
- González, A., Figueroa, U., Preciado, P., Núñez, G., Luna, J., y 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.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000200301
- Gutiérrez, F., Díaz, S., Rojas, Z., Gutiérrez, W., y Vallejos, L. (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://doi.org/10.33198/rp.v20i2.00057>
- Herawati, J., Indarwati, I., y Ernawati, E. (2020). Test formulation of liquid organic fertilizer on growth and result of soybean plants. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469, 1-8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012015>
- Instituto Nacional de Calidad. (2019). *NTP 041.001.2019. Pescado Fresco. Requisitos*. 3° ed.
- Instituto Nacional de Calidad. (2020). *NTP 360.506.2020. CALIDAD DE AGUA. Coliformes totales, coliformes termotolerantes (fecales) y Escherichia coli. Método de ensayo por fermentación en tubos múltiples*. 1° ed.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (15 de enero de 2019). *Ubigeo de Perú*. <https://account.geodir.co/recursos/ubigeo-inei-peru.html>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (s.f.). Ficha técnica Caupí INIA 432 – Vaina Verde.

- Joe, M., Deivaraj, S., Benson, A., Henry, A., y Narendrakumar, G. (2018). Soil extract calcium phosphate media for screening of phosphate-solubilizing bacteria. *Agriculture and Natural Resources*, 52(3), 305-308. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.09.014>
- Kusuma, I., Suriani, N., y 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://doi.org/10.29165/ajarcde.v5i2.67>
- Lakhal, D., Boutaleb, N., Bahlaouan, B., Taiek, T., Fathi, A., Mekouar, M., Abouakil, N., Lazar, S., y El antri, S. (2017). Mixture experimental design in the development of a bio fertilizer from fish waste, molasses and scum. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 6(6), 588-594. <https://www.ijert.org/mixture-experimental-design-in-the-development-of-a-bio-fertilizer-from-fish-waste-molasses-and-scum>
- León, C., Nomberto C., Mendoza, G., Bardales, C., Cabos, J. y Barrena, M. (2019). Diseño e implementación de una planta piloto de producción de Biogás, Biol y Biosol. *Arnaldoa*, 26 (3), 1017-1032. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300011&script=sci_arttext&tlng=en
- López, M., Suárez, F., y Moreno, J. (2018). Los microorganismos como elementos clave de la bioeconomía. *Mediterráneo Económico*, 31, 291-307. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6648782>
- Ning, C., Gao, P., Wang, B., Lin, W., Jiang, N., y Cai, K. (2017). Impacts of chemical fertilizer reduction and organic amendments supplementation on soil nutrient, enzyme activity and heavy metal content. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(8), 1819–1831. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61476-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61476-4)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2014). *Manual de Usuario. Producción de cultivos*. <http://www.fao.org/publications/card/es/c/eef8bd3a-cba4-4526-8ed7-2debe3c4dc54/>

- Palacio, R., Ramos, B., Coria, J., Nava, R., y Sáenz, J. (2016). Mecanismos de las PGPR para mitigar el estrés abiótico de plantas. *Árido-Ciencia*, 1(1), 4-11. <http://aridociencia.mx/numeros/2015/vin1/articulo2.pdf>
- Rishitha, M., y 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., y Colla, G. (2018). Synergistic biostimulatory action: designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agricultura. *Frontiers in Plant Science*, 9(1655), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01655>
- Rouphael, Y., y Colla, G. (2020). Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11(40), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
- San Martins, F., Samuel, A., Batista, F., y Barbosa, C. (2015). Waste composting and proving fish for production the organic fertilizers. *Semina-ciencias Agrarias*, 36,
- Saputra, R., Sari, N., y Norsaleha, R. (2022). Nutrient uptake and yield of paddy cultivated under intensification with fish amino acid as liquid organic fertilizer. *International Journal of Biosciences*, 20(4), 85-96. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/20.4.85-96>
- Secretaria de Gobierno y Transformación Digital. (s.f.). *Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados Geo Perú*. <https://visor.geoperu.gob.pe/>
- Shuqin, J., y Fang, Z. (2018). Zero growth of chemical fertilizer and pesticide use: China's objectives, progress and challenges. *Journal of Resources and Ecology*, 9(1), 50-58. <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2018.01.006>
- Soto, M., Ochoa, M., y Bojorquez, E. (2019). Beneficios de los florecimientos macroalgales para la producción de biofertilizantes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1863-1874. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.915>.
- Suárez, L., Girón, Y., y Farfán, E. (2022). *Proyecto Desarrollo de la técnica de producción de abono líquido a partir del reaprovechamiento de residuos de la pesca artesanal con la participación de la Asociación de Procesadores Artesanales de Productos Hidrobiológicos del Centro Pesquero de Santa Rosa*. PNIPA/Ministerio de la Producción (Perú).

- Thendral, B., y Geetha, A. (2019). Physicochemical characterization of traditionally fermented liquid manure from fish waste (Gunapaselam). *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 18(4), 830-836. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28751.23206>
- Timsina, J. (2018). Can organic sources of nutrients increase crop yields to meet global food demand? *Agronomy*, 8(10), 214. <https://doi.org/10.3390/agronomy8100214>
- Ugulu, I., Ahmad K., Khan, Z., Munir, M. Wadij, K., y Bashir, H. (2020). Effects of organic and chemical fertilizers on the growth, heavy metal/metalloid accumulation, and human health risk of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(10), 12533-12545. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11271-4>
- Wei, M., Hu, G., Wang, H., Bai, E., Lou, Y., Zhang, A., y Zhuge, Y. (2017). 35 years of manure and chemical fertilizer application alters soil microbial community composition in a Fluvo-aquic soil in Northern China. *European Journal of Soil Biology*, 82(1), 27-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejsobi.2017.08.002>
- Wood, S., y Baudronc, F. (2018). Soil organic matter underlies crop nutritional quality and productivity in smallholder agricultura. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 266, 100-108. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.025>

ANEXOS

Anexo 1

Norma Técnica Peruana NTP 360.506.2020, denominada “CALIDAD DE AGUA. Coliformes totales, coliformes termotolerantes (fecales) y *Escherichia coli*. Método de ensayo por fermentación en tubos múltiple”

1. Prueba presuntiva en caldo lauril triptosa (CLT)

Los tubos con CLT inoculados con la muestra, se incuban a $35 \pm 0,5$ °C y se realiza la lectura inicial dentro de las 24 horas. Se consideran positivos aquellos tubos que presentan gas en el tubo de Durham o si se obtiene viraje del indicador púrpura de bromocresol en el medio de cultivo. La lectura final se realiza a las 48 horas bajo el mismo procedimiento. De los tubos considerados positivos, se agitan suavemente y transfieren 2-3 asadas con el asa de siembra en anillo estéril, a tubos con caldo lactosado verde brillante bilis y medio EC, que constituyen la prueba confirmativa para coliformes totales y prueba de coliformes termotolerantes, respectivamente.

2. Prueba confirmativa en caldo lactosado bilis verde brillante (CLVBB)

Los tubos con CLVBB se incuban a $35 \pm 0,5$ °C y se realiza la lectura a las 24 y 48 horas. La formación de burbujas de gas en el tubo de Durham es considerado positivo para coliformes totales.

3. Prueba para coliformes termotolerantes en medio EC

Los tubos con medio EC se incuban a $44,5 \pm 0,2$ °C y se realiza la lectura a las 24 horas. La formación de burbujas de gas en el tubo de Durham es considerado positivo para coliformes termotolerantes.

4. Test para *E. coli* (producción de indol)

En los tubos positivos para coliformes en la prueba presuntiva, agregar 0,2-0,3 mL de reactivo de Kovacs. La formación de un anillo rojo en la parte superior se considera positivo para *E. coli*.

Tabla J.3. NMP con Limite de Confianza al 95 % , para varias combinaciones de tubos positivos, cuando se emplean cinco tubos por dilución (10 mL , 1,0 mL , 0,1 mL)

Combinación de positivos	NMP /100mL	Límite de Confianza		Combinación de positivos	NMP /100mL	Límite de Confianza	
		Bajo	Alto			Bajo	Alto
0-0-0	<1,8	-	6.8	4-0-3	25	9.8	70
0-0-1	1,8	0,090	6.8	4-1-0	17	6.0	40
0-1-0	1,8	0,090	6.9	4-1-1	21	6.8	42
0-1-1	3,6	0,70	10	4-1-2	26	9.8	70
0-2-0	3,7	0,70	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5,5	1,8	15	4-2-0	22	6.8	50
0-3-0	5,6	1,8	15	4-2-1	26	9.8	70
1-0-0	2,0	0,10	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4,0	0,70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6,0	1,8	15	4-3-0	27	9.9	70
1-1-0	4,0	0,71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6,1	1,8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8,1	3,4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6,1	1,8	15	4-4-1	40	14	100
1-0-1	4,0	0,70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6,0	1,8	15	4-3-0	27	9.9	70
1-1-0	4,0	0,71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6,1	1,8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8,1	3,4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6,1	1,8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8,2	3,4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8,3	3,4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3,5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	11	3,5	22	5-0-0	23	6.8	70
2-0-0	4,5	0,79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6,8	1,8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9,1	3,4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6,8	1,8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9,2	3,4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4,1	26	5-1-2	63	22	150
2-2-0	9,3	3,4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4,1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5,9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4,1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5,9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5,9	36	5-2-4	150	58	400

Anexo 2

Análisis físico-químico del suelo experimental en el Instituto Nacional de Educación Superior Tecnológico Peruano “Enrique López Albújar”, Ferreñafe 2022.




Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis: COMPLETO
Nombre: ASOCIACION DE PRODUCTORES ARTESANALES DE PRODUCTOS HIDROBIOLOGICOS DEL CENTRO PESQUERO DE APAPHCEPES
Procedencia: ISTEP ENRIQUE LOPEZ ALBUJAR - FERREÑAFE
Muestras: Suelos - 1
Fecha Emisión: 28/02/2022

MUESTRA	Extracto saturado						Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec milimhos/ cm	M.O %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Ao	Lo	Ar	
M - 3 : MOQUEGUA	7.85	10.08	1.20	6.70	120	3.45	62	17	21	FRANCO ARCILLO ARENOSO

MUESTRA	Sodio Intercamb.	C I C	PSI	TIPO DE SUELO	% de SATURACION	ENMIENDA (Ton. Yeso agrícola/Ha/Año)
	meq/100 grs	meq/100 grs	%			
M - 3 : MOQUEGUA	1.487	14.470	10.276	SALINO POTENCIALMENTE SÓDICO	38.72	2.40


ING. DANTE BOLIVIA DÍAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo


LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis: COMPLETO
Nombre: ASOCIACION DE PRODUCTORES ARTESANALES DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS DEL CENTRO PESQUERO DE APAPHCEPES
Procedencia: ISTP ENRIQUE LOPEZ ALBUJAR - FERREÑAFE

Muestras: Suelos - 1
Fecha Emisión: 28/02/2022

MUESTRA	Extracto saturado		M.O %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec milimhos/ cm					Ao	Lo	Ar	
M - 5 : MAÍZ	7.65	11.32	0.70	25.00	117	3.52	65	17	18	FRANCO ARENOSO

MUESTRA	Sodio Intercamb.	C I C	PSI	TIPO DE SUELO	% de SATURACION	ENMIENDA (Ton. Yeso agrícola/Ha/Año)
	meq/100 grs	meq/100 grs	%			
M - 5 : MAÍZ	1.576	14.262	11.046	SALINO POTENCIALMENTE SÓDICO	36.825	2.60


ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 3

Medios de cultivo para evaluar la población de microorganismos rizosféricos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato inorgánico (en Carreño, 2016)

a. Medio de cultivo NFb

Componentes	g L ⁻¹
Ácido málico	5,0
K ₂ HPO ₄	0,5
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,2
NaCl	0,1
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0,02
Solución de micronutrientes I	2 mL
Azul de bromotimol (0,5% en KOH 0,2N)	2 mL
FeEDTA (Solución 1,64%)	2 mL
Solución de vitaminas I (Biotinol)	2 mL
KOH	4,5

Pesar los compuestos en el orden indicado, posteriormente completar el volumen a 1000 mL con agua destilada y ajustar el pH a 6,5 – 6,8. Para el medio semisólido agregar 1,75 – 1,8 g L⁻¹ de agar agary para el medio sólido 15 g L⁻¹ de agar agar y 20 mg L⁻¹ de extracto de levadura como fuente de nitrógeno.

Solución de micronutrientes I

Componentes	g L ⁻¹
CuSO ₄	5,0
ZnSO ₄	0,5
H ₃ BO ₃	0,2
NaMoO ₄ ·2H ₂ O	0,1
MnSO ₄ ·H ₂ O	4,5
Completar el volumen a 1000 mL con agua destilada	

FeEDTA (Solución 1,64%)

Preparar una solución madre con 7,0 g de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y 2 g de EDTA dipotásico en 1 L de agua destilada. Luego tomar 1,17 mL de la solución madre y completar a 1 L con agua desmineralizada, para obtener la solución 1,64% de FeEDTA deseada.

b. Medio de cultivo National Botanical Research Institute, NBRIP

Componentes	g L ⁻¹
Glucosa	10
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	5
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,1
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,25
KCl	0,2
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	5
Agar agar	15
Completar el volumen a 1000 mL con agua destilada	

El medio NBRIP fue suplementado con 45 mg de Fluconazol. Se disolvió una cápsula de 150 mg en 10 mL de alcohol al 95% y se agregaron 2 mL del antibiótico disuelto por litro de medio de cultivo.

Anexo 4

Análisis físico-químico del Biol de residuos de pescado



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

Tipo de Análisis: Completo

Nombre: ASOCIACIÓN DE PROCESADORES ARTESANALES
DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS DEL
CENTRO PESQUERO APAPHCEPES

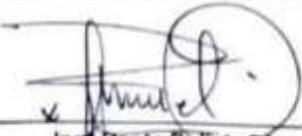
Procedencia: SANTA ROSA

Muestra: BIOL LÍQUIDO - 3

Fecha de Emisión: 29/12/2021

Muestra	
pH	4.30
Cec (mmhos/Cm)	19.25
Materia Orgánica (%)	40.70
Nitrógeno (%)	1.65
Fósforo (P ₂ O ₅) (%)	2.98
Potasio (K ₂ O) (%)	1.25
Calcio (CaO) (%)	1.68
Magnesio (MgO) (%)	0.53
Materia Seca (%)	88.52
Humedad (%)	11.48
Cenizas (%)	9.88
Carbono (%)	23.60
Relación C/N (%)	14.30

Resultado: El siguiente resultado de la muestra de Biol N°3 analizada está indicando que tiene un pH de reacción ácida, propio del producto (Biol), cuyo valor de pH es de acidez fuerte, siendo de tendencia alta la salinidad, propia del producto (Biol) aceptable. En su composición química se resalta el buen contenido de Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo y Cenizas (minerales) en base seca. Siendo de valor bajo el Magnesio, de valor medio el Potasio y el Calcio. El valor de materia seca del producto es alto debido al proceso sometido de secado por evaporación (líquido a sólido). El valor de Carbono es aceptable, siendo buena la relación Carbono/Nitrógeno (C/N). Este producto se puede usar como abono foliar pero con dosis moderada.


Ing. Dante Bolivia Díaz
Jefe Laboratorio de Química y Suelos



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

Tipo de Análisis	Completo
Nombre	ASOCIACIÓN DE PROCESADORES ARTESANALES DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS DEL CENTRO PESQUERO APAPHCEPES
Procedencia	FUNDO SANTA JUSTINA - IESTP ENRIQUE LÓPEZ ALBUJAR - FERREÑAFE
Muestra	ABONO LÍQUIDO - BIOL (B - 1)
Fecha de Emisión	08/06/2021

Muestra	
pH	4.50
Cec (Micromhos/Cm)	24908
Cationes(ppm)	
Calcio (Ca)	2880.00
Magnesio (Mg)	561.79
Sodio (Na)	1202.90
Potasio (K)	222.87
Suma de Cationes	4867.56
Aniones(ppm)	
Carbonatos (CO ₃)	N.E.
Bicarbonatos (HCO ₃)	4117.50
Cloruros (Cl)	5431.50
Sulfatos (SO ₄)	1312.80
Suma de Aniones	10861.80
RAS	5.36
CO ₃ Na Residual	-122.70
Clase	C5 S2

Resultado: La muestra de BIOL líquido de la muestra N°1 está indicando que tiene un pH de reacción ácida, valores propios de este producto. El nivel de sales solubles es de valor alto, siendo el Sodio de valor alto, también el Cloruro es de nivel alto y el RAS es de valor medio. Este producto se puede utilizar en cultivos tolerantes y en suelos ligeros.

Ing° Dante Bolivia Díaz
Jefe Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 5

Datos y cálculos del ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en semillas de *Raphanus vulgaris* L., Pimentel 2022.

1. Elongación radicular de semillas de *Raphanus vulgaris* L. en el ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado, Pimentel 2022.

Tratamiento	Placa	Elongación radicular (mm)																				\bar{X}
		r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	r11	r12	r13	r14	r15	r16	r17	r18	r19	r20	
Testigo	R1	22	26	35	19	22	20	22	28	23	10	42	21	30	25	25	29	21	21	-	-	24,50
Testigo	R2	24	26	15	27	22	21	38	40	47	32	21	29	30	20	23	15	21	30	7	15	25,15
Testigo	R3	34	20	25	26	16	36	30	29	25	38	35	29	30	27	33	37	16	30	35	39	29,50
Biol10 ⁻¹	R1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
Biol10 ⁻¹	R2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15
Biol 10 ⁻¹	R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Biol 10 ⁻²	R1	55	56	38	35	55	56	47	52	56	49	50	24	23	53	40	29	61	60	45	40	46,20
Biol 10 ⁻²	R2	32	51	30	47	38	36	51	37	50	55	43	35	66	45	50	35	20	9	5	43	38,90
Biol 10 ⁻²	R3	34	40	34	65	35	63	27	32	42	39	57	49	30	40	50	55	40	61	44	37	43,70
Biol 10 ⁻³	R1	40	35	40	52	82	40	42	56	81	43	60	44	25	48	37	53	35	32	44	30	45,95
Biol 10 ⁻³	R2	3	23	13	19	25	33	16	22	10	13	10	35	15	17	17	15	22	15	6	15	17,20
Biol 10 ⁻³	R3	15	25	47	28	47	50	38	22	53	40	79	33	30	67	58	68	60	5	35	-	42,11

2. Número de semillas germinadas en el ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en semillas de *Raphanus vulgaris* L., Pimentel 2022

Tratamiento	Placa (Repetición)		
	R1	R2	R3
Testigo (agua)	18	20	20
Biol 10 ⁻¹	1	1	0
Biol 10 ⁻²	20	20	20
Biol 10 ⁻³	20	20	19

3. Fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en semillas de *Raphanus sativus* L. “rabanito”, Pimentel 2022

Tratamiento	Promedio elongación radicular (mm)				Porcentaje de germinación relativo (PGR)				Crecimiento relativo de radícula (CRR)				Índice de germinación - IG (%)				NT*
	R1	R2	R3	\bar{X}	R1	R2	R3	\bar{X}	R1	R2	R3	\bar{X}	R1	R2	R3	\bar{X}	
Testigo (agua)	24,5	25,2	29,5	24,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Biol 10 ⁻¹	0,3	0,2	0,0	0,0	5,6	5,0	0,0	3,4	1,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	Severo
Biol 10 ⁻²	46,2	38,9	43,7	42,9	111,1	100,0	100,0	103,4	188,6	154,7	148,1	172,2	209,5	154,7	148,1	178,1	Bajo
Biol 10 ⁻³	46,0	17,2	42,1	35,0	111,1	100,0	95,0	101,7	187,6	68,4	142,7	140,2	208,4	68,4	135,6	142,6	Bajo

* NT: Nivel de toxicidad

4. Cálculo del PGR

Ejemplo: R1 - Biol 10^{-3}

$$\text{PGR} = \frac{\text{Número de semillas germinadas en la dilución}}{\text{Número de semillas germinadas en el testigo}} \times 100$$

$$\text{PGR} = \frac{20}{18} \times 100$$

$$\text{PGR} = 111,1$$

5. Cálculo del CRR

Ejemplo: R1 - Biol 10^{-3}

$$\text{CRR} = \frac{\text{Longitud promedio de radículas en la dilución}}{\text{Longitud promedio de radículas en el testigo}} \times 100$$

$$\text{CRR} = \frac{46,0}{24,5} \times 100$$

$$\text{CRR} = 187,6$$

6. Cálculo del IG

Ejemplo: R1 - Biol 10^{-3}

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

$$\text{IG} = \frac{111,1 \times 187,6}{100}$$

$$\text{IG} = 208,4$$

Anexo 6

Análisis estadístico del ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado en semillas de *Raphanus vulgaris* L., Pimentel 2022.

Pruebas de normalidad

	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SEMILLAS GERMINADAS	BIOL -1	.385	3	.	.750	3	.000
	BIOL -2	.	3	.	.	3	.
	BIOL -3	.385	3	.	.750	3	.000
	TESTIGO AGUA	.385	3	.	.750	3	.000
PROMEDIO LONGITUD	BIOL -1	.219	3	.	.987	3	.780
	BIOL -2	.249	3	.	.968	3	.656
	BIOL -3	.340	3	.	.848	3	.236
	TESTIGO AGUA	.342	3	.	.846	3	.229
PGR	BIOL -1	.353	3	.	.824	3	.174
	BIOL -2	.385	3	.	.750	3	.000
	BIOL -3	.264	3	.	.954	3	.588
	TESTIGO AGUA	.	3	.	.	3	.
CRR	BIOL -1	.211	3	.	.991	3	.814
	BIOL -2	.329	3	.	.868	3	.289
	BIOL -3	.232	3	.	.980	3	.729
	TESTIGO AGUA	.	3	.	.	3	.
IG	BIOL -1	.181	3	.	.999	3	.943
	BIOL -2	.350	3	.	.829	3	.185
	BIOL -3	.178	3	.	.999	3	.956
	TESTIGO AGUA	.	3	.	.	3	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
IG	Entre grupos	49168.912	3	16389.637	10.855	.003
	Dentro de grupos	12078.587	8	1509.823		
	Total	61247.499	11			
SEMILLAS GERMINADAS	Entre grupos	812.917	3	270.972	541.944	<.001
	Dentro de grupos	4.000	8	.500		
	Total	816.917	11			
PROMEDIO LONGITUD	Entre grupos	3115.309	3	1038.436	15.688	.001
	Dentro de grupos	529.546	8	66.193		
	Total	3644.855	11			
PGR	Entre grupos	21804.218	3	7268.073	245.297	<.001
	Dentro de grupos	237.037	8	29.630		
	Total	22041.255	11			
CRR	Entre grupos	45125.639	3	15041.880	14.697	.001
	Dentro de grupos	8187.784	8	1023.473		
	Total	53313.423	11			

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
IG	Se basa en la media	3.720	3	8	.061
	Se basa en la mediana	2.315	3	8	.152
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2.315	3	3.684	.227
	Se basa en la media recortada	3.641	3	8	.064
SEMILLAS GERMINADAS	Se basa en la media	7.111	3	8	.012
	Se basa en la mediana	.444	3	8	.728
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.444	3	4.000	.734
	Se basa en la media recortada	5.601	3	8	.023
PROMEDIO LONGITUD	Se basa en la media	9.750	3	8	.005
	Se basa en la mediana	1.113	3	8	.399
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.113	3	2.254	.493
	Se basa en la media recortada	8.292	3	8	.008
PGR	Se basa en la media	4.691	3	8	.036
	Se basa en la mediana	.811	3	8	.523
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.811	3	4.682	.543
	Se basa en la media recortada	4.174	3	8	.047
CRR	Se basa en la media	5.383	3	8	.025
	Se basa en la mediana	2.419	3	8	.141
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2.419	3	2.877	.250
	Se basa en la media recortada	5.151	3	8	.028

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IG	12	0.80	0.73	38.07

IG

			Subconjunto para alfa = 0.05	
	TRATAMIENTO	N	1	2
Tukey B ^a	BIOL -1	3	.0288	
	TESTIGO AGUA	3		100.0000
	BIOL -3	3		137.4576
	BIOL -2	3		170.7771
Duncan ^a	BIOL -1	3	.0288	
	TESTIGO AGUA	3		100.0000
	BIOL -3	3		137.4576
	BIOL -2	3		170.7771
	Sig.		1.000	.065

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 7

Cálculo del porcentaje de inhibición en el ensayo de fitotoxicidad del Biol de residuos de pescado, en bulbos-semilla de *Allium cepa*

Ejemplo 1: Biol 10^{-2} respecto al testigo 1 (agua)

$$\begin{aligned}\% \text{ Inhibición} &= \frac{\left[\begin{array}{c} \text{Longitud de raíces} \\ \text{en el testigo} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Longitud de raíces} \\ \text{en la dilución} \end{array} \right]}{\left[\begin{array}{c} \text{Longitud de raíces en el testigo} \end{array} \right]} \times 100 \\ \% \text{ Inhibición} &= \frac{[76,6] - [19,2]}{[76,6]} \times 100 \\ \% \text{ Inhibición} &= \frac{57,4}{76,6} \times 100 \\ \% \text{ Inhibición} &= 74,9\end{aligned}$$

Ejemplo 2: Biol 10^{-2} respecto al testigo 2 (CuSO_4)

$$\begin{aligned}\% \text{ Inhibición} &= \frac{\left[\begin{array}{c} \text{Longitud de raíces} \\ \text{en el testigo} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Longitud de raíces} \\ \text{en la dilución} \end{array} \right]}{\left[\begin{array}{c} \text{Longitud de raíces en el testigo} \end{array} \right]} \times 100 \\ \% \text{ Inhibición} &= \frac{[68,3] - [19,2]}{[68,3]} \times 100 \\ \% \text{ Inhibición} &= \frac{49,1}{68,3} \times 100 \\ \% \text{ Inhibición} &= 71,9\end{aligned}$$

Anexo 8

Prueba de normalidad, homocedasticidad de varianzas y análisis de varianza de los parámetros de crecimiento y rendimiento de *Vigna unguiculata* L. Walp

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
TRATAMIENTO		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura de Vigna unguiculata a los 80 días (cm)	Testigo absoluto	.058	60	.200*	.979	60	.370
	Testigo químico	.067	60	.200*	.963	60	.068
	Biol 1%	.096	60	.200*	.949	60	.014
	Biol 1,25%	.072	60	.200*	.971	60	.172
	Biol 1,5%	.081	60	.200*	.972	60	.185
	Biol 1,25% + FQ	.087	60	.200*	.946	60	.010

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	de	gl1	gl2	Sig.
Altura de Vigna unguiculata a los 80 días (cm)	Se basa en la media	1.535		5	354	.178
	Se basa en la mediana	1.504		5	354	.188
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.504		5	350.078	.188
	Se basa en la media recortada	1.533		5	354	.179

ANOVA

Altura de Vigna unguiculata a los 80 días (cm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4760.617	5	952.123	83.163	<.001
Dentro de grupos	4052.889	354	11.449		
Total	8813.506	359			

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
TRATAMIENTO		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Longitud de raíz de Vigna unguiculata a los 80 días (cm)	Testigo absoluto	.093	60	.200*	.976	60	.279
	Testigo químico	.099	60	.200*	.985	60	.648
	Biol 1%	.085	60	.200*	.974	60	.237
	Biol 1,25%	.109	60	.075	.986	60	.722
	Biol 1,5%	.113	60	.056	.942	60	.006
	Biol 1,25% + FQ	.082	60	.200*	.983	60	.547

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Longitud de raíz de Vigna unguiculata a los 80 días (cm)	Se basa en la media	1.085	5	354	.368
	Se basa en la mediana	.949	5	354	.449
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.949	5	342.636	.449
	Se basa en la media recortada	1.075	5	354	.374

ANOVA

Longitud de raíz de Vigna unguiculata a los 80 días (cm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	539.922	5	107.984	39.859	<.001
Dentro de grupos	959.033	354	2.709		
Total	1498.956	359			

Pruebas de normalidad

TRATAMIENTO			Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Número de vainas por planta de Vigna unguiculata los 80 días	Testigo absoluto		.124	60	.022	.965	60	.082
	Testigo químico		.129	60	.014	.952	60	.019
	Biol 1%		.128	60	.016	.962	60	.061
	Biol 1,25%		.132	60	.011	.963	60	.067
	Biol 1,5%		.124	60	.022	.967	60	.109
	Biol 1,25% + FQ		.118	60	.036	.970	60	.149

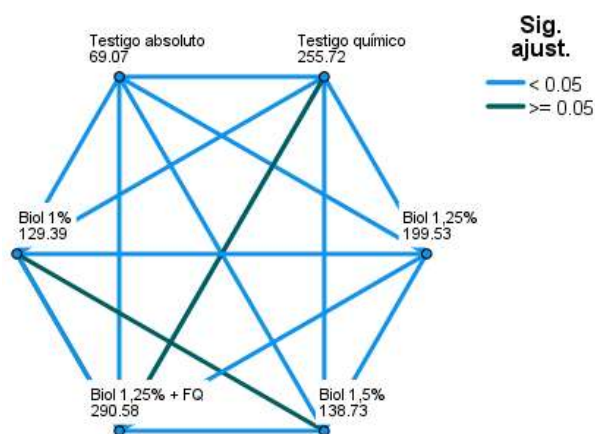
a. Corrección de significación de Lilliefors

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

N total	360
Estadístico de prueba	170.297 ^a
Grado de libertad	5
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.000

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones por parejas de TRATAMIENTO



Número de vainas por planta

Each node shows the sample average rank of TRATAMIENTO.

Comparaciones múltiples por pareja Prueba Games – Howell

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Testigo absoluto-Biol 1%	-60.325	18.880	-3.195	.001	.021
Testigo absoluto-Biol 1,5%	-69.658	18.880	-3.690	<.001	.003
Testigo absoluto-Biol 1,25%	-130.458	18.880	-6.910	<.001	.000
Testigo absoluto-Testigo químico	-186.650	18.880	-9.886	.000	.000
Testigo absoluto-Biol 1,25% + FQ	-221.508	18.880	-11.733	.000	.000
Biol 1%-Biol 1,5%	-9.333	18.880	-.494	.621	1.000
Biol 1%-Biol 1,25%	-70.133	18.880	-3.715	<.001	.003
Biol 1%-Testigo químico	126.325	18.880	6.691	<.001	.000
Biol 1%-Biol 1,25% + FQ	-161.183	18.880	-8.537	.000	.000
Biol 1,5%-Biol 1,25%	60.800	18.880	3.220	.001	.019
Biol 1,5%-Testigo químico	116.992	18.880	6.197	<.001	.000
Biol 1,5%-Biol 1,25% + FQ	-151.850	18.880	-8.043	<.001	.000
Biol 1,25%-Testigo químico	56.192	18.880	2.976	.003	.044
Biol 1,25%-Biol 1,25% + FQ	-91.050	18.880	-4.823	<.001	.000
Testigo químico-Biol 1,25% + FQ	-34.858	18.880	-1.846	.065	.973

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Pruebas de normalidad

			Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
TRATAMIENTO			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Número de granos por vaina de Vigna unguiculata los 80 días	Testigo absoluto		.154	60	.001	.956	60	.029
	Testigo químico		.139	60	.006	.963	60	.066
	Biol 1%		.143	60	.004	.956	60	.031
	Biol 1,25%		.142	60	.004	.960	60	.048
	Biol 1,5%		.157	60	<.001	.955	60	.028
	Biol 1,25% + FQ		.175	60	<.001	.956	60	.031

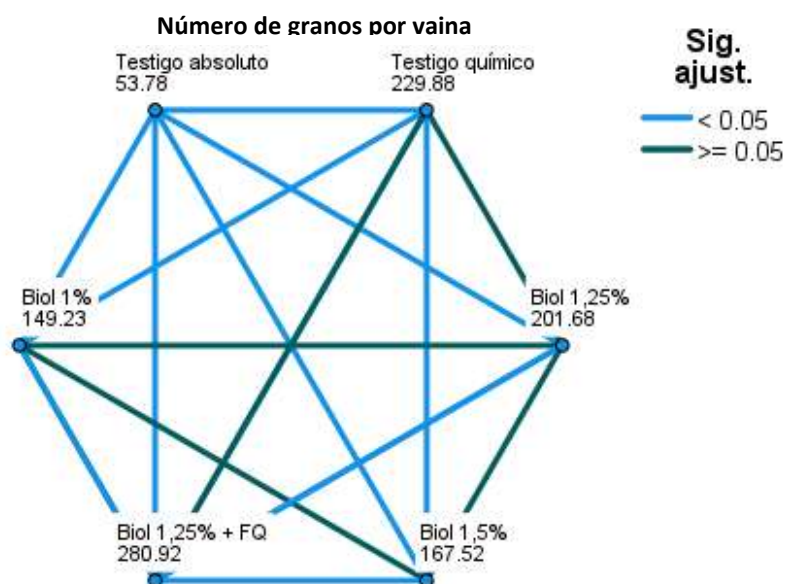
a. Corrección de significación de Lilliefors

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

N total	360
Estadístico de prueba	195.883 ^a
Grado de libertad	5
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.000

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones por parejas de TRATAMIENTO



Comparaciones múltiples por pareja Prueba Games – Howell

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Testigo absoluto-Biol 1%	-95.458	18.825	-5.071	<.001	.000
Testigo absoluto-Biol 1,5%	-113.742	18.825	-6.042	<.001	.000
Testigo absoluto-Biol 1,25%	-147.908	18.825	-7.857	<.001	.000
Testigo absoluto-Testigo químico	-176.100	18.825	-9.354	.000	.000
Testigo absoluto-Biol 1,25% + FQ	-227.142	18.825	-12.066	.000	.000
Biol 1%-Biol 1,5%	-18.283	18.825	-.971	.331	1.000
Biol 1%-Biol 1,25%	-52.450	18.825	-2.786	.005	.080
Biol 1%-Testigo químico	80.642	18.825	4.284	<.001	.000
Biol 1%-Biol 1,25% + FQ	-131.683	18.825	-6.995	<.001	.000
Biol 1,5%-Biol 1,25%	34.167	18.825	1.815	.070	1.000
Biol 1,5%-Testigo químico	62.358	18.825	3.312	<.001	.014
Biol 1,5%-Biol 1,25% + FQ	-113.400	18.825	-6.024	<.001	.000
Biol 1,25%-Testigo químico	28.192	18.825	1.498	.134	1.000
Biol 1,25%-Biol 1,25% + FQ	-79.233	18.825	-4.209	<.001	.000
Testigo químico-Biol 1,25% + FQ	-51.042	18.825	-2.711	.007	.101

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Tratamiento		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso de 100 granos a los 87 días	Testigo absoluto	.198	3	.	.995	3	.868
	Testigo químico	.175	3	.	1.000	3	1.000
	Biol 1%	.181	3	.	.999	3	.942
	Biol 1,25%	.204	3	.	.993	3	.843
	Biol 1,5%	.247	3	.	.969	3	.664
	Biol 1,25% + FQ	.178	3	.	.999	3	.956

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso de 100 granos a los 87 días	Se basa en la media	.089	5	12	.992
	Se basa en la mediana	.050	5	12	.998
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.050	5	11.209	.998
	Se basa en la media recortada	.087	5	12	.993

ANOVA

Peso de 100 granos a los 87 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	46.818	5	9.364	6.744	.003
Dentro de grupos	16.660	12	1.388		
Total	63.478	17			

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Tratamiento		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento en grano (kg m ⁻²)	Testigo absoluto	.253	3	.	.964	3	.637
	Testigo químico	.198	3	.	.995	3	.870
	Biol 1%	.276	3	.	.942	3	.537
	Biol 1,25%	.253	3	.	.964	3	.637
	Biol 1,5%	.175	3	.	1.000	3	1.000
	Biol 1,25% + FQ	.191	3	.	.997	3	.900

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento en grano (kg m ⁻²)	Se basa en la media	1.552	5	12	.246
	Se basa en la mediana	1.105	5	12	.407
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.105	5	5.747	.448
	Se basa en la media recortada	1.525	5	12	.254

ANOVA

Rendimiento en grano m²

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.739	5	.148	17.001	<.001
Dentro de grupos	.104	12	.009		
Total	.843	17			

Anexo 9

Prueba de normalidad, homocedasticidad de varianzas y análisis de varianza de los parámetros de crecimiento y rendimiento de *Zea mays* L.

Pruebas de normalidad

	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura de Zea mays a los 87 días (cm)	Testigo absoluto	.095	60	.200*	.960	60	.048
	Testigo químico	.084	60	.200*	.970	60	.144
	Biol 1%	.065	60	.200*	.974	60	.232
	Biol 1.25%	.074	60	.200*	.976	60	.280
	Biol 1,5%	.077	60	.200*	.965	60	.080
	Biol 1,25% + FQ	.072	60	.200*	.984	60	.619

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura de Zea mays a los 87 días (cm)	Se basa en la media	1.551	5	354	.173
	Se basa en la mediana	1.326	5	354	.252
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.326	5	320.814	.253
	Se basa en la media recortada	1.496	5	354	.190

ANOVA

Altura de Zea mays a los 87 días (cm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	40420.126	5	8084.025	39.953	<.001
Dentro de grupos	71627.654	354	202.338		
Total	112047.780	359			

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
TRATAMIENTO		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Número de hojas de Zea mays a los 87 días	Testigo absoluto	,231	60	<.001	,917	60	<.001
	Testigo químico	,223	56	<.001	,880	56	.002
	Biol 1%	,203	60	<.001	,918	60	<.001
	Biol 1.25%	,293	58	<.001	,853	58	<.001
	Biol 1,5%	,214	50	<.001	,877	50	.005
	Biol 1,25% + FQ	,259	57	<.001	,868	57	<.001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

N total	341
Estadístico de prueba	79.446 ^a
Grado de libertad	5
Sig. asintótica (prueba bilateral)	<.001

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones múltiples Prueba Games – Howell

Número de hojas de Zea mays a los 87 días

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Testigo absoluto	Testigo químico	-,70238*	,21896	,021
	Biol 1%	-,86667*	,25761	,013
	Biol 1.25%	-1,85632*	,21253	,000
	Biol 1,5%	-,78667*	,21902	,007
	Biol 1,25% + FQ	-1,48246*	,21062	,000
Testigo químico	Testigo absoluto	,70238*	,21896	,021
	Biol 1%	-,16429	,22548	,978
	Biol 1.25%	-1,15394*	,17218	,000
	Biol 1,5%	-,08429	,18013	,997
	Biol 1,25% + FQ	-,78008*	,16983	,000
Biol 1%	Testigo absoluto	,86667*	,25761	,013
	Testigo químico	,16429	,22548	,978
	Biol 1.25%	-,98966*	,21924	,000
	Biol 1,5%	,08000	,22554	,999
	Biol 1,25% + FQ	-,61579	,21740	,061
Biol 1.25%	Testigo absoluto	1,85632*	,21253	,000
	Testigo químico	1,15394*	,17218	,000
	Biol 1%	,98966*	,21924	,000
	Biol 1,5%	1,06966*	,17225	,000
	Biol 1,25% + FQ	,37387	,16145	,196
Biol 1,5%	Testigo absoluto	,78667*	,21902	,007
	Testigo químico	,08429	,18013	,997
	Biol 1%	-,08000	,22554	,999
	Biol 1.25%	-1,06966*	,17225	,000
	Biol 1,25% + FQ	-,69579*	,16990	,001
Biol 1,25% + FQ	Testigo absoluto	1,48246*	,21062	,000
	Testigo químico	,78008*	,16983	,000
	Biol 1%	,61579	,21740	,061
	Biol 1.25%	-,37387	,16145	,196
	Biol 1,5%	,69579*	,16990	,001

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	TRATAMIENTO	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Longitud de raíz de Zea mays a los 87 días (cm)	Testigo absoluto	.097	60	.200*	.961	60	.052
	Testigo químico	.076	60	.200*	.984	60	.617
	Biol 1%	.069	60	.200*	.982	60	.502
	Biol 1.25%	.104	60	.168	.969	60	.136
	Biol 1,5%	.090	60	.200*	.983	60	.558
	Biol 1,25% + FQ	.076	60	.200*	.983	60	.561

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Longitud de raíz de Zea mays a los 87 días (cm)	Se basa en la media	2.053	5	354	.071
	Se basa en la mediana	1.888	5	354	.096
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.888	5	330.161	.096
	Se basa en la media recortada	2.065	5	354	.069

ANOVA

Longitud de raíz de Zea mays a los 87 días (cm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1649.515	5	329.903	26.638	<.001
Dentro de grupos	4384.179	354	12.385		
Total	6033.694	359			

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
TRATAMIENTO		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biomasa fresca de raíz de Zea mays a los 87 días (g)	Testigo absoluto	.094	60	.200*	.964	60	.073
	Testigo químico	.071	60	.200*	.972	60	.186
	Biol 1%	.064	60	.200*	.969	60	.127
	Biol 1.25%	.077	60	.200*	.973	60	.193
	Biol 1,5%	.069	60	.200*	.986	60	.711
	Biol 1,25% + FQ	.065	60	.200*	.976	60	.296

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Biomasa fresca de raíz de Zea mays a los 87 días (g)	Se basa en la media	2.181	5	354	.056
	Se basa en la mediana	2.135	5	354	.061
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2.135	5	334.237	.061
	Se basa en la media recortada	2.196	5	354	.054

ANOVA

Biomasa fresca de raíz de Zea mays a los 87 días (g)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	25819.337	5	5163.867	371.166	<.001
Dentro de grupos	4925.043	354	13.913		
Total	30744.380	359			

Pruebas de normalidad

	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biomasa seca de raíz de Zea mays a los 101 días (g)	Testigo absoluto	.109	60	.074	.969	60	.128
	Testigo químico	.078	60	.200*	.981	60	.474
	Biol 1%	.103	60	.185	.974	60	.226
	Biol 1.25%	.105	60	.097	.967	60	.109
	Biol 1,5%	.097	60	.200*	.978	60	.353
	Biol 1,25% + FQ	.102	60	.194	.980	60	.440

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Biomasa seca de raíz de Zea mays a los 101 días (g)	Se basa en la media	1.896	5	354	.094
	Se basa en la mediana	1.708	5	354	.132
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.708	5	330.376	.132
	Se basa en la media recortada	1.892	5	354	.095

ANOVA

Biomasa seca de raíz de Zea mays a los 101 días (g)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1664.589	5	332.918	27.010	<.001
Dentro de grupos	4363.367	354	12.326		
Total	6027.956	359			

Pruebas de normalidad

TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biomasa aérea fresca de Zea mays a los 87 días (g)	Testigo absoluto	.057	60	.200*	.985	60	.669
	Testigo químico	.074	60	.200*	.976	60	.285
	Biol 1%	.082	60	.200*	.977	60	.329
	Biol 1.25%	.075	60	.200*	.980	60	.440
	Biol 1,5%	.068	60	.200*	.988	60	.807
	Biol 1,25% + FQ	.104	60	.167	.966	60	.093

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Biomasa aérea fresca de Zea mays a los 87 días (g)	Se basa en la media	1.125	5	354	.347
	Se basa en la mediana	1.093	5	354	.364
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.093	5	346.944	.364
	Se basa en la media recortada	1.097	5	354	.362

ANOVA

Biomasa aérea fresca de Zea mays a los 87 días (g)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1193956.958	5	238791.392	7.614	<.001
Dentro de grupos	11101839.525	354	31361.129		
Total	12295796.484	359			

Pruebas de normalidad

TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biomasa aérea seca de Zea mays a los 101 días (g)	Testigo absoluto	.053	60	.200*	.990	60	.922
	Testigo químico	.056	60	.200*	.981	60	.461
	Biol 1%	.062	60	.200*	.981	60	.456
	Biol 1.25%	.077	60	.200*	.975	60	.243
	Biol 1,5%	.072	60	.200*	.978	60	.365
	Biol 1,25% + FQ	.083	60	.200*	.966	60	.094

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Biomasa aérea seca de Zea mays a los 101 días (g)	Se basa en la media	1.292	5	354	.267
	Se basa en la mediana	1.282	5	354	.271
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.282	5	348.074	.271
	Se basa en la media recortada	1.279	5	354	.272

ANOVA

Biomasa seca aérea de Zea mays a los 101 días (g)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	128625.705	5	25725.141	11.306	<.001
Dentro de grupos	805498.796	354	2275.420		
Total	934124.501	359			

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Tratamiento		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento en biomasa fresca aérea (kg m ⁻²)	Testigo absoluto	.175	3	.	1.000	3	.999
	Testigo químico	.175	3	.	1.000	3	.996
	Biol 1%	.177	3	.	1.000	3	.965
	Biol 1.25%	.175	3	.	1.000	3	.990
	Biol 1,5%	.198	3	.	.995	3	.870
	Biol 1,25% + FQ	.175	3	.	1.000	3	1.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento en biomasa fresca aérea (kg m ⁻²)	Se basa en la media	.092	5	12	.992
	Se basa en la mediana	.095	5	12	.991
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.095	5	11.129	.991
	Se basa en la media recortada	.092	5	12	.992

ANOVA

Rendimiento en biomasa fresca aérea (kg m⁻²)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10.613	5	2.123	.588	.710
Dentro de grupos	43.319	12	3.610		
Total	53.932	17			



ACTA DE SUSTENTACIÓN
ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N° 005-2023-
FCCBB-UI



Siendo las 18:00 horas del día 17 de marzo de 2023, se reunieron vía plataforma virtual, meet.google.com/ojy-wqdb-wtw los miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada "Efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de *Vigna unguiculata* L. Walp y *Zea mays* L" designados por Resolución N°142-2021-VIRTUAL-ACP-FCCBB/D de fecha 07 de setiembre de 2021, con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

MSc. Jhon Wiston García López	Presidente
MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung	Secretario
MSc. César Wilber Guzmán Moreno	Vocal
Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán	Asesora

Acto de sustentación fue autorizado por Resolución N° 066-2023-VIRTUAL-FCCBB/D, de fecha 16 de marzo de 2023.


La Tesis presentada y sustentada por la Bachiller **SANDRA SOLEDAD ALDANA CARBONEL** y el Bachiller **JOSÉ ANTONIO MAQUÉN PERLECHE**, tuvo una duración de 30 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurados; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de Muy Bueno (18) en la escala vigesimal.

Por lo que la Bachiller **SANDRA SOLEDAD ALDANA CARBONEL** y el Bachiller **JOSÉ ANTONIO MAQUÉN PERLECHE** quedan **APTOS** para obtener el título profesional de Licenciado (a) en Biología - 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 19:40 se dió por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.
 Firman


 MSc. Jhon Wiston García López
 Presidente


 MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung
 Secretario


 MSc. César Wilber Guzmán Moreno
 Vocal


 Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán
 Asesora

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Carmen Rosa Carreño Farfán, Asesor de Tesis, de los bachilleres Sandra Soledad Aldana Carbonel y José Antonio Maquén Perleche, Titulada: Efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de *Vigna unguiculata* L. Walp y *Zea mays* L, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 17 % verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

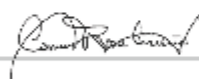
Lambayeque, 12 de abril de 2023



CARMEN ROSA CARREÑO FARFÁN
DNI:16494424
ASESOR

Efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de *Vigna unguiculata* L. Walp y *Zea mays* L.

por Sandra Soledad Aldana Carbonel José Antonio Maquén Perleche



Fecha de entrega: 07-ago-2022 03:07a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1879667269

Nombre del archivo: ULTIMA_ULTIMA_TESIS_TURNITIN_SE.docx (30.06M)

Total de palabras: 14176

Total de caracteres: 74926

Efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de *Vigna unguiculata* L. Walp y *Zea mays* L.

INFORME DE ORIGINALIDAD

17 %	17 %	4 %	7 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	2 %
2	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	2 %
3	revistas.udistrital.edu.co Fuente de Internet	2 %
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	1library.co Fuente de Internet	1 %
6	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
7	www.cio.mx Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.inia.gob.pe	



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación, podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Sandra Soledad Aldana Carbonel José Antonio Maquén Perle...
Título del ejercicio:	TESIS PREGRADO
Título de la entrega:	Efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y ...
Nombre del archivo:	ULTIMA_ULTIMA_TESIS_TURNITIN_SE.docx
Tamaño del archivo:	30.06M
Total páginas:	82
Total de palabras:	14,176
Total de caracteres:	74,926
Fecha de entrega:	07-ago.-2022 03:07a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	1879667269

