

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**UTILIZACIÓN DE BIOL OBTENIDO DE RESIDUOS ORGÁNICOS
COMO SOLUCIÓN HIDROPÓNICA PARA EL CULTIVO DE
ACELGA (*Beta vulgaris*) EN UN BIOHUERTO
DE TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Brayan Alexander Tellez Escoque

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

TACNA - PERÚ

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

TESIS

UTILIZACIÓN DE BIOL OBTENIDO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

COMO SOLUCIÓN HIDROPÓNICA PARA EL CULTIVO DE

ACELGA (*Beta vulgaris*) EN UN BIOHUERTO

DE TACNA

SUSTENTADA Y APROBADA EL 10 DE ABRIL DEL 2026, SIENDO EL JURADO

CALIFICADOR:

PRESIDENTE:

.....
Dr. Edgar Chaparro Aguilar

SECRETARIO:

.....
Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya

VOCAL:

.....
MSc. Gelvi Peali-Marco Canales Manchuria

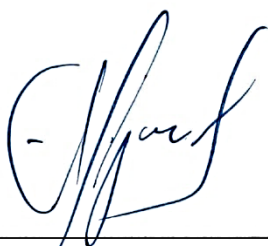
ASESOR:

.....
Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya

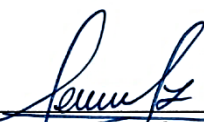
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya** en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 9754-2025-FCAG, de fecha 12 de mayo del 2025, de la tesis titulada: **“UTILIZACIÓN DE BIOL OBTENIDO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO SOLUCIÓN HIDROPÓNICA PARA EL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*) EN UN BIOHUERTO DE TACNA”**, presentado por el **Bachiller Brayan Alexander Tellez Escoque**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del Software de similitud textual Turnitin cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 7%. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la Tesis enunciado líneas arriba la cual está expedida para continuar con los trámites para la obtención del título profesional, según corresponda.

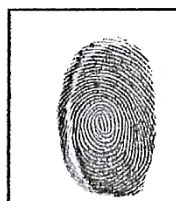
Tacna, 19 de diciembre del 2025.



Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya
DNI N° 00450486



Bach. Brayan Alexander Tellez Escoque
DNI N° 74031864



DEDICATORIA

A mis padres, quienes impulsan mi vida, me apoyan constantemente en mis éxitos personales y luchan a cada momento por mí, enseñándome el camino justo de la vida.

A mis jurados y asesor, por su tiempo, consejos, constante apoyo al guiarme en la realización y culminación de mi tesis.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios por la vida, que renueva mis fuerzas y su presencia en cada uno de mis proyectos.

A mis queridos padres, recibiendo un ejemplo perenne, recibiendo una riqueza en hábitos y valores éticos.

Al Ing. Avelino Garcia Levano por su asesoría y orientación del sistema hidropónico realizado en la tesis.

A mi amigo Edwin Fredy Mamani Cama, por su apoyo en la implementación de tesis.

Ha sido un camino complicado; pero, gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos, valores y dedicación, he ido cumpliendo paulativamente los objetivos como finalizar el desarrollo de mi tesis con éxito y alcanzar la titulación anhelada.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.1. Descripción del Problema.....	5
1.2. Formulación y Sistematización del Problema	8
1.2.1. Problema General.....	8
1.2.2. Problemas Específicos.....	8
1.3. Delimitación de la Investigación	9
1.3.1. Delimitación Temporal	9
1.3.2. Delimitación Espacial	9
1.3.3. Delimitación Teórica	9
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación	9
1.4.1. Justificación Científica y Técnica	9
1.4.2. Justificación Social.....	10
1.4.3. Justificación Económica	10
1.4.4. Justificación Ambiental.....	11
1.5. Alcances y Limitaciones	11

1.5.1. Alcances	11
1.5.2. Limitaciones	12
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	13
2.1. Objetivos	13
2.1.1. Objetivo General	13
2.1.2. Objetivos Específicos.....	13
2.2. Hipótesis	13
2.2.1. Hipótesis General	13
2.2.2. Hipótesis Específicas	13
2.3. Variables	14
2.3.1. Variable Independiente	14
2.3.2. Variable Dependiente	14
2.3.3. Operacionalización de Variables	14
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	16
3.1. Antecedentes	16
3.1.1. Ámbito Internacional	16
3.1.2. Ámbito Nacional.....	19
3.1.3. Ámbito Local	24
3.2. Bases Teóricas.....	26
3.2.1. Solución Hidropónica con biol	26
3.2.2. Sistemas de Hidroponía en Agua.....	27

3.2.3. Soluciones Hidropónicas.....	29
3.2.4. Ventajas y Desventajas de Hidroponía en Comparación con la Agricultura Tradicional	30
3.2.5. Acelga.....	32
3.2.6. Biol.....	35
3.2.7. Importancia del Uso del Biol	36
3.2.8. Análisis de Elementos Nutricionales del Biol.....	36
3.2.9. Análisis Microbiológico del Biol	37
3.3. Definición de conceptos básicos	38
3.3.1. Ambiente.....	38
3.3.2. Cultura ambiental.....	38
3.3.3. Ecosistema	39
3.3.4. Desarrollo Sostenible	39
3.3.5. Hidroponía	39
3.3.6. Melaza	39
3.3.7. Multiparámetro	40
3.3.8. Raíz flotante.....	40
3.3.9. Terrones	40
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
4.1. Tipo y Nivel de Investigación	42
4.1.1. Tipo de Investigación	42

4.1.2. Nivel de Investigación	42
4.1.3. Diseño de Investigación	42
4.2. Lugar de Estudio	43
4.3. Población y Muestra de Estudio	43
4.3.1. Población	43
4.3.2. Muestra.....	43
4.4. Método	44
4.4.1. Preparación de biol	44
4.4.2 Implementación del Cultivo Hidropónico	47
4.5. Materiales y Equipos	53
4.5.1 Materiales	53
4.5.2. Equipos.....	54
4.6. Análisis Estadístico	54
CAPÍTULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	55
5.1. Resultados	55
5.1.1. Resultados del análisis fisicoquímico del biol elaborado de residuos orgánicos en el cultivo de acelga	55
5.1.2. Resultados del efecto de las diferentes dosis de biol en la solución hidropónica sobre el cultivo de la acelga	63
5.2. Discusión.....	77

5.2.1. Discusión del Análisis Fisicoquímico del Biol Elaborado de Residuos Orgánicos en el Cultivo de la Acelga	77
5.2.2. Discusión del Efecto de las Diferentes Dosis de Biol en la Solución Hidropónica en el Cultivo de la Acelga	80
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	15
Tabla 2. Tratamientos y número de repeticiones de la investigación	43
Tabla 3. Análisis microbiológico del biol.....	55
Tabla 4. Análisis físico químico del biol.....	56
Tabla 5. Anova de temperatura registrada	58
Tabla 6. Anova del contenido de pH	59
Tabla 7. Anova de la conductividad eléctrica	60
Tabla 8. Anova de oxígeno disuelto	62
Tabla 9. Anova de altura de planta primera fecha de evaluación	63
Tabla 10. Anova de la altura de planta segunda fecha de evaluación.....	65
Tabla 11. Anova de la altura de planta en la tercera evaluación	67
Tabla 12. Anova de número de hojas en la primera evaluación	69
Tabla 13. Anova de número de hojas en la segunda evaluación	71
Tabla 14. Anova de longitud de la raíz.....	73
Tabla 15. Anova de peso de planta (g)	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ingredientes para la preparación de biol	44
Figura 2. Preparación de biol utilizando residuos orgánicos	45
Figura 3. Cerrado con la tapa herméticamente y colocado de manguera	46
Figura 4. Filtrado y guardado del biol cosechado en un bidón cerrado	47
Figura 5. Instalación de la estructura como base	48
Figura 6. Colocado de los tubos de PVC sobre la estructura de madera	49
Figura 7. Tapones para los extremos del tubo PVC	50
Figura 8. Biol orgánico utilizado en las soluciones hidropónicas	51
Figura 9. Bomba sumergible para la recirculación del agua	52
Figura 10. Ambiente utilizado cercado y techado con malla raschel	53
Figura 11. Registros de temperaturas	58
Figura 12. Contenido de pH	60
Figura 13. Conductividad eléctrica	61
Figura 14. Oxígeno disuelto	62
Figura 15. Función lineal de altura (cm) en la primera evaluación	65
Figura 16. Función lineal de altura (cm) para la segunda evaluación	67
Figura 17. Función cuadrática de altura (cm) para la tercera evaluación	69
Figura 18. Función lineal de número de hojas para la primera evaluación	71
Figura 19. Función lineal de número de hojas en la segunda evaluación	73

Figura 20. Función lineal de la longitud de raíz (g).....	75
Figura 21. Función cuadrática de peso de planta (g)	77

RESUMEN

El objetivo de la tesis fue utilizar el biol obtenido de residuos orgánicos como solución hidropónica para el cultivo de acelga en condiciones de un biohuerto de Tacna. Se usaron 5 tratamientos a base de soluciones hidropónicas a base de biol con 4 repeticiones, en un diseño completo al azar (DCA), los tratamientos fueron los tratamientos T0 (Testigo) T1 (2 %) T2 (4 %), T3 (6 %) y el T4 (8 %). Los datos fueron analizados bajo la técnica del análisis de varianza (ANOVA), al 0,05 y 0,01, para hallar la dosis óptima se empleó la técnica de los polinomios ortogonales. Los hallazgos obtenidos señalan que para el peso por planta se obtuvo un nivel óptimo de solución hidropónica de 2,370 % con la que resultó un peso de 16,605 g. El coeficiente determinación (R^2) refiere que el 71,12 % del peso de planta depende de la solución hidropónica de biol. Para la evaluación fisicoquímicos: conductividad eléctrica, pH, temperatura y oxígeno disuelto, no se hallaron diferencias estadísticas.

Palabras claves: Acelga, biol, soluciones hidropónicas.

ABSTRACT

The objective of the thesis was to use biol obtained from organic waste as a hydroponic solution for the cultivation of chard in the conditions of a biogarden in Tacna. 5 treatments based on biol-based hydroponic solutions were used with 4 repetitions, in a Complete Random Design (RCD), the treatments were treatments T0 (Control) T1 (2 %), T2 (4 %), T3 (6 %) and T4 (8 %). The data were analyzed using the analysis of variance (ANOVA) technique, at 0,05 and 0,01. To find the optimal dose, the orthogonal polynomial technique was used. The findings obtained indicate that for the weight per plant, an optimal level of hydroponic solution of 2,370 % was obtained, resulting in a weight of 16,605 g. The determination coefficient (R^2) indicates that 71,12 % of the plant weight depends on the hydroponic biol solution. For the physicochemical evaluation: Electrical conductivity, pH, temperature and dissolved oxygen, no statistical differences were found.

Keywords: Chard, biol, hydroponic solutions.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de acelga en hidroponía es una práctica mundialmente utilizada y en crecimiento, destacándose por la aceleración del crecimiento, mayor calidad del producto y eficacia en la utilización de espacio y agua. Se cultiva en varios sistemas hidropónicos, no solo a pequeña escala, sino también en grandes explotaciones verticales como la de Dubái; además, es factible cosecharla entre 40 y 50 días en sistemas hidropónicos, mientras que se requiere de 55 a 60 días si se hace en suelo.

El cultivo hidropónico de acelga en biol permite una producción más rápida y sostenible, reduce el uso de agua y pesticidas, y es una alternativa para zonas con suelos pobres o degradados. En el contexto del biol, esta técnica es relevante para reutilizar efluentes hidropónicos, ya que las microalgas pueden tratarlos para producir biol y otros materiales, creando un sistema de reciclaje y reduciendo la contaminación.

Existen técnicas para cultivar vegetales, como en invernaderos, huertos y macetas. Además del cultivo en la tierra, existe el hidropónico, que no requiere de la tierra como soporte y se nutre directamente a partir de agua disuelta, como el biol.

Este último es beneficioso porque se puede adaptar a cualquier espacio y situación climática y económica (Zarate, 2014).

El cultivo hidropónico es una alternativa que permite la siembra de plantas sin necesidad de utilizar la tierra, empleando espacios o sitios no tradicionales. Esta técnica tiene en cuenta las necesidades de las plantas, como la temperatura, la luz, el agua y los nutrientes (Beltrano y Giménez, 2015). Asimismo, requiere de una buena oxigenación y una solución nutritiva.

El incremento de la población humana ha puesto en evidencia, en tiempos recientes, el requerimiento de generar alimentos a gran escala. El empleo de tecnologías emergentes en la producción agrícola ha tenido resultados positivos tanto para los productores como para los consumidores (Arancon et al., 2015). No obstante, se ha descuidado un pilar esencial de los ecosistemas: los recursos ambientales. Producir más conlleva una mayor demanda de insumos químicos y, sumando las dificultades climáticas, las modalidades productivas buscan una transformación para adoptar nuevas técnicas que sean respetuosas con el medio ambiente y produzcan productos inocuos.

El cultivo hidropónico es el método de "cultivo sin suelo", que se utiliza para mitigar los problemas que existen en las producciones agrícolas, especialmente en áreas rurales y urbanas. Esta técnica consiste en suministrar a la planta los nutrientes que necesita para su desarrollo

mediante el sistema de riego. Además, es conocida por producir hortalizas y frutas frescas, no contaminadas y con una mejor nutrición (Díaz, 2017).

Una alternativa, por lo tanto, es desarrollar y poner en práctica procesos de cultivo hidropónico con el objetivo de elevar la calidad comercial, sobre todo en productos hortícolas, que son muy solicitados por los consumidores finales.

Dado que el sistema de cultivos hidropónicos representa la técnica más actual y desarrollada para cultivar vegetales, es el que menos perjudica al medio ambiente y ayuda a preservar los recursos naturales, contribuyendo a la protección del suelo, brindando la oportunidad de proporcionar vegetales frescos a toda la población (Rodríguez y Chang, 2013). Es el motivo por el cual la gestión agrícola está en constante investigación con el objetivo de perfeccionar e incrementar los ingresos económicos de los agricultores de forma sostenible y simultánea al desarrollo.

Por lo tanto, la meta de este estudio es emplear el biol que se obtiene de desechos orgánicos como solución hidropónica para cultivar acelga en un biohuerto ubicado en Tacna.

Los capítulos subsiguientes son incluidos en la investigación: La descripción del problema, su formulación, justificación e importancia, junto con las limitaciones y alcances del estudio, constituyen el Capítulo I.

El capítulo II incluye la definición de términos, los fundamentos teóricos y los antecedentes de la investigación.

El marco metodológico se encuentra en el Capítulo III e incluye la población y la muestra, el diseño y la clase de investigación, las técnicas e instrumentos para recopilar los datos, la operacionalización de variables, así como el análisis y procesamiento de los datos.

El Capítulo IV presenta los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos fijados, así como la discusión, que implica comparar estos resultados con otros autores; las conclusiones y sugerencias para futuras investigaciones; las referencias bibliográficas utilizadas y, finalmente, el apéndice, en el que se incluyen imágenes o evidencias del trabajo de investigación.

Con base a lo ante mencionado, se plantea el siguiente objetivo: Evaluar la utilización de biol obtenido de residuos orgánicos como solución hidropónica para la producción de acelga en un biohuerto de Tacna.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

Las hortalizas son esenciales para una alimentación saludable; por eso, en numerosos países del planeta se aconseja ingerirlas al menos una vez al día en las cantidades necesarias para optimizar la salud de los individuos. Con este hábito diario, se crea la necesidad de cultivar más y, sobre todo, de exigir un producto orgánico y de alta calidad, debido al incremento global de la demanda de vegetales (Cruz, 2016).

Los problemas que se presentan son comunes en todas las situaciones agrícolas. En su mayoría, los cultivos vegetales son tratados con productos químicos, lo cual está causando problemas ambientales y sanitarios. Los países desarrollados están eligiendo la producción orgánica, que implica cultivar hortalizas utilizando tecnología (Castiblanco y Hidalgo, 2009).

La actividad agrícola es el trabajo que engloba una serie de acciones humanas que modifican el ambiente habitual para hacerlo más adecuado para la siembra. Así, la solución hidropónica basada en biol sería una alternativa para la producción de alimentos que tiene el potencial de ayudar a conservar el medio ambiente.

Permiten disminuir el impacto socioeconómico y medioambiental negativo en nuestra agricultura a nivel regional las prácticas agroecológicas que son sostenibles. El empleo de biol, que se considera como fertilizantes, abonos o enmiendas orgánicas, es una de estas prácticas. En muchos casos, este tiene una eficacia mayor a la que tienen los estiércoles naturales.

En este contexto, la industria agroalimentaria produce una amplia gama y volumen de residuos y subproductos, que tienen el potencial de ser empleados como fertilizantes y enmiendas del suelo debido a su alto contenido de materia orgánica y nutrientes provenientes de plantas.

La producción agrícola por medio de la hidroponía, también conocida como cultivo sin suelo, es un método de producción que se utiliza sobre todo para hortalizas de hoja y que puede implementarse, cosecharse y consumirse en cualquier lugar del mundo. En Perú, este sistema es viable en las condiciones de Tacna.

Una de sus ventajas es que el producto final se mantiene limpio y no presenta daños causados por insectos o por el roce con la superficie del suelo; si produce hortalizas a través del método tradicional, otra ventaja significativa que puede tener es que el agua utilizada en el sistema hidropónico es recirculante; esto significa que regresa al lugar de abastecimiento original y reduce las pérdidas, algo que sí sucede con el

sistema tradicional de producción, donde los riegos pueden ser tecnificados.

A lo largo de la historia, se han observado cambios significativos que han llevado al deterioro del ecosistema a causa de que los humanos lo poseen. El estilo de vida contemporáneo y el desarrollo paulatino han generado elementos perjudiciales para el medio ambiente, presentes en sus componentes fundamentales: la fauna, la flora, el agua, el aire y la tierra; además del nivel de conocimiento de cada persona.

En las últimas décadas, la pobreza rural ha ido en aumento al igual que la producción; no obstante, ambas han traído consigo el deterioro de los sistemas biológicos y riesgosas inestabilidades ecológicas que agravan los serios problemas ambientales heredados de la revolución verde (Segrelles, 2001).

El interés de los individuos en consumir productos ecológicos y orgánicos es el motivo por el cual se generan las necesidades y el uso del producto; satisface la necesidad de evitar la ingestión de alimentos que contengan metales pesados, que tienen un impacto significativo en la salud de los seres humanos y son suministros cuyo ciclo de vida no tiene efectos perjudiciales importantes en el medio ambiente.

En respuesta a este desafío, Tacna se enmarca dentro de los lineamientos de seguridad alimentaria. Por tal razón, es necesario producir alimentos que sean ricos en nutrientes especiales para el desarrollo humano. De ellos la acelga, que es un recurso esencial de hierro, vitaminas A y C, y otros minerales. Tiene múltiples usos medicinales y nutricionales, ya que es nutritiva, diurética, refrescante, diaforética, digestiva y emoliente (Murillo et al. 2010).

En este sentido, el presente estudio utilizará una solución hidropónica basada en biol para cultivar acelga como medio de conservar el medio ambiente.

1.2. Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1. Problema General

¿Es posible que el uso de biol, obtenido a partir de residuos orgánicos, como solución hidropónica sea provechoso para cultivar acelga en un biohuerto de Tacna?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuál será las cantidades de elementos del análisis fisicoquímico del biol elaborado de residuos orgánicos?
- b. ¿Cuál será el efecto de diferentes dosis de biol en la solución hidropónica sobre la acelga (*Beta vulgaris*)?

1.3. Delimitación de la Investigación

1.3.1. Delimitación Temporal

La ejecución del proyecto de investigación se efectuó durante los meses de mayo a diciembre 2025; desde la elaboración del biol, la compra de los materiales y los accesorios para implementar el sistema hidropónico destinado a la instalación de cada uno de tratamientos y hasta que se recogen los datos para evaluar el crecimiento del cultivo.

1.3.2. Delimitación Espacial

El espacio se ubica en la provincia y departamento de Tacna, donde se elaboró el biol, la instalación del sistema de hidroponía y la plantación del cultivo de acelga.

1.3.3. Delimitación Teórica

La investigación se centra en la comparación de dosis ascendentes del biol, utilizando un sistema hidropónico que es respetuoso con el ambiente.

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

1.4.1. Justificación Científica y Técnica

En la región Tacna, no existen trabajos de investigaciones sobre la utilización de biol en cultivo de acelga bajo un sistema de hidroponía. La

justificación científica para el uso de biol en acelga hidropónica se basa en que el biol, al ser un fertilizante orgánico rico en nitrógeno, fósforo y potasio, promueve el crecimiento vigoroso de la acelga y es una alternativa ecológica y rentable para la fertilización del cultivo. El cultivo en hidroponía optimiza el uso de agua y espacio, mientras que el biol aporta los nutrientes necesarios sin los problemas fitosanitarios del suelo, permitiendo una producción más rápida y constante de hortalizas de mayor calidad.

1.4.2. Justificación Social

Desde un punto de vista social, resolver el problema de las necesidades alimentarias insatisfechas de la población, en particular aquellas que están relacionadas con la seguridad alimentaria. Esto ayudaría a prevenir problemas de desnutrición y anemia en individuos tanto jóvenes como mayores. Quizás por la limitada disponibilidad de agua y el escaso conocimiento sobre tecnologías alternativas de producción, a los productores no les interesa incluir las hortalizas de hoja en sus sistemas agrícolas. En este contexto, el sistema hidropónico se vuelve una opción muy relevante para producir hortalizas de hoja.

1.4.3. Justificación Económica

Desde el enfoque económico, le brindaría al agricultor la oportunidad de cultivar opciones que ayuden a aumentar sus beneficios y rendimiento,

así como de ofrecer un producto nutritivo y saludable. Esto le permitiría reducir los gastos en agua y soluciones nutritivas caras, lo que le daría posibilidades de crecimiento y mejoramiento.

Esta técnica, que emplea la hidroponía, hace un uso más eficiente del agua y posibilita un importante ahorro de este recurso.

La técnica posibilita que el agua no se pierda y se recicle por medio de una tubería colectora, la cual es recirculada en el sistema hidropónico; así, la eficiencia del uso del agua tiene la posibilidad de ser mayor.

1.4.4. Justificación Ambiental

Esta propuesta, desde el enfoque ambiental, resalta el uso sustentable de estos recursos. Esto incentivará a los agricultores a poner en práctica paquetes tecnológicos que mejoren la calidad del producto y la capacidad de producción.

1.5. Alcances y Limitaciones

1.5.1. Alcances

La presente investigación está enfocada en el uso de una solución hidropónica a partir del biol en la producción de acelga como recurso de la preservación del medio ambiente.

1.5.2. Limitaciones

La única restricción para la investigación actual fue la adquisición de materiales apropiados para construir los tubos de cada unidad experimental que circularan la solución nutritiva.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo General

Utilizar el biol elaborado con residuos orgánicos como solución hidropónica para cultivar acelga en un biohuerto ubicado en Tacna.

2.1.2. Objetivos Específicos

- a. Analizar fisicoquímicamente el biol elaborado de residuos orgánicos en el cultivo de acelga.
- b. Examinar el efecto de diferentes dosis de biol en la solución hidropónica en el cultivo de la acelga.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis General

Si se utiliza biol obtenido de residuos orgánicos como solución hidropónica entonces se cultiva Acelga (*Beta vulgaris*), en un biohuerto de Tacna.

2.2.2. Hipótesis Específicas

- a. Si se analiza fisicoquímicamente el biol elaborado de residuos orgánicos entonces se determina sus componentes.

- b. Las diferentes dosis de biol en solución hidropónica tiene efecto significativo en cultivo de acelga.

2.3. Variables

2.3.1. *Variable Independiente*

Solución hidropónica a base de biol.

2.3.2. *Variable Dependiente*

Características morfológicas de acelga

2.3.3. *Operacionalización de Variables*

En la tabla 1, da a conocer la caracterización de las variables empleadas en la investigación:

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensión	Indicador
<i>Variables independientes</i> X ₁ : Solución hidropónica a base de biol	Dosis	2 %
		4 %
		6 %
		8 %
	Características fisicoquímicas	% N
		% P
		% K
		pH
		C.E. ms/cm
		Temperatura
		Oxígeno disuelto
<i>Variable dependiente</i> Y: Cultivo de Acelga	Características físicas	Altura (cm)
		Peso (g)
		Número hoja (conteo)
		Longitud de la raíz (cm)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. Antecedentes

3.1.1. *Ámbito Internacional*

Vera (2021), en su investigación *Efecto de la fertilización con biol en el rendimiento de acelga en campo abierto*, examina principalmente la manera en que la fertilización con biol afecta el rendimiento de acelga al aire libre. Se estudió la administración de diferentes dosis del biofertilizante, el cual fue suministrado el día 15, 30 y 45 después de la replantación. Además, se hizo la evaluación de un testigo sin aplicación. Los tratamientos son estos: T1 biol (un litro), T2 biol (uno y medio litros), T3 biol (dos litros) y T4 control. Se analizan las siguientes variables: el diámetro de la hoja, la altura de las hojas, el conteo de hojas, el rendimiento en kilogramos por hectárea y el estudio del costo-beneficio. Los datos se evaluaron mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 95 % de confiabilidad, con un diseño experimental completamente aleatorio y cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que la dosis más alta de biol tuvo un efecto beneficioso sobre las variables de estudio del cultivo de acelga, su rendimiento de 3 541,24 kg/ha fue el resultado del T3 biol (2 litros).

Yampa (2020) examinó un fertilizante líquido orgánico en dos tipos de acelga para mejorar la productividad y disminuir la contaminación ambiental ocasionada por el uso excesivo de productos químicos. Los resultados mostraron diferentes promedios en cuanto a la variedad de acelga utilizada. La combinación del cultivar Fordhook giant con la fertilización tuvo su altura de 40 cm. Del mismo modo, esta variedad logró el rendimiento y la rentabilidad más altos del cultivo en comparación con la otra variedad que se analizó.

Peralta et al. (2015) investigaron cómo las soluciones nutritivas y los sustratos afectan la producción de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) en el sistema NFT hidropónico. El estudio se centró en analizar las propiedades agronómicas de la acelga en este tipo de cultivo, tomando como variables a los sustratos y las soluciones nutritivas. Se empleó el diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas subdichas (2 x 4). Las concentraciones de la solución nutritiva Green fértil (SN1: 2 g L⁻¹ de agua y SN2: 4 g L⁻¹ de agua) formaron las parcelas. En cuanto a las subparcelas, estas se definieron por medio de cuatro sustratos: S1 (arena completamente lavada), S2 (arena totalmente gorda), S3 (un 75 % de arena lavada y un 25 % de estiércol) y S4 (un 75 % de arena gorda y un 25% de estiércol).

Se realizaron las siguientes determinaciones: La longitud y el ancho de las hojas, la cantidad de hojas, la masa fresca de penca y la de la planta. Los resultados revelan que en ninguno de los análisis efectuados se pudieron identificar impactos relevantes de las soluciones nutritivas empleadas. Se observaron efectos estadísticamente significativos en la masa fresca de hojas y la masa fresca de planta, en contraste con los sustratos examinados; no obstante, las demás determinaciones tuvieron resultados diferentes.

Carrera (2015) realizó una tesis de investigación titulada *Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (Beta vulgaris L) con diferentes abonos orgánicos, en el colegio pueblo nuevo - el empalme año 2014*. Se estableció un diseño de bloques completos al azar (DBCA), el cual consta de siete tratamientos y cuatro repeticiones. Para calcular la media, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey con una probabilidad al 0,05. Se consideraron dos tipos diferentes de abonos como tratamientos, pero en distintas dosis. El tratamiento que presentó la mayor altura fue el T6, donde se aplicó Dunger en una cantidad de 5 kg; este alcanzó una altura promedio de 48,38 cm a los 45 días y un peso significativo de 2 103,75 kg. El tratamiento T2 utilizó 3 kg de humus, fue el que presentó el promedio más elevado de hojas en la cosecha (5,92); no se halló diferencias estadísticas con los demás tratamientos. El T2 (humus

3 kg) fue el tratamiento que arrojó los mejores resultados en cuanto a la relación costo-beneficio, ya que se obtuvo una ganancia de \$0,50 por cada dólar gastado.

De acuerdo a González et al. (2019) investigaron *Pretratamiento alcalino de bagazo de caña para mejorar la producción de biometano*; encontraron un rendimiento de 37,4 % de fibra de celulosa.

3.1.2. *Ámbito Nacional*

Chambi (2022), en su investigación la *Producción hidropónica utilizando abono líquido – biol*, estudió el crecimiento, la cantidad de hojas y la biomasa de acelga, lechuga y repollo en cultivos de invernadero bajo condiciones hidropónicas usando tres dosis de biol: 800, 600 y 400 ml. Los hallazgos: La acelga tuvo una altura de 36,65 cm de solución nutritiva, y luego el T₃:D₃, que consistió en aplicar 800 ml de abono líquido-biol y alcanzó 23,29 cm; el número medio de hojas fue entre 9,06 y 9,67 hoja/planta, lo cual es comparable a los otros tratamientos. El repollo obtuvo una mayor altura en Testigo con 75,67 cm, y al aplicar el abono orgánico no se observaron diferencias, entre 39,22 y 41,17 cm. Tras la aplicación de una solución química, la lechuga mostró una altura de 41,67 cm; después, T₇:D₁, que se trató con 400 ml/15 L de fertilizante líquido-biol, alcanzó los 32,78 cm. En términos de tiempo, la acelga tuvo un crecimiento

importante, pero el cultivo de repollo no llegó a terminar la formación de su cogollo.

Adrianzen (2017) desarrolló la investigación *Uso del agua de mar para el desarrollo de un cultivo de acelga (Beta vulgaris L. var. Cicla) a través del riego por capilaridad en un huerto escalonado, Ica 2017*. Realizó el proyecto en la localidad de Los Olivos, donde se creó un huerto escalonado y se le instaló un sistema de riego que permitía que el agua marina fluyera directamente hacia el sustrato arenoso. Se evaluaron los rasgos fenotípicos de la acelga y las condiciones del terreno (su pH, C.E., M.O., P, y K). Se evidenció que el agua de mar se puede emplear para cultivar acelga, encontrándose diferencias significativas entre las plantas en escalones de 40 cm y las de 80 y 110 cm. Estas últimas alcanzaron un tamaño medio de 29,1 cm, mientras que las plantas del escalón de 40 cm llegaron a una media de 11,77 cm. En cuanto al ancho de la hoja, el escalón de 40 cm presentó un promedio de 4,4 cm, mientras que los escalones restantes tuvieron promedios correspondientes a los siguientes valores: 9,2 y 9,8 cm respectivamente. Respecto al pesado de las plantas, la diferencia fue más notable porque los escalones de 80 y 110 cm dieron lugar a pesos promedios de 29,1 g y 39,5 g; en cambio, las plantas del escalón de 40 cm llegaron a un peso promedio de solo 4,4 gramos.

Salaverry (2014), en su tesis "Efecto de veinte niveles de salinidad del agua en los indicadores agronómicos del cultivo de acelga durante la cosecha", tenía como principal objetivo determinar cómo influían 20 niveles diferentes de salinidad del agua utilizada para el riego en los indicadores agronómicos del cultivo de acelga. Para ello, sembró tres plantas de acelga por cada una de las 20 macetas; primero germinó las semillas en semilleros y después fue trasplantando a cada maceta con agua salina para comenzar a realizar el tratamiento. La conductividad del agua variaba de 0,78 dS/m hasta el máximo de 38 dS/m; el experimento se llevó a cabo durante un total de 75 días. Los descubrimientos mostraron que todas las plantas 6 sobrevivieron al experimento, aunque mostraron distintos tipos de crecimiento. Las plantas que recibieron más salinidad presentaron hojas de un verde más intenso y un tamaño reducido a partir de los 14 dS/m. Cuando la conductividad del agua para riego era de 8 dS/m, se obtuvieron los resultados más altos en términos de altura, con plantas que tenían una altura media de 35 cm. No hubo variaciones importantes en el pH del suelo; sin embargo, la conductividad eléctrica de cada tratamiento sí experimentó un incremento. En cuanto a los pesos, se observó que conforme aumentaba la salinidad del agua, disminuía el peso de la zona radicular de la planta.

Romero (2019) llevó a cabo una investigación sobre el impacto de cuatro dosis del bioestimulante biol, en adición a la fertilización mineral, en la producción de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Cicla) con el objetivo de establecer cuál es el efecto del bioestimulante mencionado. Para ello, utilizó un diseño experimental de DBCA que incluía cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, además de un grupo control sin aplicación; se llevó a cabo un análisis de varianza para detectar las diferencias que eran estadísticamente significativas y la prueba de Duncan al 0,05 % para establecer cuál era la dosis más apropiada. Se examinó la altura de las plantas y el número de hojas por planta, los cuales se midieron 15, 30 y 47 días después de sembrar; así como la producción, que fue medida 55 días después de la siembra. La distancia de siembra fue, entre surco, de 30 cm y entre planta, de 70 cm. Se llevó a cabo en un espacio experimental de 336 m², que fue dividido en tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (control sin adición). A cada uno se les aplicó una dosis de bioestimulante biol de 200 L/ha para el tratamiento T1, 300 L/ha para el tratamiento T2, 400 L/ha para el tratamiento T3 y 500 L/ha para el tratamiento T4; todos ellos recibieron además una dosis de nitrógeno (50 kg N/ha), al igual que el tratamiento control sin adición. Los hallazgos de este estudio indicaron que el tratamiento T4 (50 kg N/ha + 500 L biol/ha) tuvo la mayor cantidad de hojas y la mayor altura de planta, superando a los otros tratamientos de manera

estadística, sobre todo al T5 (testigo s/a), que terminó en la última posición. El tratamiento T4 (500 L biol/ha + 50 kg N/ha) logró el rendimiento más alto de acelga, con 7,56 t/ha; fue superior a los tratamientos T3 (6,48 t/ha), T2 (5,42 t/ha), T1 (4,56 t/ha) y T5 (3,68 t/ha), en un 14,3; 28,3; 40,1 y 51,1%, respectivamente.

Cerna (2014), en su estudio titulado *Uso de compost y biol en el cultivo de acelga (Beta vulgaris L. var. cicla)*. "Ibet Nnisey, Cerna Bayona" tuvo como propósito establecer el efecto del compost en la producción de acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla). El experimento se ha llevado a cabo en el centro poblado de Willcahuain, ubicado en el departamento de Ancash. El diseño experimental fue realizado utilizando el (DBCA) a través de 9 tratamientos, incluyendo el testigo, y 3 repeticiones. El análisis estadístico incluye la verificación de la distribución de Fischer utilizando el método de análisis de varianza (ANOVA) para las observaciones experimentales, con un umbral de confianza del 0,05. Los tratamientos que se emplearon fueron: T₁: Testigo; T₂: Uso de compost; T₃: Uso de Biol al 10 %; T₄: Aplicación de biol y compost al 10 %. En el desempeño de las muestras de acelga, se nota que logra un peso elevado al ser tratado con T4, que es el tratamiento que emplea 10 % de Biol y compost; este supera a los tratamientos T3 y T2, que son aquellos que utilizan únicamente biol o únicamente compost. Y en conjunto, todos estos tratamientos superan al

T1 (testigo). Se concluye que la mezcla más apropiada para cultivar acelga es el compost y biol al 10 %, aunque cualquiera de los dos, cuando se aplican a las labores del cultivo, aumentará el rendimiento.

3.1.3. *Ámbito Local*

Gálvez y Ramírez (2020), en su tesis denominada *Diseño hidráulico de un sistema hidropónico para maximizar la eficacia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de La Yarada Los Palos, Tacna-2020*, tuvo como finalidad principal diseñar un sistema hidropónico con el propósito de mejorar la eficacia del uso del agua en la agricultura del mencionado distrito. La encuesta fue realizada a 293 usuarios de riego en el distrito mencionado. Tras finalizar el diseño hidráulico del sistema hidropónico, se evaluó su eficiencia en términos de uso del agua desde la perspectiva de la utilización del agua por un elemento puramente productivo. Los hallazgos muestran que un 96,93 % de la población considera que en La Yarada - Los Palos hay una fuerte demanda de una propuesta innovadora. Respecto a la eficiencia en el uso del agua, los cálculos hidráulicos indican que las velocidades preestablecidas se cumplen, lo que previene la erosión y los depósitos en las tuberías y garantiza su funcionamiento adecuado. Además, el rendimiento en la utilización de agua del sistema hidropónico diseñado para plantar pepinos

es de 22,60 kg por cada m³ de agua consumida, lo que significa que se requieren 0,04 m³ o 44,25 litros para conseguir 1kg de pepino.

Aguilar (2016) desarrolló un trabajo de investigación titulada *Producción de forraje verde hidropónico para optimizar el uso del agua y su efecto en el nivel de ingresos del productor de cuyes en el valle Tacna – 2013*. Este trabajo se llevó a cabo en la granja Santa Rosa, ubicada en el distrito Pocollay. Se llevaron a cabo ensayos para producir forraje verde hidropónico (FVH) con cebada. Según los resultados, para producir un kilogramo de FVH se necesitaron 2,57 litros de agua; la cebada tuvo una producción de 3,5 kg por cada 500 g durante un lapso de 12 días; y el análisis fisicoquímico indicó que la fibra bruta del FVH es del 0,94 %. El costo de producción fue de S/. 11,98 %. 0,20 por kilo de FVH, con 2,8 % de carbohidratos y 11,98 % de proteínas. Se realizó un análisis de la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) de unos diez días de edad, en contraposición con el concentrado y el alimento habitual (maíz chala). Se examinaron cuatro tratamientos, siendo el T₂ (FVH limitado + concentrado libre) uno de ellos obtuvo el mejor resultado de rentabilidad, con el 72,35 %; seguido por el T₃ (Maíz Chala limitado + concentrado), que alcanzó un 69,99 %; después el T₁ (FVH libre + concentrado limitado), con un 62,71 %; y por último el T₄ (Maíz Chala libre + concentrado limitado), que llegó al

60,84 %. El FVH es una opción eficaz para criar cuyes y así optimizar la ganancia de peso y los niveles de rentabilidad.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Solución Hidropónica con biol

Es una combinación de nutrientes y agua que emplea el biol (un fertilizante líquido orgánico) como fuente principal o adicional de nutrientes. Esta solución se formula para las necesidades de las plantas en sistemas hidropónicos. Suelen combinarse sales minerales con biol para balancear la nutrición, porque el biol solo puede no tener todas las proporciones apropiadas de micronutrientes y macronutrientes. La formulación particular se basa en los requisitos del cultivo y la calidad del biol (AgriFraming, 2018).

Los cultivos basados en hidroponía constituyen un componente de los sistemas productivos denominados plantas sin suelo. En este contexto, el sustrato destinado al crecimiento y soporte de la planta está compuesto por materiales de diversas procedencias, ya sean inorgánicos u orgánicos, inertes o no inertes, lo que implica una tasa variable de contribución a la nutrición mineral de las plantas (Gilsanz, 2007).

En nuestro entorno, es un método alternativo y relativamente nuevo para producir cosechas saludables. Esta técnica posibilita la obtención de productos con un sabor y calidad superiores, así como una producción más

uniforme y elevada, además de que las cosechas se realizan en lapsos de tiempo más breves que la siembra convencional (precocidad). (Guzman, 2004).

La hidroponía constituye un método de cultivo agrícola que emplea soluciones de nutrientes minerales en agua, sin la necesidad de suelo. AgriFraming (2018) define la hidroponía como el cultivo de plantas en agua enriquecida con nutrientes, ya sea con o sin el soporte mecánico de un medio inerte, como arena o grava. La palabra tiene su origen en los términos griegos "hidro" y "ponos", que se traduce como agua que realiza labores de construcción o trabajos hidráulicos. El uso del agua como medio para el cultivo no es un concepto completamente novedoso; sin embargo, la introducción comercial de la hidroponía ha emergido en tiempos recientes (Qureshi, 2017).

Los investigadores de la NASA han determinado que la técnica de cultivo hidropónico es apropiada para producir alimentos en el espacio. Han conseguido cultivar hortalizas como lechugas, cebollas y rábanos.

3.2.2. *Sistemas de Hidroponía en Agua*

Se les considera los sistemas hidropónicos por antonomasia, dado que las raíces de las plantas están directamente expuestas a la solución

nutritiva. Entre ellos, los más populares son el NFT, la hidroponía de raíz flotante y la aeroponía (Pérez et al., 2013).

- **Recirculante o técnica de la película de nutrientes (NFT).**

Este sistema de cultivo hidropónico opera gracias a la circulación constante de una fina capa de solución nutritiva que pasa por las raíces del cultivo, sin que se pierda ni escape nada hacia el exterior, lo que hace que sea un sistema cerrado. En contraste con el sistema sugerido para huertas hidropónicas populares, las plantas se desarrollan sin sustrato, lo que implica que están detenidas en canales de cultivo, con o sin un recipiente de soporte. El sistema necesita una inclinación o desnivel en la superficie cultivada, lo que posibilita la recirculación de la solución nutritiva; esta es otra de sus propiedades (Carrasco & Izquierdo, 1986).

- **Aeropónico.** En esta técnica, se pulverizan las raíces con la solución nutritiva de manera periódica; la periodicidad de su aplicación, como en el método anterior, estará determinada principalmente por las condiciones climáticas. Aunque es el sistema más avanzado, es la técnica que menos se emplea en el ámbito comercial (Guzmán, 2004).

- **Raíz flotante.** De acuerdo con Guzmán (2004), en este sistema, las raíces están totalmente sumergidas en la solución nutritiva, no se utiliza un sustrato sólido. Se emplean planchas de estereofón con agujeros donde se sitúan las plantas, y después se ubican por encima de la solución

nutritiva, la cual ha de airearse regularmente para dotar a las raíces de oxígeno. En este caso, el contenedor no debería tener un agujero de drenaje. Es esencial airear la solución nutritiva para lograr una producción ideal. Esto se puede hacer inyectando aire por medio de un compresor o manualmente con un batidor plástico limpio, removiendo la solución al menos dos veces al día. Así, se oxigena y redistribuyen los nutrientes presentes en la solución. La presencia de raíces oscuras es señal de una oxigenación inadecuada, lo cual impide la absorción de agua y nutrientes, así como el crecimiento y desarrollo de las plantas (Pérez, et al., 2013).

3.2.3. Soluciones Hidropónicas

Las plantas cultivadas en hidroponía obtienen sus nutrientes a través de soluciones nutritivas, que son adquiridas en los comercios agrícolas. Los productores pueden elaborar las soluciones por sí mismos cuando ya tienen la experiencia suficiente en la gestión de cultivos o cuando tienen áreas suficientemente grandes para que valga la pena invertir en materias primas para su producción. Las soluciones nutritivas concentradas incluyen todos los componentes que las plantas requieren para desarrollarse correctamente y producir de manera adecuada raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas (Marulanda & Izquierdo, 2003).

3.2.4. Ventajas y Desventajas de Hidroponía en Comparación con la Agricultura Tradicional

- **Ventajas.** Según Albuja et al. (2021), la hidroponía, al hacer que el agua se recircule y reutilice en el sistema, posibilita un menor uso de agua que la agricultura convencional; así, disminuye la polución de los recursos acuáticos y la tierra, además del derroche. Las soluciones nutritivas permiten la entrega de nutrientes a las raíces de las plantas, lo que posibilita un control exacto y optimizado de los nutrientes esenciales. Esto podría generar un aumento más rápido y una producción de cultivos más extensa.

La hidroponía es apta para áreas urbanas y zonas que tienen restricciones de espacio, ya que puede ser utilizada en espacios pequeños. Asimismo, al no estar supeditado a la tierra, se previenen complicaciones de insectos y enfermedades fungosas del suelo. La hidroponía, cuando se realiza bajo un sistema cerrado y controlado, tiene el potencial de limitar la exposición a plagas y enfermedades. Esto hace que se requiera menos pesticida y agroquímico (Albuja et al. 2021).

Lo que posibilita la producción de cultivos en cualquier época del año y en zonas con condiciones climáticas desfavorables se puede controlar el ambiente de cultivo, abarcando la temperatura, la humedad, el pH y los niveles nutricionales.

- **Desventajas.** Pueden resultar altos los costos de establecer un sistema hidropónico por la necesidad de comprar tecnología para el control del ambiente, sistemas de riego, soluciones nutritivas y equipos especializados. Se necesita un conocimiento técnico más sofisticado que el de la agricultura tradicional. Es necesario entender los fundamentos de la nutrición vegetal, el manejo de la conductividad eléctrica y del pH, además de las prácticas para el mantenimiento del sistema hidropónico (Albuja et al. 2021).

La hidroponía depende de que el suministro de agua y energía eléctrica sea regular y fiable. En estos casos, la ausencia de suministro puede repercutir negativamente en la salud y el crecimiento de las plantas. Las plantas tienen el riesgo de dañarse o incluso morir con rapidez si no se supervisa correctamente el sistema hidropónico, o si hay fallos en los equipos, como los de riego o control ambiental, a causa de la carencia de agua y nutrientes (Albuja et al. 2021).

En la hidroponía, las plantas están totalmente a merced de las soluciones nutricionales proporcionadas por el productor. Según Albuja et al. (2021), si las soluciones están contaminadas o no son equilibradas, tienen la capacidad de afectar negativamente el desarrollo y crecimiento de las plantas.

3.2.5. Acelga

a. Origen de la Acelga. Una revisión histórica de Valadez (1996, como se citó en Callisaya, 2016) indica que los primeros informes sobre esta hortaliza la ubican en la región mediterránea y en las Islas Canarias. Además, Aristóteles mencionó la acelga en el siglo IV a. C. En 1806 se introdujo en Estados Unidos, además de ser una de las verduras favoritas de los suizos; se considera más relevante que el betabel, siendo las hojas su parte comestible.

La acelga es una verdura originaria de Europa, cuyo ciclo vegetativo fluctúa entre seis y ocho meses. Esto depende del tipo de acelga y de las condiciones en que se maneje. La parte comestible son sus hojas.

b. Descripción botánica. Según Maroto (1989, como se citó en Callisaya, 2016), la acelga es una planta bianual que pertenece a la misma especie botánica que la remolacha, aunque su raíz no está tan hinchada. Sus hojas son de tamaño grandes y tienen peciolo y nervaduras centrales muy desarrollados. Sus limbos foliares, que son gruesos y enteros, tienen una forma redondeada con un escote en el área media baja y a veces están cubiertos hasta su incisión. El color de sus hojas oscila entre el verde claro y oscuro, dependiendo de la variedad. En el segundo año, produce el tallo floral para crear la inflorescencia.

Según Ramírez (2006), la acelga es una planta de ciclo largo y bienal que no produce raíz o fruto comestible. Las hojas se recolectan en el primer año de vida, ya que son jóvenes y tiernas; además, están ubicadas en la parte inferior de la planta que tiene forma de roseta. En este año, la raíz de esta planta está poco engrosada y el vegetal se enfoca principalmente en desarrollar sus hojas. La planta comienza a florecer en su segundo año, con el objetivo de producir semillas y beneficiando su raíz.

c. Raíz. Para Paz y Souza (2003), mencionado por Callisaya (2016) la acelga, aunque es de la misma especie que la remolacha, se distingue principalmente porque tiene una raíz no engrosada.

d. Tallo. Ramírez (2006) sostiene que, si se deja madurar la planta, esta genera un tallo central con flores de entre 3 y 5 mm de diámetro en su extremo superior, las cuales se agrupan en una espiga terminal.

Callisaya (2016), basándose en Paz y Souza Egipsy (2003), indica que la especie presenta un desarrollo limitado; no obstante, tras la germinación de la semilla, se origina un tallo que puede alcanzar aproximadamente 1,50 m de altura, donde se desarrollan hojas, flores y semillas.

e. Hoja. Aitken (1997, como se citó en Mamani, 2015), citando a argumenta que la acelga se trata de una planta herbácea que tiene hojas

grandes y verticales, parecidas a las de la remolacha pero con mucha más jugosidad; además, sus peciolo son largos y carnosos. Las hojas son de gran tamaño y se sitúan en una roseta que asciende desde el tallo. Ramírez (2006) señala que las hojas poseen un tamaño grande y tienen forma ovalada o acorazonada; su color varía entre verde claro y oscuro. Dependiendo de la variedad, constituyen la parte comestible; tienen un peciolo o penca que es larga y amplia, se extiende hacia el limbo y puede ser blanca o color crema.

f. Flor e inflorescencia. Según Valadez (1993), la acelga debe experimentar un periodo de temperaturas extremas, tanto altas como bajas, antes de que se produzca la floración. Una vez que comienza esta etapa, el vástago floral llega a medir 1,20 m de altura en promedio. Ramírez (2006) describe la inflorescencia como una panícula alargada formada por flores sésiles y hermafroditas, que pueden aparecer solas o en grupos de dos o tres. De igual manera, el cáliz tiene un color verde y está compuesto por cinco sépalos y cinco pétalos.

g. Fruto y semilla. Según Ramírez (2006), las semillas son pequeñas y se encuentran dentro de un fruto pequeño, que se denomina comúnmente semilla, aunque verdaderamente es un glomérulo que contiene entre dos y seis semillas.

También señala que los glomérulos deben ser recolectados a medida que maduran, ya sea de manera individual o cortando las ramas casi maduras y dejando que se sequen en un sitio ventilado, seco y protegido. La germinación media de la acelga, además, es de seis años; sin embargo, su capacidad para germinar puede mantenerse durante diez años o más.

3.2.6. Biol

Según el INIA (2008), el biol es un fertilizante orgánico líquido que se obtiene de la descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de residuos de origen animal (estiércol) y vegetal (restos de poda, rastrojos). Este fertilizante tiene nutrientes que las plantas absorben con facilidad, lo que las hace más fuertes y resistentes; asimismo, tiene un alto contenido de hormonas y se aconseja su empleo sobre todo en la agricultura de hortalizas (Mendoza, 2016).

El biol producido por los biodigestores, una vez obtenido, no huele, no atrae insectos al ser aplicado a los suelos y es una fuente de fitorreguladores que contribuyen a un crecimiento adecuado de las cosechas, lo cual aumenta la productividad; asimismo, es estable biológicamente, tiene mucha cantidad de humus y poca concentración de patógenos. Presenta buena actividad biológica e impulsa la microflora: levaduras, hongos, fermentos nítricos y nitrosos; todo ello se convierte en

un excelente complemento para suelos improductivos o degradados (Sistema Biobolsa, 2022).

3.2.7. Importancia del Uso del Biol

La mayor ventaja de utilizar el biol es que, a diferencia de los fertilizantes químicos, no contamina el medio ambiente. Al ser orgánico, se descompone por completo debido a la fauna microbiana del suelo, lo que ayuda a mejorar este último. Como es un biofertilizante, las plantas lo absorben con facilidad, lo que mejora su vigor y favorece el desarrollo de varias etapas como la floración, el cuajado y el crecimiento de los frutos. En numerosas ocasiones, cuando se aplica de manera foliar, también actúa como repelente de plagas, lo que ayuda a manejar estos organismos en los cultivos. Al incrementar la vitalidad de las plantas, éstas se vuelven más resistentes a sequías, vientos y otros elementos (INIA, 2008), lo cual las hace un factor crucial para luchar contra el cambio climático.

3.2.8. Análisis de Elementos Nutricionales del Biol

Para determinar la calidad y el potencial de los elementos (nutrientes) como biofertilizantes en los cultivos, es relevante saber su composición. Esto dependerá de la clase de residuo que se introduzca en el biodigestor (Aparcana y Jansen, 2008), además de verse afectado principalmente por la calidad y el tipo de insumos empleados para elaborar

biol o llevar a cabo digestión anaerobia en sistemas destinados a producir biogás (Ortiz et al., 2012).

Medina et al. (2015) Señala que el pH, el carbono, la materia orgánica, el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el sodio, el calcio y el magnesio son algunos de los nutrientes que se examinan en el biol.

Se pueden realizar usando varias técnicas, como la técnica de Olsen para establecer el fósforo o el método 15 Kjeldahl para determinar el nitrógeno (De La Rosa, 2012).

3.2.9. Análisis Microbiológico del Biol

Conforme los mercados verdes y, por lo tanto, los productos orgánicos se expanden, la intención es producir empleando fertilizantes orgánicos o biofertilizantes. Sin embargo, esto podría suponer un peligro latente de introducir agentes patógenos en el proceso productivo de estos alimentos., lo cual podría afectar la salud pública en el futuro. Por este motivo, es importante conocer la inocuidad de esos fertilizantes (Navarrete 2011).

El análisis microbiológico del biol, como el estudio de los componentes nutricionales, demuestra la población microbiana, que incluye a los coliformes totales, a los bacilos y a las actinobacterias. Esto

permite un uso responsable en distintos cultivos para no poner en riesgo la salud humana debido a estos microorganismos (Ortiz et al., 2012).

El biol obtenido de digestores anaeróbicos puede contener patógenos provenientes del estiércol utilizado como inóculo, los cuales no fueron eliminados durante el proceso debido a un tiempo de digestión insuficiente. En contraste, cuando se emplea un tiempo de digestión adecuado, los microorganismos son eliminados y el biol se convierte en un producto apto para su aplicación directa en suelos agrícolas (Medina et al., 2015 y Gil et al., 2022).

3.3. Definición de conceptos básicos

3.3.1. Ambiente

Es el sitio donde los seres vivos viven e interactúan de manera favorable. Está compuesto por seres vivos, no vivos y elementos artificiales creados por las personas (Meza, 2020).

3.3.2. Cultura Ambiental

El comportamiento ambiental es el término que se utiliza para referirse a la relación que existe entre el ser humano y su entorno. Para comprenderlo, hay que partir de los valores, los cuales determinan creencias y actitudes (Meza, 2020).

3.3.3. Ecosistema

Está compuesto por seres abióticos, bióticos y otros microorganismos que se relacionan con el ambiente natural en el que habitan (MINAM, 2019).

3.3.4. Desarrollo Sostenible

Es el proceso que permite atender las demandas sociales, económicas, culturales y ecológicas de la generación presente sin poner en riesgo que las generaciones venideras puedan satisfacer sus propias necesidades (Economipedia 2020).

3.3.5. Hidroponía

La solución nutritiva disuelta en agua para ser absorbida por las raíces es el método de producción agrícola conocido como cultivo sin suelo, donde las plantas crecen y se desarrollan sin la necesidad de tierra (Ricardo, 2019).

3.3.6. Melaza

La melaza, un subproducto líquido, denso y oscuro de la refinación del azúcar de remolacha o caña, se emplea en la agricultura como fertilizante orgánico y potenciador del suelo. Al ser abundante en azúcares (50 %), minerales (magnesio, potasio, calcio) y nutrientes, nutre a los microorganismos beneficiosos del suelo, optimiza la estructura de la tierra

y funciona como una fuente energética rápida para las plantas (Meza, 2020).

3.3.7. Multiparámetro

Un sistema multiparámetro en la agricultura ambiental es una tecnología de medición simultánea que, empleando un único aparato, monitorea en tiempo real varios parámetros esenciales del agua o el suelo (temperatura, pH, humedad, conductividad, NPK y oxígeno disuelto). Facilita una gestión eficaz, optimizando el riego y la calidad de las cosechas.

3.3.8. Raíz Flotante

Uno de los métodos más empleados en el ámbito de la hidroponía es el sistema raíz flotante, que utiliza una lámina de espuma para flotar y un contenedor para contener la solución nutritiva necesaria para que la planta crezca (Torres, 2018).

3.3.9. Terrones

Son conjuntos densos y cohesivos de suelo, que por lo general se constituyen a partir del secado, la compactación o el laboreo de tierras arcillosas. Son unidades transitorias generadas por la actividad humana (arado) que necesitan ser trituradas para formar una cama de siembra

uniforme, lo cual ayuda a que las raíces se desarrollen y absorban nutrientes (De La Rosa, 2012).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y Nivel de Investigación

4.1.1. Tipo de Investigación

En este estudio, se utilizó un enfoque cuantitativo, dado que se incluyó variables que pueden ser evaluadas mediante la recopilación de datos numéricos en el laboratorio.

4.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación que se trató fue el aplicativo, porque aludió a teorías previamente formuladas para solucionar las metas planteadas.

4.1.3. Diseño de Investigación

En la tabla 2, se presentan los tratamientos y repeticiones que se utilizaron para llevar a cabo la investigación. Se empleó un diseño totalmente aleatorio, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Tabla 2*Tratamientos y número de repeticiones de la investigación*

Tratamiento	Repetición			
	R1	R2	R3	R4
T0 sin aplicación				
T1 (2 %)				
T2 (4 %)				
T3 (6 %)				
T4 (8 %)				

4.2. Lugar de Estudio

Este estudio se realizó en un biohuerto situado en la Asociación Paseo de los Héroes, distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia y departamento de Tacna.

4.3. Población y Muestra de Estudio

4.3.1. Población

La población lo conformo 100 plantines de acelga (*Beta vulgaris*) de una edad aproximada de un mes.

4.3.2. Muestra

En el caso de la muestra, estuvo integrada por cinco plantas de acelga para cada unidad del experimento.

4.4. Método

Las actividades descritas en la sección siguiente se llevaron a cabo para el estudio actual, en función de los objetivos.

4.4.1. Preparación de biol

En la figura 1, se recopila todos los ingredientes sobre una mesa, se inicia añadiendo los 15 kilos de estiércol de ganado vacuno vaca en el cilindro de 60 litros. La melaza se agregó en un balde con algo de agua hasta que se tornara líquida y no quedaran terrones, seguidamente, se disolvió la levadura antes de agregarla al cilindro, de manera individual.

Figura 1

Ingredientes para la preparación de biol



En la figura 1, se añadió la melaza y la levadura diluida, y después se incorporó todo al cilindro que contiene el estiércol; seguido, las vísceras de pescado, alfalfa picada y cáscara de huevo. Durante esta fase, se incorporaron alrededor de 30 litros de agua sin cloro al cilindro y se mezcló con un palo de madera durante aproximadamente 10 minutos para lograr una mezcla homogenizada con todos los insumos.

Figura 2

Preparación de biol utilizando residuos orgánicos



En la Figura 2, se cubrió el cilindro de manera hermética, asegurándose de dejar 20 cm de espacio debajo de la tapa para evitar

bloquear el grifo y la salida del gas. Para asegurar la fermentación, fue crucial poner una manguera en el grifo y conectarla a una botella de agua para que el gas pudiera escapar.

Figura 3

Cerrado con la tapa herméticamente y colocado de manguera



En la figura 3, después de tres meses de sellado los tachos donde ocurrió la fermentación anaeróbica, se realizó la cosecha del biol, separando la parte sólida y líquida mediante el uso de una malla filtro.

Figura 4

Filtrado y guardado del biol cosechado en un bidón cerrado



4.4.2 Implementación del Cultivo Hidropónico

- **Estructura del sistema hidropónico.** En la Figura 5, se muestra una base de madera con una inclinación de 60° desde el suelo, se implementaron cinco estructuras con el soporte de dos palos largos de madera.

Figura 5

Instalación de la estructura como base



- **Contenedor o recipiente.** En la figura 6, se presenta cada estructura de madera se colocaron 4 tubos de PVC con una medida de 1m de largo, y en cada una de ellas presenta 5 orificios para el colocado de los plantines de acelga.

Figura 6

Colocado de los tubos de PVC sobre la estructura de madera



- **Un tapón de goma o plástico.** En la figura 7, se presentan los tapones de PVC para cada tubo.

Figura 7

Tapones para los extremos del tubo PVC



- **Solución nutritiva.** En la figura 8, se muestra la solución del biol que se utilizó a diferentes concentraciones de 2 %, 4 %, 6 % y 8 %, siendo de esta manera la solución hidropónica aplicada en los tubos de PVC.

Figura 8

Biol orgánico utilizado en las soluciones hidropónicas



- **Bomba aireadora.** En la figura 9, se observa una bomba sumergible pequeña para que el agua tenga buena oxigenación por medio de la recirculación en los tubos de PVC.

Figura 9

Bomba sumergible para la recirculación del agua



- **Ambiente.** En la figura 10, se implementó el ambiente con cerco y techado con malla raschel, con dimensiones de ancho (3 m) y largo (8 m).

Figura 10

Ambiente utilizado cercado y techado con malla raschel



4.5. Materiales y Equipos

4.5.1 Materiales

Todos los insumos que se emplearon para preparar el biol fueron productos locales, disponibles en la misma comunidad; donde se presenta a continuación:

- Estiércol fresco 15 kilos
- Melaza 1 kilo
- Levadura sobre pequeño
- Leche fresca 2 litro
- Suero 2 litros

- Alfalfa picada 2 kilos
- Ceniza 1 Kilo
- Plantines de acelga (100 unidades)
- Cuaderno de campo
- Lapicero, lápiz
- Plumón permanente
- Barbijo, guantes
- Cinta métrica
- Wincha

4.5.2. Equipos

- Balanza electrónica
- Multiparámetro
- Impresora
- Laptop

4.6. Análisis Estadístico

Se empleó el análisis de varianza (ANOVA) con una probabilidad F de α 0,05 y 0,01. Para fijar la dosis ideal, se utilizó la regresión simple y polinomial para ajustarse a una función de respuesta.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. Resultados

5.1.1. Resultados del Análisis Fisicoquímico del Biol Elaborado de Residuos Orgánicos en el Cultivo de Acelga

a. **Análisis fisicoquímico del biol elaborado.** Se llevaron las muestras a la ciudad de Lima para su análisis por el Laboratorio Analytical laboratory – ALAB, acreditado ante INACAL, se adjunta en el Anexo 03. Informes de ensayos de laboratorio.

Tabla 3

Análisis microbiológico del biol

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes totales (NMP)	NMP/g	1 600,00
<i>Escherichia coli</i>	NMP/g	920,00
Huevos de helmintos	Huevos/2gST	< 1,0
<i>Salmonella</i> spp	NMP/g NMP/g	< 3,0

Nota. ALAB Analytical laboratory (2025).

La Tabla 3 del análisis microbiológico en relación a coliformes totales indica una alta concentración de bacterias, significa un "número más probable" de 1 600,00 organismos por gramo, lo que generalmente denota una importante actividad microbiana y presencia de microorganismos del ambiente o suelo, sin confirmar contaminación fecal directa. Una cantidad

de 920,00 NMP/g de *Escherichia coli* indica una contaminación fecal significativa y alta en la muestra analizada. a indicación. En cuanto a la cantidad de huevos de helmintos señala que la muestra analizada cumple con límites seguros de contaminación parasitaria, al detectar menos de un huevo de helmintos. La cantidad de *Salmonella* spp. NMP/g < 3,0 significa que la muestra analizada cumple con los estándares de seguridad alimentaria al contener una cantidad indetectable o extremadamente baja de Salmonella (ALAB, 2025).

Tabla 4

Análisis físico químico del biol

Ensayo	Unidad	Resultados
Conductividad eléctrica	uS/cm	24 140,00
pH	Unidad	6,45
Metales totales ICP-OES-Fertilizantes orgánicos		
Fosforo	% P2O5	< 0,06
Hierro	mg/kg	9,83
Magnesio	%	< 0,06
Manganeso	mg/kg	3,35
Potasio	% K2O	0,819
Zinc	mg/kg	< 3,00
Nitrógeno total	%	0,69
Relación C/N (Carbono/nitrógeno)	No unidad	1,3

Nota. ALAB Analytical laboratory (2025)

Una conductividad eléctrica de 24 140,00 uS/cm indica una alta concentración de sales disueltas, este valor es característico de aguas

salobres, soluciones de nutrientes concentradas o lodos, superando ampliamente los niveles del agua potable o de riego estándar. Un pH de 6,45 indica una acidez leve, ya que se encuentra por debajo del valor neutro de 7,0. En contextos biológicos, este valor suele interpretarse como una ligera acidez, situándose cerca de la neutralidad, pero indicando una mayor concentración de iones de hidrógeno. Un contenido de fósforo inferior al 0,06 % en el biol indica que el producto es pobre en este nutriente esencial. En cuanto al 0,69 % de nitrógeno total es considerado de baja concentración o un producto de mantenimiento/complemento. Es ideal para aplicaciones foliares suaves, fertirriego ligero o como bioestimulante, aportando una dosis suave de nutrientes sin riesgo de quemar las plantas, a menudo encontrado en abonos orgánicos tipo biol (INTAGRI, 2025).

b. Análisis fisicoquímico de las soluciones hidropónicas

Se realizó la toma de datos mediante el uso de un multiparámetro alquilado por la empresa PAZ LABORATORIOS S.R.L. proveniente de la ciudad de Arequipa.

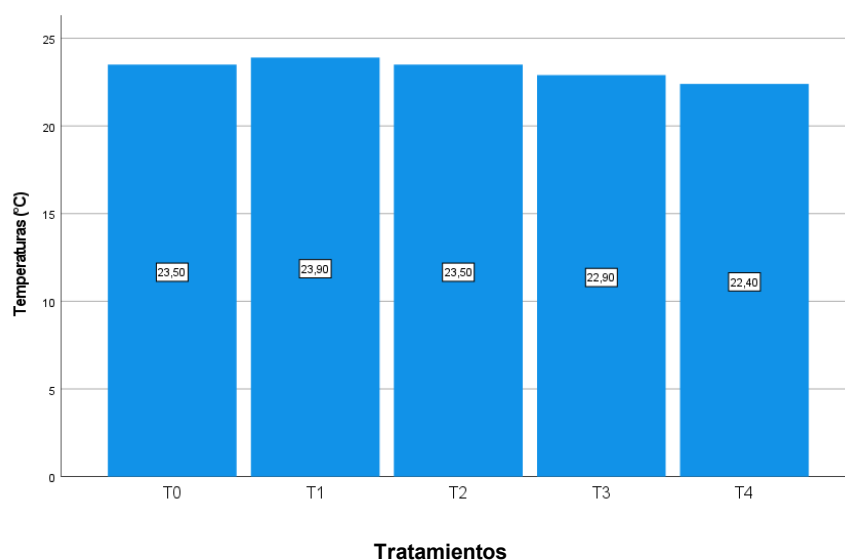
Tabla 5*Anova de temperatura registrada*

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	1,430	0,357	0,509	3,06	4,89 ns
Error	15	10,520	0,701			
Total	19	11,950				

CV: 3,607 %,

Nota. ns. No significativo

La Tabla 5 del análisis de varianza de las temperaturas registradas se observa que no se halló significación estadística entre tratamientos con un coeficiente de variación de 3,607 %, lo cual es admisible para el ensayo.

**Figura 11***Registros de temperaturas*

En la Figura 11 se observan los registros de temperatura la cual indica que los promedios obtenidos de cada uno de los tratamientos son estadísticamente similares, siendo sus promedios de 23,50 T0 (0 %), 23,90 T1 (2 %), 23,50 T2 (4 %), 22,90 T3 (6%) y 22,40 T4 (8 %) respectivamente.

Tabla 6

Anova del contenido de pH

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	0,067	0,0167	0,1588	3,06	4,89 ns
Error	15	1,582	1,582			
Total	19	1,649				

CV. 3,998 %

Nota. ns No significativo

En la tabla 6 del análisis de varianza de pH, se observa que no se halló significación estadística entre tratamientos con un coeficiente de variación de 33,998 %, lo cual es admisible para el ensayo.

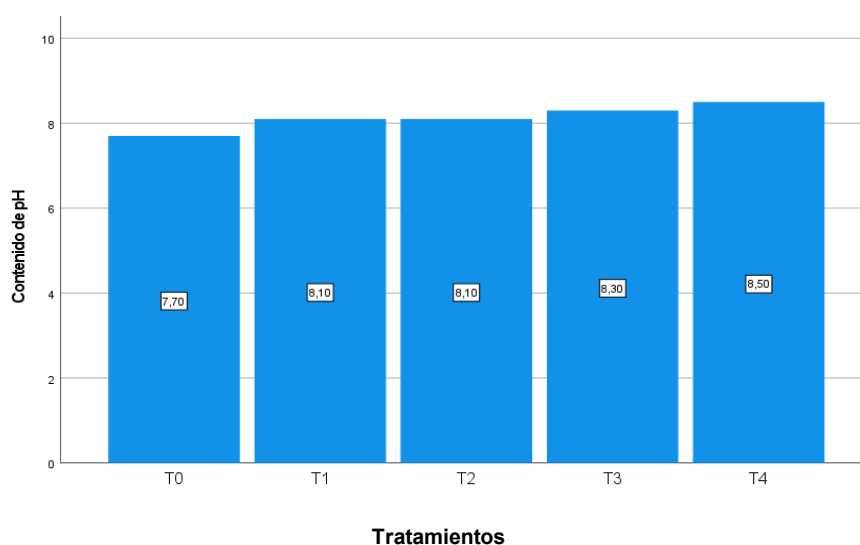


Figura 12

Contenido de pH

En la figura 12, se observa el contenido de pH la cual indica que los promedios obtenidos de cada uno de los tratamientos son estadísticamente similares siendo sus promedios de 7,7 T0 (0 %), 8,10 T1 (2 %), 8,10 T2 (4 %), 8,30 T3 (6 %) y 8,50 T4 (8 %) respectivamente.

Tabla 7

Anova de la conductividad eléctrica

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	0,302	0,095	0,096	3,06	4,89 ns
Error	15	14,842	0,989			
Total	19	15,224				

CV. 36,672 %,

Nota. ns. No significativo

En la tabla 7 del análisis de varianza de la conductividad eléctrica, se observa que no se halló significación estadística tratamientos con un coeficiente de variación de 36,672 %, variable para el ensayo debido al comportamiento de las dosis empleadas.

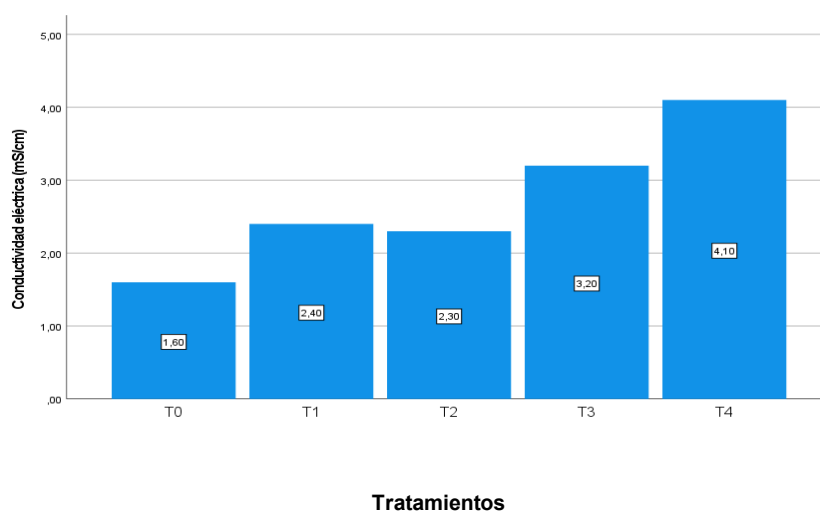


Figura 13

Conductividad eléctrica

La figura 13 de contenido de conductividad eléctrica indica que los promedios obtenidos de cada uno de los tratamientos son estadísticamente similares, siendo sus promedios de 1,6 T₀ (0 %), 2,40 T₁ (2 %), 2,30 T₂ (4 %), 3,2 T₃ (6 %) y 4,1 T₄ (8 %) respectivamente.

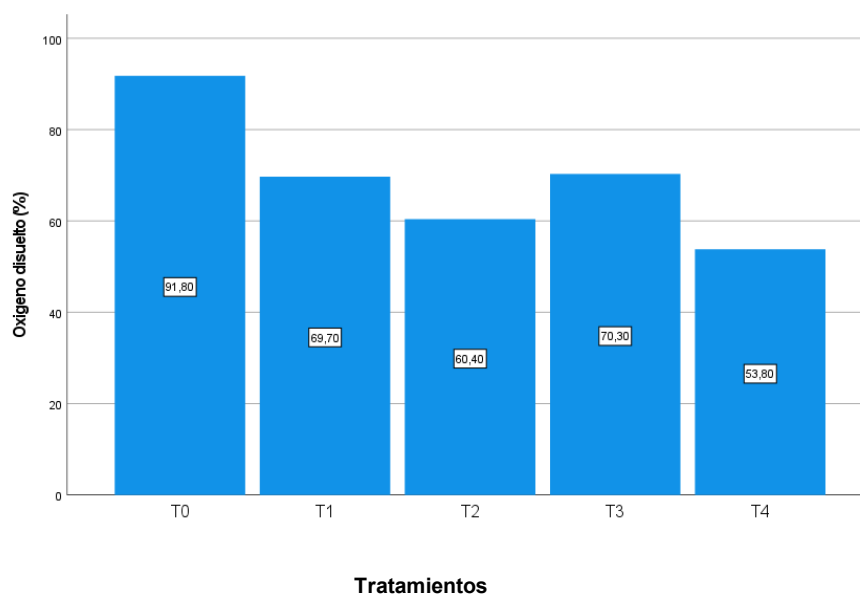
Tabla 8*Anova de oxígeno disuelto*

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	3 590,992	897,740	1,959	3,06	4,89 ns
Error	15	6 873,375	458,225			
Total	19	10 464, 377				

CV. 30,945%

Nota. ns No significativo

En la tabla 8 del análisis de varianza del oxígeno disuelto, se observa que no se halló significación estadística con un coeficiente de variación 30,945 %, variable para el ensayo debido al comportamiento de las dosis.

**Figura 14***Oxígeno disuelto*

La figura 14 de oxígeno disuelto indica que los promedios obtenidos de cada uno de los tratamientos son estadísticamente similares siendo sus promedios de 91,80 T₀ (0 %), 69,70 T₁ (2 %), 60,40 T₂ (4 %), 70,30 T₃ (6 %) y 53,80 T₄ (8 %) respectivamente.

5.1.2. Resultados del efecto de las diferentes dosis de biol en la solución hidropónica sobre el cultivo de la acelga

Tabla 9

Anova de altura de planta primera fecha de evaluación

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	153,112	35,278			
Lineal	1	132,132	132,132	25,707	3,06	4,89 **
Cuadrática	1	16,179	16,179	88,798	4,54	8,68 **
Cúbica	1	0,600	0,600	10,872	4,54	8,68 **
Error	15	22,334	1,488	0,403	4,54	8,68 NS
Total	19	175,447				

CV. 11,770 %,

Nota. No significativo ** Altamente significativo

En la tabla 9, de la primera evaluación del análisis de varianza de la altura de la planta, se notan diferencias estadísticas entre los tratamientos que son muy significativas. La parte lineal y cuadrática también son significativamente relevantes; no obstante, la parte cúbica no fue

significativa, con un coeficiente de variabilidad del 11,770 %, lo cual es tolerable para las condiciones del ensayo.

Al ser altamente significativa la componente lineal se halló la siguiente ecuación:

$$Y = 14 - 0,9095 X$$

Es decir, por cada unidad de solución hidropónica de biol, la altura de planta de acelga disminuye en - 0,9095 cm respectivamente.

El coeficiente de correlación fue de $R = -0,93$, lo que sugiere una correlación fuerte entre la altura de la planta (Y) y la variable independiente solución hidropónica de biol (X). El coeficiente de determinación (R^2) señala que el 86,29 % de la altura de la planta se atribuye a la solución hidropónica de biol.

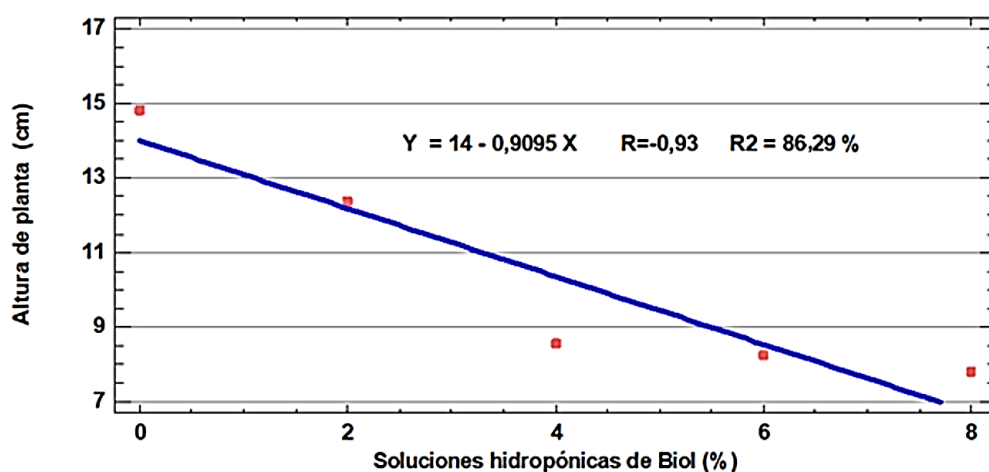


Figura 15

Función lineal de altura (cm) en la primera evaluación

Tabla 10

Anova de la altura segunda fecha de evaluación

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0.05	0.01
Tratamientos	4	159,368	39,800	28,744		
Lineal	1	139,876	139,876	100,847	3,06	4,89 **
Cuadrática	1	11,521	11,521	8,306	4,54	8,68 **
Cubica	1	3,080	3,080	2,220	4,54	8,68 *
Error	15	20,815	1387		4,54	8,68 NS
Total	19	180,363				

CV. 10,480 %,

Nota. No significativo ** Altamente significativo

En la tabla 10 del análisis de varianza de la altura de las plantas para la segunda evaluación, se aprecia que hay diferencias estadísticamente

significativas entre los tratamientos. La componente cuadrática y lineal fueron significativamente relevantes, mientras que la cúbica no lo fue, con un coeficiente de variabilidad del 10,480 %, cifra admisible para el ensayo. Al ser altamente significativa la componente lineal, se halló la siguiente ecuación:

$$Y = 14,984 - 0,9355 X$$

Es decir, por cada unidad de solución hidropónica de biol la altura de planta de acelga, disminuye en - 0,9355 cm respectivamente.

En cuanto al coeficiente de correlación, este fue de $R = -0,94$. Por lo tanto, se señala que hay una fuerte relación entre la variable independiente (solución hidropónica de biol o X) y la variable dependiente altura de planta o Y). El coeficiente (R^2) indica que el 87,71 % de la altura vegetal depende de la solución hidropónica de biol.

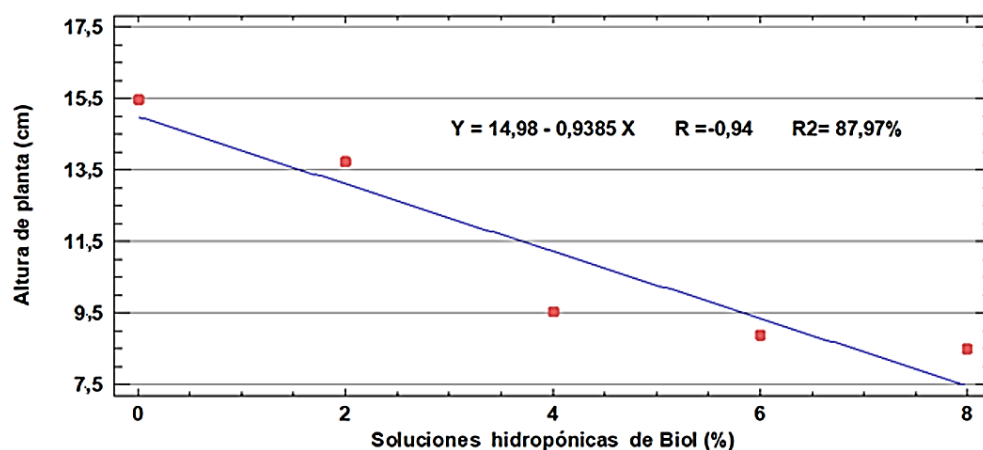


Figura 16

Función lineal de altura (cm) para la segunda evaluación

Tabla 11

Anova de la altura de planta en la tercera evaluación

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	173,392	43,348			
Lineal	1	104,976	104,976	40,709	3,06	4,89 **
Cuadrática	1	8,801	8,801	98,661	4,54	8,68 **
Cubica	1	57,840	57,840	8,271	4,54	8,68 *
Error	15	15,972	1,064	54,360	4,54	8,68 **
Total	19	189,364				

CV. 6,241 %,

Nota. * Significativo ** Altamente significativo

En la tabla 11, en la tercera evaluación del análisis de varianza de la altura de las plantas, se constata que hay alta significación estadística significativas desde el punto de vista estadístico entre los tratamientos; también se hallaron diferencias altamente significativas en los componentes cuadrático, cúbico y lineal con un coeficiente de variabilidad del 6,241%, lo cual es admisible para el ensayo.

Al ser la componente cuadrática altamente significativa, por lo que se ajustó a una función de respuesta resultando la siguiente ecuación:

$$Y = 19,0089 - 0,00735714X - 0,100869X^2$$

Se obtuvo un nivel óptimo solución hidropónica de biol que fue de 0,03 % con la que se obtiene una altura 19,0 cm respectivamente. El coeficiente determinación (R^2) refiere que el 65,06 % de la altura de planta se ve influenciada por la solución hidropónica de biol.

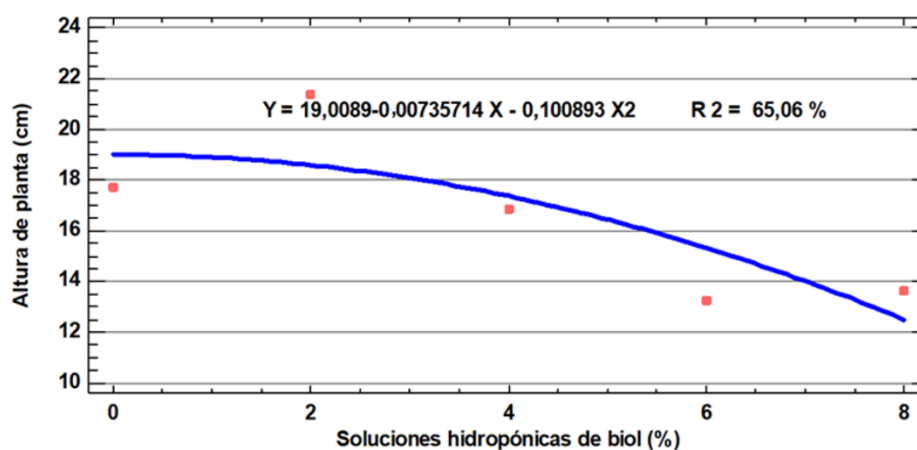


Figura 17

Función cuadrática de altura (cm) para la tercera evaluación

Tabla 12

Anova de número de hojas en la primera evaluación

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	137,060	34,265			
Lineal	1	133,225	133,225	16,968	3,06	4,89 **
Cuadrática	1	0,006	0,006	65,985	4,54	8,68 **
Cubica	1	3,600	3,600	0,002	3,06	4,89 NS
Error	15	30,290	2,019	1,783	4,54	8,68 NS
Total	19	16,850				

CV. 19,875 %

Nota. No significativo ** Altamente significativo

En la tabla 12 del análisis de varianza de número de hojas por planta en la primera evaluación, se observa que hubo alta significación estadística

entre tratamientos, la componente lineal fue altamente significativa y la componente lineal y cubica fueron no significativa con un coeficiente de variación de 19,875 %, lo cual es admisible para el ensayo

Al ser altamente significativa la componente lineal, se halló la siguiente ecuación:

$$Y = 10,8 - 0,912 X$$

Es decir, por cada unidad de solución hidropónica de biol, el número de hojas disminuye de acelga disminuye en - 0,912 respectivamente.

En lo que respecta al $R = -0,98$, por lo que se indica que existe corrección fuerte entre la variable independiente solución hidropónica de biol (X) y la variable dependiente número de hojas (Y) El coeficiente de (R^2) Señala que el 97,22 % del número de hojas depende de la solución hidropónica de biol.

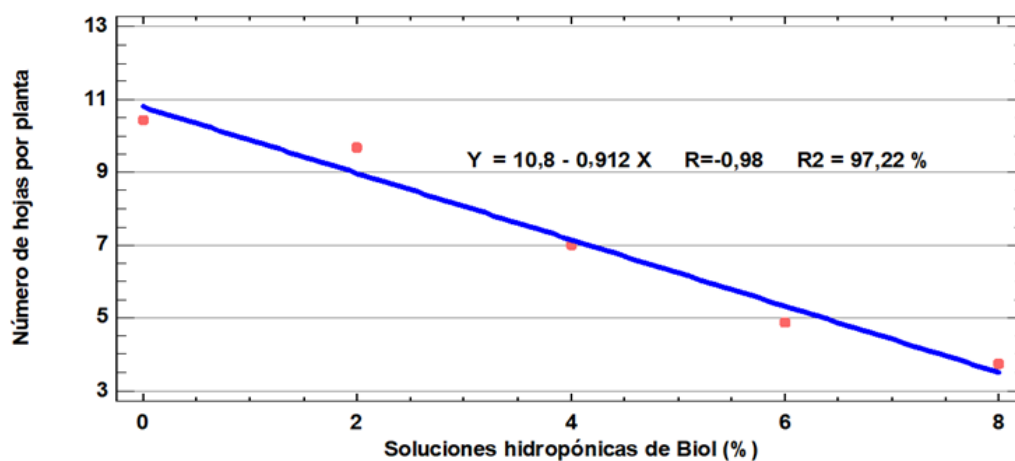


Figura 18

Función lineal de número de hojas para la primera evaluación

Tabla 13

Anova de número de hojas en la segunda evaluación

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T		
					0,05	0,01	
Tratamientos	4	41,800	10,450				
Lineal	1	29,584	29,584	5,893	3,06	4,89	**
Cuadrática	1	1,383	1,383	16,838	4,54	8,68	**
Cubica	1	8,801	8,801	0,780	4,54	8,68	NS
Error	15	26,600	1,773	4,963	4,54	8,68	*
Total	19	68,6400					

CV. 13,586 %,

Nota. No significativo ** Altamente significativo

Según la tabla 13 del análisis de varianza de número de hojas por planta en la segunda evaluación, se halló alta significación estadística entre tratamientos siendo la componente lineal altamente significativa, la componente cuadrática no significativa y cubica significativa con un coeficiente de variación de 13,586 %, lo cual es admisible para el ensayo.

Al ser altamente significativa la componente lineal, se halló la siguiente ecuación: $Y = 11,52 - 0,38X$

Es decir, por cada unidad de solución hidropónica de biol el número de hojas, disminuye en - 0,9355 respectivamente.

En lo que respecta al coeficiente de $R = -0,84$, por lo que se indica que existe corrección fuerte entre la variable independiente solución hidropónica de biol (X) y la variable dependiente número de hojas (Y).

El coeficiente (R^2) señala que el 69,17 % del número de hojas depende de la solución hidropónica de biol.

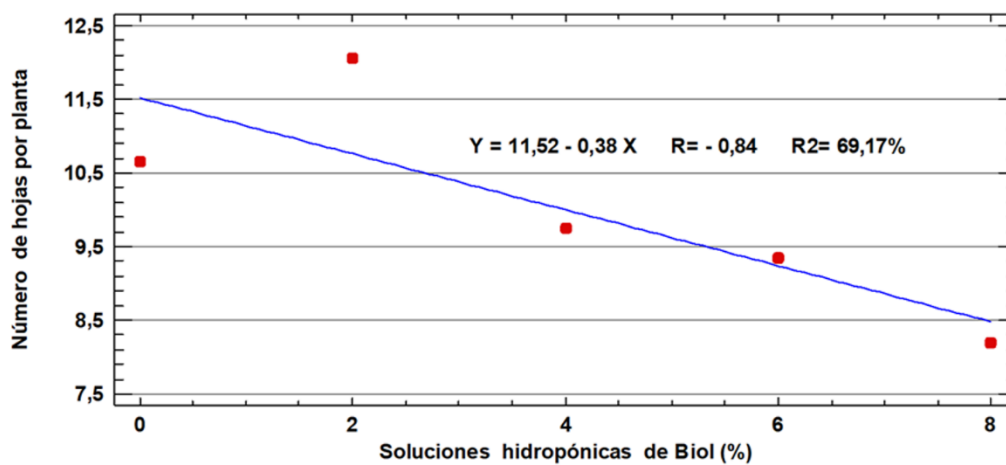


Figura 19

Función lineal de número de hojas en la segunda evaluación

Tabla 14

Anova de longitud de la raíz

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T		
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	1 081,805	270,541				
Lineal	1	982,081	982,081	24,734	3,06	4,89	**
Cuadrática	1	25,786	25,786	37,324	4,54	8,68	**
Cubica	1	66,049	66,049	2,604	4,54	8,68	NS
Error	15	148,515	9,901	6,670	4,54	8,68	*
Total	19	1 230,320					

CV. 20,43 %,

Nota. No significativo * Significativo ** Altamente significativo

La tabla 14 del análisis de varianza de la longitud de raíz se observa que se halló alta significación estadística entre tratamientos, la componente lineal fue altamente significativa, la componente cuadrática fue no significativa y la componente cubica fue significativa con un coeficiente de variación de 20,43 %, lo cual es admisible para el ensayo.

Al ser altamente significativa la componente lineal se halló la siguiente ecuación:

$$Y = 25,312 - 2,478 X$$

Es decir, por cada unidad de solución hidropónica de biol la longitud de raíz disminuye en - 2,74 cm respectivamente.

En lo que respecta al coeficiente $R = - 0,95$, por lo que se indica que existe corrección fuerte entre la variable independiente solución hidropónica de biol (X) y la variable dependiente longitud de raíz (Y).

El coeficiente (R^2) señala que el 70,77 % de la longitud de raíz depende de la solución hidropónica de biol.

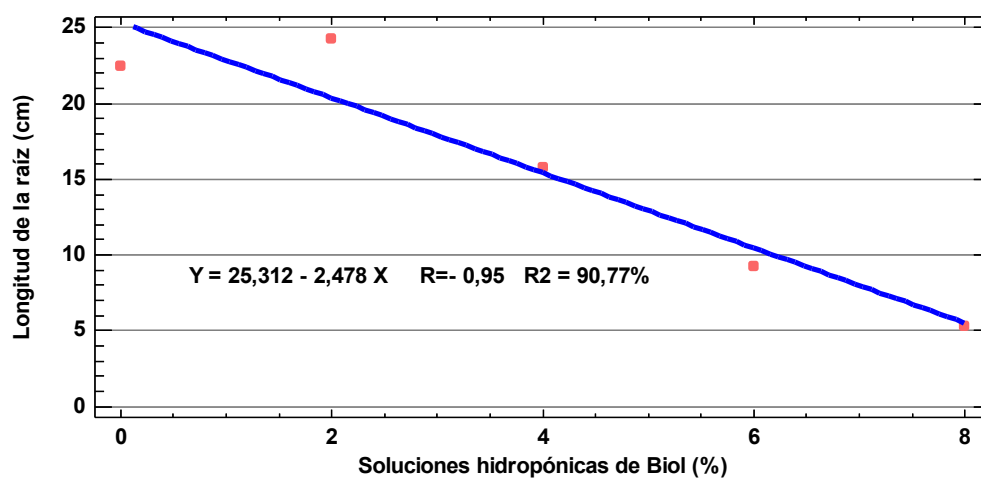


Figura 20

Función lineal de la longitud de raíz (g)

Tabla 15

Anova de peso de planta (g)

F. d. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	262,500	65,625			
Lineal	1	122,500	122,500	126,684	3,06	4,89 **
Cuadrática	1	54,286	54,286	236,486	4,54	8,68 **
Cubica	1	40,000	40,000	104,799	4,54	8,68 **
Error	15	7,770	0,518	78,220	4,54	8,68 **
Total	19	270,270				

CV. 5,324 %,

Nota. ** Altamente significativo

En la tabla 15, del análisis de varianza de peso por planta, se halló alta significación estadística entre tratamientos, donde las componentes lineales, cuadrática y cubica se hallaron diferencias estadísticas altas con un coeficiente de variación de 5,234 %, lo cual es admisible para el ensayo al ser la componente cuadrática altamente significativa, por lo que se ajustó a una función de respuesta resultando la siguiente ecuación.

$$Y = 15,0983 + 1,27171X - 0,2682 X^2$$

Se obtuvo un nivel óptimo de biol 2,370 % con la que se obtiene un peso de la planta de 16,605 g respectivamente. El coeficiente (R^2) refiere que el 71,12 % del peso de planta se ve influenciada por la dosis de solución hidropónica de biol.

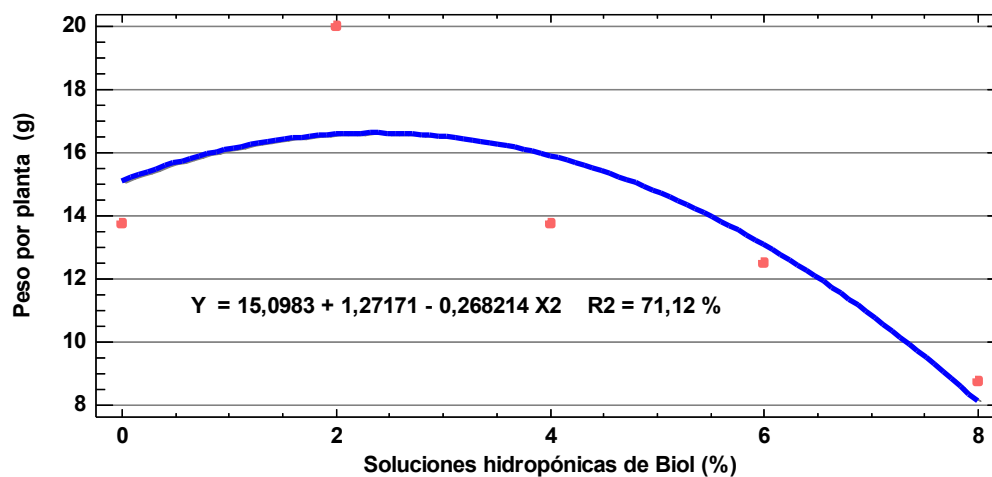


Figura 21

Función cuadrática de peso de planta (g)

5.2. Discusión

5.2.1. Discusión del análisis fisicoquímico del biol elaborado de residuos orgánicos en el cultivo de la acelga

En lo relacionado al análisis fisicoquímico en su investigación, Delgado (2018) obtuvo un 10,44 % de nitrógeno superior a la hallada en la presente investigación lo que revela que es un fertilizante con gran cantidad de nitrógeno, algo que puede ser ventajoso para la fertilización de los cultivos. Asimismo, la presencia en el biol fabricado por Delgado de otros

componentes como el magnesio, el calcio, el hierro, el manganeso, el zinc, el potasio y el sodio señala que este fertilizante orgánico tiene la posibilidad de beneficiar la nutrición de las plantas; esto se debe a que estos elementos son cruciales para que los cultivos crezcan y se desarrollen.

En la investigación de Asado (2017), se describe el pH igual a (4,01) inferior al valor presentado. La conductividad en la investigación de flores es de 21,1 dS/m es bastante más bajo que la de la investigación que muestra un valor de 24 140,00 uS/cm con lo que se puede usar la mejora de la calidad ambiental. El contenido de nitrógeno en la investigación es del 0,69 %. En el biol, significa que es una fuente de este nutriente que va de moderada a buena, lo cual es perfecto para promover el crecimiento vegetativo de los cultivos sin poner en peligro la salud vegetal. Especifica una concentración que sea útil para optimizar la fertilidad del terreno, producto de la descomposición de materia orgánica. Es relevante considerar que la presencia de contaminantes, como los fertilizantes, puede ser señalada por altos niveles de nitrógeno en el agua.

La investigación que hizo Alvarado (2018) sobre la producción de biol desde gallinaza y estiércol vacuno reveló que los parámetros fisicoquímicos del biol producido estaban dentro de límites óptimos, lo cual indica que el proceso de digestión anaerobia durante los tres meses fue el apropiado. Asimismo, se notó que en los tratamientos el pH bajaba, lo cual

promueve la eliminación de microorganismos patógenos y corrobora que la degradación de la materia orgánica es más rápida.

Es relevante subrayar que el pH ideal para que la mayor parte de los microorganismos útiles del biol se desarrollen está entre 6,5 y 7,5. No obstante, para prevenir el crecimiento de microorganismos dañinos, se anticipa que el biol elaborado con residuos orgánicos conserve un pH en el rango ácido (entre 4,5 y 5,5).

La investigación de Alvarado (2018) estudió la conductividad eléctrica del biol, un indicador de cuántas sales solubles tiene. Los hallazgos indican que la conductividad eléctrica del biol producido se sitúa entre los valores previstos y que no ha habido depósitos excesivos de sales solubles. Es relevante resaltar que, si la conductividad eléctrica del biol aumenta, puede ser señal de que hay una gran cantidad de sales, lo cual podría dañar las plantas si se usa en exceso.

En relación con los parámetros físicos, varias investigaciones muestran una diferencia estadísticamente significativa en la conductividad eléctrica del biol. La tesis de Noreña (2018) mostró que la conductividad eléctrica del biol fluctuó notablemente dependiendo del tiempo de evaluación, mientras que en el estudio se encontró una concentración media de 24 140,00 uS/cm.

Esto indica que la conductividad eléctrica tiene el potencial de ser un marcador sensible del proceso de biodigestión y puede cambiar según las condiciones ambientales y los materiales empleados.

5.2.2. Discusión del Efecto de las Diferentes Dosis de Biol en la Solución Hidropónica en el Cultivo de la Acelga

a. Efecto sobre la altura de la planta. En lo que respecta a la altura, se vio que los tratamientos T1 (2 %) y (testigo) obtuvieron una altura de 15,48 cm y 13,75 cm los cuales no difieren estadísticamente en sus promedios esto demuestra que, a esa edad, las plantas pudieron emplear los nutrientes de los fertilizantes para crecer, lo cual es beneficioso porque las plantas de mayor altura son mejores para la alimentación humana. Se notó que los tratamientos tuvieron un crecimiento de las plantas de manera lenta, el cual fue en aumento a partir de entonces, siguiendo una tendencia ascendente con el paso de los días. Esto concuerda con lo que sostienen Vásquez y Torres (2001) que el crecimiento de las plantas es sigmoide, lo que quiere decir que al principio se desarrolla lentamente. es decir de crecimiento es lento al principio, luego se acelera rápidamente y finalmente se estabiliza. Los resultados obtenidos también concuerdan con lo que García et al. (2005) han propuesto, es decir, que la mineralización y se convierte a través del proceso de fermentación anaeróbica de residuos vegetales y estiércol animal, lo que potencia las ventajas físicas, químicas

y biológicas de estos fertilizantes. Esto ayuda a optimizar la estructura del suelo, prevenir la erosión y la compactación, y aumentar la habilidad para retener humedad, lo que favorece el proceso de absorción de nutrientes en las plantas.

Por otra parte, Yampa (2020), utilizando la combinación de la variedad de acelga Fordhook giant con la fertilización orgánica en campo, tuvo una altura de 40 cm superior a la encontrada en la presente investigación. Sin embargo, Adrianzen (2017) evidenció que el agua de mar como solución hidropónica se puede emplear para cultivar acelga, encontrándose diferencias significativas entre las plantas en escalones de 40 cm y las de 80 y 110 cm. Estas últimas alcanzaron un tamaño medio de 29,1 cm, mientras que las plantas del escalón de 40 cm llegaron a una media de 11,77 cm superando al de la presente investigación.

b. Efecto sobre el número de hojas de la planta. El número de hojas en las plantas muestra diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$). Inicialmente, se observó un crecimiento lento y uniforme de las hojas verdaderas para los tratamientos. Sin embargo, durante el primer mes aproximadamente, las hojas crecieron rápidamente. Las plantas que recibieron tratamiento con la solución hidropónica al 2 % y el testigo presentaron la mayor cantidad de hojas; aunque no hubo diferencias estadísticas entre estos dos tratamientos, sí existieron en comparación con

los otros. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T4 (2 %), T6 (2 %) y T8 (2 %).

Para el cultivo de *Beta vulgaris*, este es un indicador a considerar, porque las hojas son exactamente el producto agrícola y debe haber una relación entre la altura de la planta y el número de hojas en condiciones controladas. Esto ocurre, porque, a pesar de que la planta tiene la capacidad de ahilarse, el empleo de estos biofertilizantes muestra un equilibrio nutricional en el terreno, debido a los microorganismos generados por la fertilización orgánica.

Sin embargo, Romero (2019), sobre el impacto de cuatro dosis del bioestimulante el tratamiento T4 (50 kg N/ha + 500 L biol/ha), tuvo la mayor cantidad de hojas que variaron entre 10 a 16 hojas respectivamente, similares al de la presente investigación; por lo tanto, los resultados señalan que los datos evaluados para el procesamiento de esta variable demuestran fiabilidad en los resultados y que la investigación fue realizada en un entorno controlado, como es la hidroponía.

Los datos analizados para las variables demuestran la fiabilidad de los resultados y que la investigación se llevó a cabo en un entorno controlado, como es la hidroponía. Con los coeficientes de variabilidad sobre lo normal señalando que los datos examinados para el procesamiento de esta variable muestran confiabilidad en los resultados,

además de que la investigación se llevó a cabo en un entorno controlado como la hidroponía.

c. Efecto sobre la longitud de la raíz. En sistemas sin suelo, el biol en hidroponía para acelga fomenta el crecimiento de las raíces. A pesar de que una solución química puede proporcionar más longitud, el biol, particularmente en el caso de la investigación, ha demostrado resultados a mayor solución disminuye su crecimiento. Estos hallazgos es en razón que biol en hidroponía, las raíces disminuyen porque el biol, un biofertilizante orgánico con alta cantidad de materia orgánica, tiene la capacidad de incrementar tanto la conductividad eléctrica (CE) como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) del líquido. Esto provoca estrés osmótico y carencia de oxígeno (hipoxia) para las raíces, además de desequilibrio nutricional. Todo esto limita su crecimiento y longitud para adaptarse a condiciones adversas, tal como lo describen National Institutes of Health (NIH) & GroHo Hidroponía (2025) acerca de los elementos que influyen en el crecimiento radical en sistemas hidropónicos.

d. Efecto sobre el peso de la planta. La solución hidropónica a base de biol es un fertilizante líquido orgánico eficaz en la acelga, ya que favorece el crecimiento vigoroso, hojas más grandes y una mayor producción al proporcionar hormonas vegetales y nutrientes fundamentales (N, P, K), lo cual optimiza la fotosíntesis y la resistencia al estrés. Sus

resultados son similares o mejores que los de los químicos. Sin embargo, a veces es necesario diluirlo y aplicarlo de forma apropiada para no quemar las hojas, lo que hace que las acelgas sean más saludables y nutritivas. Vera (2021), en su estudio titulado *Efecto de la fertilización con biol en el rendimiento de acelga en campo abierto*, el T3 biol (2 litros) logró el mayor efecto con una producción 3 541,24 kg/ha su tratamiento tuvo similar al utilizado en la presente investigación. Por otra parte, Peralta et al. (2015) investigaron como las soluciones nutritivas y los sustratos afectan la producción de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) en el sistema NFT hidropónico. Sus hallazgos indicaron que no fue posible detectar efectos significativos de las soluciones nutritivas utilizadas en ninguna de las determinaciones realizadas. Se notaron efectos estadísticamente significativos en la masa fresca de hojas y la masa fresca de planta al compararlas con los sustratos que se analizaron, pero no sucedió lo mismo con las demás determinaciones.

Carrera (2015) utilizó diferentes abonos orgánicos en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L), obtuvo un peso significativo de 2 103,75 kg. Es importante aclarar que la principal diferencia entre utilizar biol en acelgas en un biohuerto familiar y en un campo se encuentra en la escala, el control de la composición del biol y el objetivo. En casa, es más personalizado y preventivo; sin embargo, en campo (grandes extensiones, buscando

rendimiento), es más estandarizado y productivo. A pesar de que tanto en casa como en campo se busca resistencia y nutrición, el biol casero se ajusta a los recursos locales (estiércol fresco). Por otro lado, el uso de formulaciones específicas (con melaza o consorcios microbianos) puede ser necesario para maximizar nutrientes y masa vegetal. Por su parte Cerna (2014). En su estudio titulado *Uso de compost y biol en el cultivo de acelga el T3 con uso de biol al 10 %*, concluyó que la mezcla más apropiada para cultivar acelga es el Compost y biol al 10 %, aunque cualquiera de los dos, cuando se aplican a las labores del cultivo, aumentará el rendimiento.

CONCLUSIONES

1. El uso del biol obtenido de residuos orgánicos como solución hidropónica es adecuado para cultivar Acelga (*Beta vulgaris*), en un biohuerto de Tacna.
2. Para el análisis físico químico de las soluciones hidropónicas de temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto no se evidenciaron diferencias estadísticas.
3. Las diferentes dosis de biol en solución hidropónica tuvieron un efecto significativo en la altura de planta, número de hojas, longitud de raíz y el peso de la planta.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere llevar a cabo seminarios dirigidos a los productores de hortalizas, en los cuales se les informe sobre las ventajas que la producción hidropónica tiene para este tipo de cultivos y se les aconseje no usar agroquímicos en exceso.
2. Se recomienda la utilización de soluciones hidropónicas de biol en diferentes cultivos de hortalizas en la región Tacna.
3. Utilizar otras variables de estudio para futuras investigaciones, como determinar la cantidad de agua en las hojas, la coloración del follaje o el contenido de clorofila, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrianzen, V. (2017). *Uso del agua de mar para el desarrollo de un cultivo de acelga (Beta vulgaris var. cicla) mediante el riego por capilaridad en un huerto escalonado, Ica 2017*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22236>
- AgriFraming. (2018). *Hydroponics Farming Guide*. <https://hydroponicsystems.eu/complete-guide-to-hydroponic-growing>
- Aguilar, I. (2016). *Producción de forraje verde hidropónico para optimizar el uso del agua y su efecto en el nivel de ingresos del productor de cuyes en el valle Tacna – 2013*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/2135>
- Albuja, V., Andrade, J., Lucano, C., & Rodríguez, M. (2021). Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. *Minerva*, 2(4). <https://doi.org/10.47460/minerva.v2i4.26>
- Alemán, R., Domínguez, J., Alemán, R., Domínguez, J., Soria, S., Hernández, H., & Jara, M. (2016). Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de Beta vulgaris L.

var. cicla bajo condiciones de invernadero. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(2), 103-117.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761080>

Alvarado, S. (2018). *Elaboración de biol a partir de gallinaza y estiércol de ganado vacuno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Aparcana, S., & Jansen, A. (2008). *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “fermentación anaeróbica” para producción de biogás*. German Profec – Perú SAC.

Arancon, N., Edwards, C., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P., & Metzger, J. (2008). Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. *Applied Soil Ecology*, 39(1), 91-99.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.11.010>

Asado, A. (2017). Rangos de pH de las aguas de lluvia del valle de Huánuco. *Universidad Nacional Hermilio Valdizan*.
<http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/46>

Beltrano, J., & Gimenez, D. (2015). *Cultivo en Hidroponía*. La Plata: Universidad Nacional de la Plata.

- Callisaya, P. (2016). *Evaluación de dos variedades de acelga (Beta vulgaris var. Cicla L.), bajo tres niveles de fertilizante foliar orgánico en sistema hidropónico NTF, en Cota Cota*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].
- Carrasco, G., & Izquierdo, J. (1996). *Manual Técnico. La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT)*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Carrera, H. (2015). *Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (Beta vulgaris L) con diferentes abonos orgánicos, en el Colegio Pueblo Nuevo - El Empalme Año 2014*. [Tesis Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1491>
- Castiblanco, G., & Hidalgo, B. (2009). *Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano*.
- Cerna, I. (2014). *Uso de compost y biol en el cultivo de acelga (Beta vulgaris L. Var. cicla)*.
- Chambi, M. (2022). *Producción hidropónica utilizando abono líquido – biol, en cultivos de acelga, repollo y lechuga en condiciones de invernadero*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del

Altiplano].

<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19290>

Cruz, H. (2016). *El cultivo de las hortalizas. Proyecto Manejo integral de los recursos naturales en el trópico de Cochabamba y los Yungas de la Paz*. Jatun Sach'a (VCDI-UNODC).

De la Rosa, J. (2012). *Análisis físico y químico de fertilizante orgánico (biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado*. Instituto Tecnológico Del Altiplano De Tlaxcala.

Delgado, E. (2018). *Elaboración de abono orgánico a partir de vísceras de pescado para cultivos agrícolas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7147>

Despommier, D. (2010). Agricultura vertical. *Investigación y ciencia*(408), 74-81. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3272151>

Díaz, J. (2017). *Hidroponía, cultivo sin suelo. Ventajas y desventajas*. IsabelCaballero. <https://isabelcaballero.com/hidroponia-cultivo-sin-suelo-ventajas-y-desventajas/>

Economipedia. (2020). *Desarrollo sostenible*. <https://economipedia.com>

Gálvez, A., & Ramírez, G. (2020). *Diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en*

la agricultura del distrito de La Yarada Los Palos, Tacna-2020. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna].
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/1533>

García, A., Gómez, M., & Bernal, M. (2005). *An Alternative Use Of Composts From Agroindustrial Wastes: As Substrates For Ornamental Plants* Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CSIC. Apartado 4195, 30080 Murcia.

Gil, L., Leiva, F., Cabos, J., Jara, E., Bardales, C., & León, C. (2022). Influencia de las concentraciones del “biol” en el crecimiento y desarrollo de *Medicago sativa* (Fabaceae) “alfalfa”. *Arnaldoa*, 29(1), 149-162. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29109>

Gilsanz, J. (2007). *Hidroponía. Programa Nacional de Producción Hortícola Estación, Experimental*. Montevideo: Las Brujas.

Gonzales, A., Hernández, G., & Pereda, I. (2019). Pretratamiento alcalino de bagazo de caña para mejorar la producción de biometano. *revista cielo cen. az.*, 46(4).

GroHo Hidroponía. (2025). *Restricciones de las raíces en Hidroponía*. <https://www.groho.es/post/restricciones-de-las-raices-en-hidroponia>

Guzmán, G. (2004). *Hidroponía en casa: Una actividad familiar*. Ministerio de agricultura y ganadería.

- Instituto Nacional de Investigación Agraria. (2008). *Tecnologías apropiadas para la conservación in situ de los cultivos nativos: producción y uso del biol* (2). INIA.
http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/115/1/Uso_Biol_Lima_2008.pdf
- Intagri. (2025). *Guía de Fertilizantes Nitrogenados para Cultivos*.
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>
- M, F. (2017). *Producción de un fertilizante orgánico líquido a partir de subproductos del procesamiento de truchas (Oncorhynchus mykiss)*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Mamani, M. (2015). *Efecto de la fertilización química y orgánica en la productividad del cultivo de acelga (Beta vulgaris Var. Cicla) en el Centro Experimental de Patacamaya*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5686>
- Marulanda, C., & Izquierdo, J. (2003). *La huerta hidropónica popular*. FAO.
- Medina, A., Quipuzco, L., & Juscamaita, J. (2015). Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a

través de biodigestores. *Anales Científicos*, 76(1), 116-124.

<https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.772>

Mendoza, K. (2016). *Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos*.

[Tesis de pregrado, Instituto Nacional de Innovación Agraria].

<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/184>

Meza, R. (2020). *Nivel de educación ambiental y relación con la percepción de desarrollo sostenible en la comunidad educativa de la sede central de la UNDAC – 2020*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional

Daniel

Alcides

Carrión].

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3225>

Ministerio del Ambiente. (2019). *Plan Nacional de Acción Ambiental*.

MINAM.

Murillo, B., Yamada, S., Yamaguchi, T., Rueda, E., Ávila, N., García, L., &

Nieto, A. (2010). Influence of calcium silicate on growth, physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193(6), 413-421.

<https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2007.00273.x>

National Institutes of Health (NIH) & GroHo Hidroponía. (2025).

Hydroponics: current trends in sustainable crop production.

<https://doi.org/10.6026/97320630019925>

- Navarrete, J. (2011). *Validación primaria de la técnica para la detección de Salmonella sp en abonos orgánicos mediante la prueba Elisa (TECRA) vía 3M bajo la norma técnica colombiana ICONTEC (NTC 5167)*. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana].
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8911>
- Noreña, M. (2018). *Evaluación de estiércol de cuy de la finca Montero y aguas residuales del matadero municipal de Huánuco para la producción de Biol por plantas de biodigestión semicontinuas - 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco].
<http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1282>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Agricultura Urbana*. FAO.
<http://www.fao.org/urbanagriculture/en/>
- Ortiz, O., Rojas, M., Quispe, G., & Sánchez, J. (2012). *Informe final del proyecto "Desarrollo de bioinsumos para la producción sostenible de hortalizas con pequeños agricultores para una soberanía alimentaria en los andes*. Centro Internacional de la Papa.
- Peralta, R., Caballero, O., & Sánchez, R. (2023). Influencia de soluciones nutritivas y sustratos en la producción de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla) en régimen hidropónico (NFT). *Revista Científica El Surco*,

6(2), 15-22.

<https://revistas.unc.edu.py/index.php/agrarias/article/view/370>

Pérez, M., Longar, M., & Rios, E. (2013). El estado de técnica de la hidroponía. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(5).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000500012

Qureshi, M. (2017). *Comparative study of Hydroponic and Geoponic Systems*.

Ramírez, F. (2006). *Seguridad alimentaria cultivada en hortalizas*. Colombia: Grupo Latino Editores S.A.S.

Ricardo, J. (2019). *Evaluación del cultivo de lechuga hidropónica Lactuca sativa L. en raíz flotante bajo diferentes soluciones nutritivas [Tesis pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4808>

Rodríguez, A., & Chang La, R. (2013). *Manual práctico de hidroponía. En Alfredo Rodríguez Delfín*. Universidad Nacional Agraria la Molina: Centro de Investigación de Hidroponia y Nutrición Mineral.

Roig, L. (2009). *La gestión de problemas ambientales y el trabajo social comunitario a nivel local, su incidencia en la capacitación de actores*

locales en la comunidad “La cabaña” del Municipio Pinar del Río.

Paz del río.

Romero, A. (2019). *Efecto de cuatro dosis del bioestimulante biol, como complemento a la fertilización mineral, en la producción de acelga Beta vulgaris var. Cicla L. (Chenopodiaceae).* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/5107>

Ronquillo, A. (2017). *Estudio del comportamiento agronómico del cultivo de acelga (Beta vulgaris L.), bajo fertilización orgánica edáfica y foliar.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3369>

Salaverry, M. (2014). *Efecto de veinte niveles de salinidad del agua en los indicadores agronómicos del cultivo de acelga durante la cosecha.* [Tesis pregrado Universidad Agraria La Molina].
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/1882>

Sangrelles, J. (2001). *Problemas ambientales, agricultura y globalización en América Latina.* Scripta Nova.

Sistema Biobolsa. (2022). *Manuel ade BIOL.* Sistema BioBolsa.
https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf

- Torres, T. (2018). *Análisis comparativo de costos de inversión de sistemas hidropónicos*. [Tesis pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4561>
- Valadez, L. (1993). *Producción de hortalizas*. Editorial UTCHA.
- Vásquez, E., & Torres, S. (2001). *Fisiología Vegetal*. La Habana: Editorial Félix Valera.
- Vera, G. (2021). *Efecto de la fertilización de biol en la producción de acelga bajo condiciones de campo abierto*. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador].
- Yampa, E. (2020). *Evaluación del rendimiento de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. *cycla*) con diferentes dosis de abono foliar (*Aola*) en ambiente atemperado, en la Estación Experimental de Cota Cota*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés Bolivia].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/24896>
- Zárate, J. (2014). *El uso de bioestimulantes se traduce en cultivos sanos y fuertes*. Horticultivos.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicadores
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente: Solución hidropónica a base de biol.	Dosis Características fisicoquímicas	2 % 4 % 6 % 8 % %N %P %K pH C.E. ms/cm Temperatura Oxígeno disuelto
¿La utilización de biol obtenido de residuos orgánicos como solución hidropónica será eficiente para el cultivo de acelga (Beta vulgaris) en un biohuerto de Tacna?	Evaluar la utilización de biol obtenido de residuos orgánicos como solución hidropónica para el cultivo de acelga (Beta vulgaris) en un biohuerto de Tacna	Si se utiliza biol obtenido de residuos orgánicos como solución hidropónica entonces se cultiva Acelga (Beta vulgaris), en un biohuerto de Tacna.			
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			
¿Cuál será las cantidades de elementos del análisis fisicoquímico del biol elaborado de residuos orgánicos?	Analizar fisicoquímicamente el biol elaborado de residuos orgánicos en el cultivo de acelga (Beta vulgaris)	Si se analiza fisicoquímicamente el biol elaborado de residuos orgánicos entonces se determina sus componentes.	Variable dependiente: Cultivo de acelga	Características físicas	Altura (cm) Peso (g) Numero hoja (conteo) Longitud de la raíz (cm)

¿Cuál será el efecto de diferentes dosis de biol en la solución hidropónica sobre el cultivo de la acelga (Beta vulgaris)?	Evaluar el efecto de diferentes dosis de biol en la solución hidropónica sobre el cultivo de la acelga (Beta vulgaris)	Las diferentes dosis de biol en solución hidropónica tiene efecto sobre el cultivo de acelga (Beta vulgaris)			
Método y diseño		Población y muestra		Técnicas e instrumentos	
Tipo de investigación	Experimental, cuantitativa	Población: 100 plantas		Técnica:	Observación directa
Diseño de investigación:	Diseño completamente al azar con 5 tratamientos en 4 repeticiones	Muestra: 5 plantas		Instrumentos:	Ficha de apuntes, cinta métrica, vernier, balanza digital de 1kg, balanza de 20 kg, equipo de cómputo
Nivel de investigación:	Aplicativa			Tratamiento estadístico:	

ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1

Recojo de estiércol del Camal Municipal de Tacna



Fotografía 2

Llenado de estiércol en baldes como insumo para el biol



Fotografía 3

Compra de leche fresca como insumo para el biol



Fotografía 4

Recojo de vísceras de pescado del mercado Miguel Grau



Fotografía 5

Insumos para la elaboración del biol



Nota. a) cáscara de huevo, b) estiércol, c) tacho, d) vísceras de pescado, e) suero, f) leche fresca, g) levadura, h) melaza, i) alfalfa picada, j) ceniza volcánica.

Fotografía 6

Insumos utilizados para la elaboración del biol



Fotografía 7

Preparado de biol a partir de residuos orgánicos



Fotografía 8

Mezclado de biol a partir de residuos orgánicos



Fotografía 9

Cosecha de biol después de 3 meses de maduración



Fotografía 10

Guardado de biol en bidones para su uso en las soluciones hidropónicas



Fotografía 11

Muestreo de biol para su análisis en laboratorio ALAB



Fotografía 12

Adquisición de plantines de acelga de un vivero



Fotografía 13

Construcción del biohuerto en domicilio



Fotografía 14

Construcción de la estructura del sistema hidropónico



Fotografía 15

Cortado y apertura de hoyos en los tubos PVC



Fotografía 16

Colocado de tubos en la estructura de hidroponía



Fotografía 17

Colocación de tapas en los tubos de PVC



Fotografía 18

Instalación de cerco y sombra en el biohuerto



Fotografía 19

Control de prueba de calidad de agua



Fotografía 20

Colocado de las mangueras de salida al sistema hidropónico



Fotografía 21

Instalación del sistema hidropónico



Fotografía 22

Medición de la altura de acelga



Fotografía 23

Conteo del número de hojas de acelga



Fotografía 24

Medida de la longitud de la raíz de acelga



Fotografía 25

Registro del peso de acelga



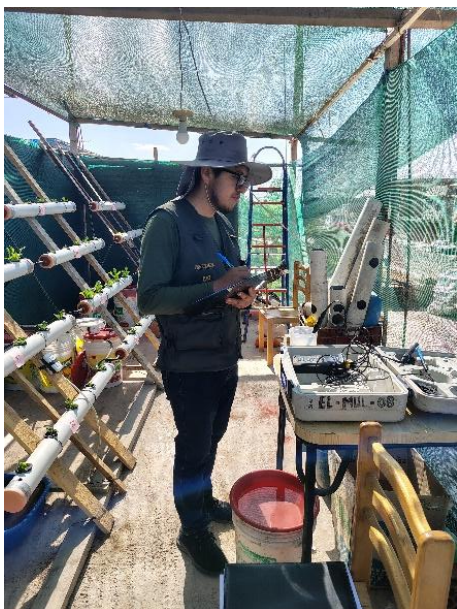
Fotografía 26

Crecimiento de acelgas en el biohuerto



Fotografía 27

Estructura de madera con tubos de PVC



Fotografía 28

Lectura de datos mediante el multiparámetro

ANEXO 3: DATOS DE CAMPO DEL CRECIMIENTO DE ACELGA (*Beta vulgaris*)

Altura de Acelga (cm)					
Fecha: 14/11/2025	T0	T1	T2	T3	T4
Repeticiones	0%	2%	4%	6%	8%
1	17,6	12,4	8,0	9,3	6,0
2	14,6	11,2	9,1	7,8	8,6
3	12,8	13,2	8,7	8,8	8,5
4	14,3	12,7	8,4	7,1	8,1
Fecha: 19/11/2025	T0	T1	T2	T3	T4
Repeticiones	0%	2%	4%	6%	8%
1	18,0	14,2	9,2	10,8	8,4
2	15,1	13,3	10,4	8,1	8,4
3	13,9	14,6	9,2	9,7	8,6
4	14,9	12,9	9,3	7,0	8,8
Fecha: 10/12/2025	T0	T1	T2	T3	T4
Repeticiones	0%	2%	4%	6%	8%
1	19,2	21,1	15,3	14,7	13,0
2	16,4	21,3	17,8	12,7	13,0
3	17,6	22,0	17,1	14,0	14,1
4	17,6	20,7	17,2	11,5	14,4

Cantidad de hojas (conteo)					
Fecha: 19/11/2025	T0	T1	T2	T3	T4
Repeticiones	0%	2%	4%	6%	8%
1	12,8	10,4	4,8	5,4	2,4
2	11,0	8,6	8,8	4,0	3,6
3	10,2	10,2	7,8	6,0	4,0
4	7,80	9,60	6,6	4,0	5,0
Fecha: 10/12/2025	T0	T1	T2	T3	T4
Repeticiones	0%	2%	4%	6%	8%
1	12,2	12,2	10,2	9,6	6,8
2	10,6	14,0	10,0	7,0	7,4
3	11,6	11,0	10,2	8,2	8,6
4	8,20	11,0	8,6	8,6	10,0

Longitud de raíces (cm)					
Fecha: 10/12/2025	T0	T1	T2	T3	T4
Repeticiones	0%	2%	4%	6%	8%
1	26,4	27,4	16,0	14,0	9,4
2	23,2	19,3	18,0	6,7	4,5
3	21,0	24,0	17,0	7,2	2,1
4	19,4	26,4	12,0	9,0	5,0

Peso de la Acelga (g)					
Fecha: 12/12/2025	T0	T1	T2	T3	T4
Repeticiones	0%	2%	4%	6%	8%
1	13,50	19,0	14,50	11,50	8,20
2	13,50	21,0	13,50	12,70	9,10
3	14,50	21,0	13,10	12,80	8,60
4	13,50	19,0	13,90	13,00	9,10
Promedio	13,75	20,0	13,75	12,50	8,75

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS					
Fecha: 20/11/2025					
1°	0%	2%	4%	6%	8%
T (°C)	23,0	23,4	23,7	22,7	22,6
Ph	7,8	8,0	8,2	8,1	8,5
C.E. (ms/cm)	1,66	2,46	2,34	3,07	4,00
O.D.	77,6	60,7	80,0	78,0	31,0
2°	0%	2%	4%	6%	8%
T (°C)	23,4	23,7	23,2	22,5	22,7
Ph	8,0	8,1	8,1	8,4	8,4
C.E.	1,57	2,27	2,29	3,20	3,98
O.D.	100,0	59,3	67,5	77,0	66,0
3°	0%	2%	4%	6%	8%
T (°C)	23,5	23,0	22,8	23,1	22,3
Ph	7,6	7,9	8,1	8,3	8,5
C.E.	1,45	2,06	2,41	3,26	3,82
O.D.	99,3	31,6	55,0	66,0	60,0

4°	0%	2%	4%	6%	8%
T (°C)	24,0	25,4	24,4	23,2	21,8
Ph	7,5	8,4	8,10	8,3	8,6
C.E.	1,53	2,72	2,35	3,36	4,45
O.D.	90,3	127,2	39,00	60	58
Promedio de valores					
	0%	2%	4%	6%	8%
T (°C)	23,5	23,9	23,5	22,9	22,4
Ph	7,7	8,1	8,1	8,3	8,5
C.E. (ms/cm)	1,6	2,4	2,3	3,2	4,1
O.D.	91,8	69,7	60,4	70,3	53,8

ANEXO 4: INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-49949

N° Id.: 0000191009

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

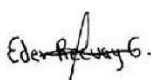
- 1.- RAZON SOCIAL : TELLEZ ESCOQUE BRAYAN ALEXANDER
 2.- DIRECCIÓN : CALLE GRAU 454 - CANDARAVE
 3.- PROYECTO : UTILIZACIÓN DE BIOL OBTENIDO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO SOLUCIÓN HIDROPÓNICA PARA EL CULTIVO DE ACELGA (BETA VULGARIS) EN UN BIOHUERTO DE TACNA
 4.- PROCEDENCIA : TACNA
 5.- SOLICITANTE : TELLEZ ESCOQUE BRAYAN ALEXANDER
 6.- PRODUCTO : Fertilizante Organico

II.- DATOS DEL SERVICIO

- 1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000001358-2025-0000
 2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2025-11-19

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

- 1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
 2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 1
 3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-11-11
 4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservación de la cadena de frío
 5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2025-11-11 al 2025-11-19


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



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág. 1 de 3

SEDE PRINCIPAL
 Av. Guardia Chaleca N° 1877,
 Bellavista, Callao.
 Telf.: (+511) 713 0756 / 713 0636
 Cel.: 977 516 675 / 957 111 379

SEDE ZARUMILLA
 Prolongación Zarumilla Mz D2 L1 3,
 Bellavista, Callao.
 Cel.: 977 516 675 / 932 646 460

SEDE AREQUIPA
 COOP SIDOSUR Mz. E L1 9,
 Arequipa.
 Telf.: (+054) 816 843
 Cel.: 932 646 642

SEDE PIURA
 Urb. San Isidro III Etapa
 Mz. D3 L1 02,
 Ciudad - Piura
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
 Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 25,
 Alto Salaverry - Trujillo
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 919 475 133

 www.alab.com.pe


INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-49949

N° Id.: 0000191009

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Conductividad (1:10)	MVAL-AGR-002. Validated 2022.	Determination of conductivity (1:1; 1:2.5; 1:10; EPS).	IAS TL-833 CHALACA
Metales Totales ICP-OES - Fertilizantes Organicos	EPA Method 3050 B rev.2, 1996 / EPA Method 200.7, Rev. 4, (Validated - Modified).	Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, V, Zn, S. Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solis / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	IAS TL-833 CHALACA
Nitrógeno Total	ISO 16634-2: 2016 (Validated - Modified) 2022.	Determination of Total Nitrogen Content by Combustion according to the Dumas Principle.	IAS TL-833 CHALACA
pH (1:10)	MVAL-AGR-001, Validated 2022.	pH Determination (1:1; 1:2.5; 1:10; EPS)	IAS TL-833 CHALACA
Relación C/N (Carbono y Nitrógeno)	MVAL-AGR-022. (Validated - Modified)	Calculated by ratio between TOC: NOM-021-RECNAT-2000, AS-07 (Validated Out of Scope) and Nitrogen: ISO 16634-2: 2016	IAS TL-833 CHALACA

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

ISO: International Organization for Standardization

Pág.2 de 3

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

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3,
Bellevista, Callao.
Cel.: 977 516 675 / 932 648 480

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 616 843
Cel.: 932 648 642

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa
Mz. D2 Lt. 02,
Castilla - Piura
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 919 475 130

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

www.alab.com.pe


INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-49949

N° Id.: 0000191009

V.- RESULTADOS

ITEM		1		
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-25-112380		
CÓDIGO CLIENTE ^(A)		BIOFERTILIZANTE		
PRODUCTO ^(A)		Fertilizante Organico		
SUB PRODUCTO ^(A)		Biol		
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(A)		10-11-2025		
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(A)		10-11-2025		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad (1:10) ²	uS/cm	NA	NA	24 140,00
pH (1:10) ²	Unidad de pH	NA	NA	6,45
Metales Totales ICP-OES - Fertilizantes Organicos				
Fosforo ²	% P ₂ O ₅	0,02	0,06	<0,06
Hierro ²	mg/Kg	1,00	3,00	9,83
Magnesio ²	%	0,02	0,06	<0,06
Manganeso ²	mg/Kg	1,00	3,00	3,35
Potasio, ²	% K ₂ O	0,010	0,030	0,819
Zinc ²	mg/Kg	1,00	3,00	<3,00
Nitrógeno Total ²	%	0,30	0,60	0,69
Relación C/N (Carbono y Nitrógeno) ²	no unidad	0,2	0,5	1,3

² Ensayo acreditado por el IAS

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

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

NA: No Aplica

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

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

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

 SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3,
Bellevista, Callao.
Cel.: 977 516 675 / 932 648 480

 SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642

 SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa
Mz. D2 Lt. 02,
Castilla - Piura
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 919 475 130

 SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 25,
Alto Solavery - Trujillo
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 919 475 133

www.alab.com.pe



INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-49950

N° Id.: 0000191010

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

- 1.- RAZON SOCIAL : TELLEZ ESCOQUE BRAYAN ALEXANDER
 2.- DIRECCIÓN : CALLE GRAU 454 - CANDARAVE
 3.- PROYECTO : UTILIZACIÓN DE BIOL OBTENIDO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO SOLUCIÓN HIDROPÓNICA PARA EL CULTIVO DE ACELGA (BETA VULGARIS) EN UN BIOHUERTO DE TACNA
 4.- PROCEDENCIA : TACNA
 5.- SOLICITANTE : TELLEZ ESCOQUE BRAYAN ALEXANDER
 6.- PRODUCTO : Fertilizante Organico

II.- DATOS DEL SERVICIO

- 1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000001358-2025-0000
 2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2025-11-20

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

- 1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
 2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 1
 3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-11-11
 4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservación de la cadena de frío
 5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2025-11-11 al 2025-11-20

Marleni V. Rivera Castromonte
 Supervisor de Laboratorio de
 Microbiología e Hidrobiología
 CBP N° 16639



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

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

Pág.1 de 3

SEDE PRINCIPAL
 Av. Guardia Chelaca N° 1877,
 Bellavista, Callao.
 Telf.: (+51) 713 0756 / 713 0636
 Cel.: 977 516 675 / 937 111 379

SEDE ZARUMILLA
 Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3,
 Bellavista, Callao.
 Cel.: 977 516 675 / 932 648 480

SEDE AREQUIPA
 COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9,
 Alameda,
 Telf.: (+054) 616 843
 Cel.: 932 646 642

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

SEDE TRUJILLO
 Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 25,
 Alto Solavery - Trujillo
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 919 475 133

www.alab.com.pe


INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-49950

N° Id.: 0000191010

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Totales (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Thermotolerant Coliforms and E.coli.
Huevos de Helmintos	NOM-004-SEMARNAT-2002	Norma Oficial Mexicana. NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección Ambiental. Lodos y Biosólidos
Salmonella spp (NMP)	NOM-004-SEMARNAT-2002	Norma Oficial Mexicana. NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección Ambiental. Lodos y Biosólidos

*"NOM" : Norma Oficial Mexicana

*"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

*"APHA" : American Public Health Association

Pág.2 de 3

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

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3,
Bellavista, Callao.
Cel.: 977 516 675 / 932 648 480

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642

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

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 25,
Alto Solavery - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 919 475 133

www.alab.com.pe


INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-49950

N° Id.: 0000191010

V.- RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-112380
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				BIOFERTILIZANTE
PRODUCTO ^(A)				Fertilizante Organico
SUB PRODUCTO ^(A)				Biol
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(A)				10-11-2025
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(A)				10-11-2025
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Totales (NMP) (**)	NMP/g	NA	0,18	1 600,00
Escherichia coli (**)	NMP/g	NA	0,18	920,00
Huevos de Helminthos (**)	Huevos/2gST	NA	1,0	<1,0
Salmonella spp (NMP) (**)	NMP/gST	NA	3,0	<3,0

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

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

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

NA: No Aplica

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

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

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

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 L1 3,
Bellavista, Callao.
Cel.: 977 516 675 / 932 646 460

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E L1 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 816 943
Cel.: 932 646 642

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa
Mz. D01 L1 02,
Casilla - Piura
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 919 475 183

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 25,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 919 475 133

www.alab.com.pe

ANEXO 5: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN - MULTIPARÁMETRO



PazLaboratorios

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PL - FQ004 - 25 - 1

Página 1 de 3

1. SOLICITANTE : E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2. DIRECCIÓN DEL CLIENTE : CAL. ZELA NRO. 603A Arequipa - Arequipa - Yanahuara

3. DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO	: Multiparámetro (conductímetro)	SENSOR DE:	: Conductividad
MARCA	: WTW	MARCA	: WTW
MODELO	: Multi 3630 IDS	MODELO	: TetraCon 925
SERIE	: 17492448	SERIE	: 17492509
IDENTIFICACIÓN	: EL/MUL/08 (*)	IDENTIFICACIÓN	: 08 (*)
INTERVALO DE INDICACIÓN	: 1 µS/cm a 2 S/cm (**)	INTERVALO DE INDICACIÓN	: 1 µS/cm a 2 S/cm (**)
RESOLUCIÓN (**)	: 0,1 µS/cm (0,0 µS/cm a 199,9 µS/cm) 1 µS/cm (200 µS/cm a 1999 µS/cm) 0,01 mS/cm (2,00 mS/cm a 19,99 mS/cm) 0,1 mS/cm (20,0 mS/cm a 199,9 mS/cm) 1 mS/cm (200 mS/cm a 2000 mS/cm)		

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Laboratorio de Físicoquímica de Paz Laboratorios S.R.L.

5. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-01-03

6. ORDEN DE TRABAJO: 77052

7. ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:

Este certificado de calibración es trazable a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de unidades (SI).

Los resultados reportados son válidos sólo para el equipo de medición en las condiciones y momento en que se realizó la calibración. El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva y exactitud de medición.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido de manera completa. Los extractos o modificaciones requerirán la autorización explícita de PAZ LABORATORIOS S.R.L.

El certificado sin la firma digital carece de validez.

Arequipa, 6 de enero de 2025

Signatario autorizado:



CHIRME ALFARO JUDITH DIANA
PAZ LABORATORIOS S.R.L.
SUPERVISOR DE LABORATORIO
metrologia5@pazlaboratorios.com
Fecha: 06/01/2025 20:35



Oficina: Calle Oscar Benavides N° 602, Yanahuara - Arequipa
Celular: 953 766 470 | 959 010 230 | 950 780 507
Email: servicioalcliente@pazlaboratorios.com
www.pazlaboratorios.com

PL-LCA-FOR-32 v01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ004 - 25 - 1

Página 2 de 3

8. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

PC-022 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD ELECTROLÍTICA (CONDUCTÍMETROS), EDICIÓN 2, 2023, INACAL.

9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO / MRC	N° CERTIFICADO
Este instrumento es trazable a los patrones de INACAL - DM	Un termómetro digital con incertidumbre de 0,022 °C a 25°C.	LT-306-2023
Materiales de Referencia Certificado (MRC) trazables a los patrones de Inorganic Ventures.	MRC con valor nominal de 85,4 µS/cm e incertidumbre de 0,8 µS/cm	U2-COND736056
	MRC con valor nominal de 1417 µS/cm e incertidumbre de 4 µS/cm	U2-COND733715
	MRC con valor nominal de 9,998 mS/cm e incertidumbre de 0,03 mS/cm	U2-COND736764

Para la estabilización de temperatura de los materiales de referencia certificados (MRC) se utilizó un baño de calibración con certificado E128-5681A-23-2024-1.

10. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%HR)
Inicial	20,75	55,2
Final	22,94	58,8

Se usó un termohigrómetro con certificado PL-TH161-24-7.

11. OBSERVACIONES:

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: Procedimiento "PC-022, Procedimiento para la calibración de conductímetros" y "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida", primera edición, 2008, del Centro Español de Metrología (CEM).

Se colocó en el equipo la etiqueta de calibración de Paz Laboratorios S.R.L. identificada con N° **02070**

(*) Información proporcionada por el cliente.

(**) Información tomada del manual del equipo.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ004 - 25 - 1

Página 3 de 3

12. DATOS DEL AJUSTE:

Valor certificado a 25 °C		Lectura del instrumento	
		Antes del ajuste	Después del ajuste
85,4	μS/cm	83,6	86,4
1417	μS/cm	1356	1417
9,998	mS/cm	9,65	10,05

13. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

Valor certificado a 25°C (μS/cm)	Lectura del instrumento (μS/cm)	Error (μS/cm)	Incertidumbre (μS/cm)
85,4	86,4	1,0	0,9
1417	1417	0	6

Valor certificado a 25°C (mS/cm)	Lectura del instrumento (mS/cm)	Error (mS/cm)	Incertidumbre (mS/cm)
10,00	10,05	0,05	0,04

Nota 1: La lectura del instrumento es el valor promedio de tres lecturas a la temperatura estabilizada de 25 °C.

Nota 2: La profundidad mínima de inmersión fue de aproximadamente 4 cm.

Nota 3: El tiempo de estabilización promedio fue de al menos 5 minutos.

***** FIN DEL DOCUMENTO *****

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ006 - 25 - 1

Página 1 de 3

1. SOLICITANTE : E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2. DIRECCIÓN DEL CLIENTE : CAL. ZELA NRO. 603A Arequipa - Arequipa - Yanahuara

3. DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO	: Multiparámetro (oxígeno disuelto)	SENSOR DE	: Oxígeno disuelto
MARCA	: WTW	TEMP. TRABAJO	: 0 °C a 50 °C
MODELO	: Multi 3630 IDS	TIPO	: Óptico
SERIE	: 17492448	MARCA	: WTW
IDENTIFICACIÓN	: EL/MUL/08 ¹	MODELO	: FDO 925-3
INTERVALO DE INDICACIÓN	: 0 mg/L a 20 mg/L ²	SERIE	: 18481477
RESOLUCIÓN	: 0,01 mg/L ²	IDENTIFICACIÓN	: 08 ¹
		INTERVALO DE INDICACIÓN	: 0 mg/L a 20 mg/L ²

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Físicoquímica de Paz Laboratorios S.R.L.

5. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2025-01-06

6. ORDEN DE TRABAJO : 77052

7. ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:

Este certificado de calibración es trazable a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de unidades (SI).

Los resultados reportados son válidos solo para el equipo de medición en las condiciones y momento en que se realizó la calibración. El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva y exactitud de medición.

La difusión del presente certificado debe ser de forma completa. Los extractos o sin modificaciones requiere que se cuente con la autorización de PAZ LABORATORIOS S.R.L.

El certificado sin la firma digital carece de validez.

Arequipa, 6 de Enero de 2025

Signatario autorizado:



CHIRME ALFARO JUDITH DIANA
PAZ LABORATORIOS S.R.L.
SUPERVISOR DE LABORATORIO
metrologia5@pazlaboratorios.com
Fecha: 06/01/2025 20:35



"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Oficina: Calle Oscar Benavides N° 602, Yanahuara - Arequipa
Celular: 953 766 470 | 959 010 230 | 950 780 507
Email: servicioalcliente@pazlaboratorios.com
www.pazlaboratorios.com

PL-LCA-FOR-32 v01



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ006 - 25 - 1

Página 2 de 3

8. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

STANDARD TEST METHODS FOR DISSOLVED OXYGEN IN WATER, D 888 – 18, 29, 2018, ASTM.
VALIDADO (MODIFICADO)

9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	N° CERTIFICADO
Este equipo es trazable a los patrones de LO JUSTO S.A.C.	Un barómetro con incertidumbre de 0,42 mbar	E549-0955B-2024-1a
Este equipo es trazable a los patrones de PAZ LABORATORIOS S.R.L.	Termómetro digital con incertidumbre de 0,089 °C a 0,099 °C	PL-TH289-24-9

Se utilizó un medio isoterma con certificado de calibración: E128-5681A-23-2024-1 y un cronómetro con certificado de calibración: CLC-0955-001-24.

10. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%HR)	Presión (mbar)
Inicio	21,32	60,2	767,3
Final	20,94	62,2	768,0

Para las condiciones ambientales se utilizó un termohigrómetro con certificado PL-TH161-24-7

11. OBSERVACIONES:

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Se colocó en el equipo la etiqueta de calibración de Paz Laboratorios S.R.L. identificada con N°

02070

¹ Información proporcionada por el cliente.

² Información tomada del manual del equipo.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ006 - 25 - 1

Página 3 de 3

12. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

Valor convencionalmente verdadero (mg/L)	Lectura del instrumento (mg/L)	Temperatura (°C)	Corrección (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,00	0,00	20,84	0,00	0,02
6,11	6,15	25,78	-0,05	0,02
8,10	8,27	12,17	-0,17	0,03

(*) Punto de calibración fuera del alcance acreditado.

Nota: Las lecturas del instrumento son el promedio de 5 lecturas consecutivas.

***** FIN DEL DOCUMENTO *****

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ003 - 25 - 1

Página 1 de 3

1. **SOLICITANTE** : E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2. **DIRECCIÓN DEL CLIENTE** : CAL. ZELA NRO. 603A Arequipa - Arequipa - Yanahuara

3. **DATOS DEL EQUIPO:**

INSTRUMENTO : Multiparámetro (pH)

MARCA : WTW

MODELO : Multi 3630 IDS

SERIE : 17492448

IDENTIFICACIÓN : EL/MUL/08 (*)

INTERVALO DE : 0 pH a 14 pH (**)

RESOLUCIÓN : 0,001 pH

SENSOR DE : Potencial de actividad de hidrógeno

MARCA : WTW

MODELO : SenTix 940

SERIE : C232508015

IDENTIFICACIÓN : 08 (*)

INTERVALO DE : 0 pH a 14 pH (**)

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN**: Laboratorio de Físicoquímica de Paz Laboratorios S.R.L.

5. **FECHA DE CALIBRACIÓN**: 2025-01-03

6. **ORDEN DE TRABAJO**: 77052

7. **ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:**

Este certificado de calibración es trazable a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de unidades (SI).

Los resultados reportados son válidos sólo para el equipo de medición en las condiciones y momento en que se realizó la calibración. El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva y exactitud de medición.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido de manera completa. Los extractos o modificaciones requerirán la autorización explícita de PAZ LABORATORIOS S.R.L.
El certificado sin la firma digital carece de validez.

Arequipa, 6 de enero de 2025

Signatario autorizado:



CHIRME ALFARO JUDITH DIANA
PAZ LABORATORIOS S.R.L.,
SUPERVISOR DE LABORATORIO
metrologia5@pazlaboratorios.com
Fecha: 06/01/2025 20:35



"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ003 - 25 - 1

Página 2 de 3

8. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

PC-020 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE pH, EDICIÓN 2, 2017, INACAL.

9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO / MRC	N° CERTIFICADO
Este instrumento es trazable a los patrones de INACAL - DM	Un termómetro digital con incertidumbre de 0,022 °C a 25 °C	LT-306-2023
Materiales de Referencia Certificado (MRC) trazables a los patrones de Traccable	MRC con valor nominal de 4,005 unidades de pH e incertidumbre de 0,011 unidades de pH	4280-14725846
Materiales de Referencia Certificado (MRC) trazables a los patrones de Inorganic Ventures	MRC con valor nominal de 6,981 unidades de pH e incertidumbre de 0,015 unidades de pH	T2-WCS725813
Materiales de Referencia Certificado (MRC) trazables a los patrones de Inorganic Ventures	MRC con valor nominal de 9,934 unidades de pH e incertidumbre de 0,019 unidades de pH	U2-WCS731683R

Se utilizó un baño termostático con certificado E128-5681A-23-2024-1.

10. CONDICIONES AMBIENTALES

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%HR)
Inicial	20,77	55,5
Final	22,98	59,6

Se usó un termohigrómetro con certificado PL-TH161-24-7.

11. OBSERVACIONES:

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada según: Procedimiento "PC-020, Procedimiento para la calibración de medidores de pH" y "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida", primera edición, 2008, del Centro Español de Metrología (CEM).

Se colocó en el equipo la etiqueta de calibración de Paz Laboratorios S.R.L. identificada con N° 02070.

(*) Información proporcionada por el cliente.

(**) Información tomada del manual del equipo.

La resolución es la observada durante la calibración.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ003 - 25 - 1

Página 3 de 3

12. TOMA DE DATOS DEL AJUSTE:

Valor certificado a 25 °C (pH)	Lectura del instrumento (pH)	
	Antes del ajuste	Después del ajuste
4,005	3,935	3,997
6,981	6,994	6,989
9,934	9,968	9,923

13. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

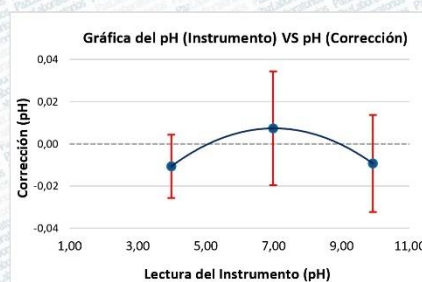
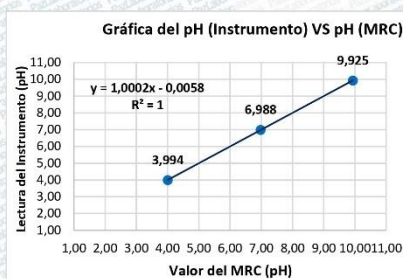
Valor certificado a 25 °C (pH)	Lectura del instrumento (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,005	3,994	-0,011	0,015
6,981	6,988	0,007	0,027
9,934	9,925	-0,009	0,023

Nota 1: La lectura del instrumento es el valor promedio de tres lecturas a una temperatura estabilizada de

Nota 2: La profundidad mínima de inmersión fue de aproximadamente 4 cm.

Nota 3: El tiempo de estabilización promedio fue de 5 minutos.

14. GRÁFICAS DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:



***** FIN DEL DOCUMENTO *****

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PL - TH002 - 25 - 1

Página 1 de 3

1. SOLICITANTE : E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. DIRECCIÓN DEL CLIENTE : CAL. ZELA NRO. 603A Arequipa - Arequipa - Yanahuara
3. DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO	: Multiparámetro (termómetro)
MARCA	: WTW
MODELO	: Multi 3630 IDS
SERIE	: 17492448
IDENTIFICACIÓN	: EL/MUL/08 (*)
INTERVALO DE MEDIDA	: -5 °C a 70 °C (**)
RESOLUCIÓN	: 0,1 °C
TIPO DE SENSOR	: Termistor 30 KΩ (NTC 30)
LONGITUD DEL SENSOR	: 12 cm
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Laboratorio de Temperatura y Humedad de Paz Laboratorios S.R.L.
5. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-01-02
6. ORDEN DE TRABAJO: 77052
7. ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:

Este certificado de calibración es trazable a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de unidades (SI).

Los resultados reportados son válidos solo para el equipo de medición en las condiciones y momento en que se realizó la calibración. El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva y exactitud de medición.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido de manera completa. Los extractos o modificaciones requerirán la autorización explícita de PAZ LABORATORIOS S.R.L.
El certificado sin la firma digital carece de validez.

Arequipa, 6 de enero de 2025

Signatario autorizado:



CHIRME ALFARO JUDITH DIANA
PAZ LABORATORIOS S.R.L.
SUPERVISOR DE LABORATORIO
metrologia5@pazlaboratorios.com
Fecha: 06/01/2025 19:59



"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Oficina: Calle Oscar Benavides N° 602, Yanahuara - Arequipa
Celular: 953 766 470 | 959 010 230 | 950 780 507
Email: servicioalcliente@pazlaboratorios.com
www.pazlaboratorios.com

PL-LCA-FOR-32 v01



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - TH002 - 25 - 1

Página 2 de 3

8. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

PC-017 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE TERMÓMETROS DIGITALES, EDICIÓN 2, 2012, INDECOPI-SNM.

9. PATRONES UTILIZADOS:

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	N° CERTIFICADO
Trazable a los patrones de referencia del INACAL - DM	Indicador digital con dos sensores PT100 con resolución de 0,001 °C	LT-306-2023

10. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (% HR)
Máximo	23,44	51,3
Mínimo	22,24	49,9

Se utilizó un termohigrómetro con certificado PL-TH161-24-7.

11. OBSERVACIONES:

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

Se colocó en el equipo la etiqueta de calibración de Paz Laboratorios S.R.L. identificada con N° 02070

(*) Información proporcionada por el cliente.

(**) Información tomada del manual del equipo.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 053



Registro N° LC - 053

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - TH002 - 25 - 1

Página 3 de 3

12. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Indicación del instrumento (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
-4,974	-4,5	-0,474	0,072
11,997	12,0	-0,003	0,070
19,975	20,0	-0,025	0,070
30,001	30,0	0,001	0,072
39,995	40,0	-0,005	0,072

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) resulta de:
TCV= Indicación del instrumento + corrección

Nota 1: La profundidad de inmersión del sensor fue de 7 cm aproximadamente.

Nota 2: El tiempo de estabilización fue de 10 min aproximadamente.

Nota 3: El modelo del sensor es TetraCon 925 con serie 17492509.

**** FIN DEL DOCUMENTO ****

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"