

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS TIPOS DE
BIOLES EN LAS CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS DEL CRECIMIENTO DE
LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN MACETEROS,
TRUJILLO 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Autores:

Bill Zenon Mostacero Molina
Marvin Harold Tirado Zavaleta

Asesor:

Mg. Liana Cárdenas Gutiérrez
<https://orcid.org/0000-0002-9822-7638>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Elvar Renato Miñano Mera	18130961
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Wilberto Effio Quezada	42298402
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Juan Carlos Flores Cerna	18898536
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS-MOLINA TIRADO

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	%	7%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to unipacifico Trabajo del estudiante	5%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
4	Razzaque. "Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat", Fruits, 2001 Publicación	1%
5	INVESCA S.A.C. "DIA de la Planta de Clasificado, Lavado, Peinado, Hilandería y Tintorería de Fibras de Oveja, Alpaca-IGA0003046", R.D. N° 320-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020 Publicación	1%
6	Submitted to Universidad Peruana Union Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado de manera especial a nuestras familias que, a modo común, han cumplido un rol importante al brindarnos su constante apoyo en nuestra etapa de formación basado en valores inculcados desde niños que nos han hecho motivo de orgullo hoy en día.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra gratitud a los docentes que formaron parte de nuestro aprendizaje académico donde, además de compartir sus conocimientos, nos permitieron conocer sus impresiones de la realidad mediante sus experiencias en conjunto con su constante apoyo siempre que lo necesitamos.

A nuestros compañeros que, durante la vivencia de estos años, formamos vínculos de amistad y apoyo mutuo en donde fortalecimos la confianza como próximos colegas.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	26
1.3. OBJETIVOS	26
1.3.1. GENERAL	26
1.3.2. ESPECÍFICOS	26
1.4. HIPÓTESIS	26
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	27
2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	27
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	28
2.3 ESQUEMA EXPERIMENTAL	29
2.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO	30
2.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS	31
2.6 MATERIALES	33
2.7 INSUMOS	33
2.8 ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA	34
CAPÍTULO III: RESULTADOS	47
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	54
4.1 DISCUSIÓN	54
4.2 CONCLUSIONES	57
REFERENCIAS	59
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis recomendadas para cultivos.....	20
Tabla 2. Sustancias desarrolladas en bioles a base de materia orgánica, estiércol, suero, leche	22
Tabla 3. Taxonomía de la lechuga.....	24
Tabla 4. Caracteres morfológicos de la lechuga.....	25
Tabla 5. Unidades experimentales evaluadas por repeticiones	27
Tabla 6. Vértices del área del proyecto	30
Tabla 7. Certificados de calibración de equipos empleados para monitoreo de meteorología.....	31
Tabla 8. Coordenadas UTM de la estación meteorológica	31
Tabla 9. Promedios de parámetros meteorológicos del área de ubicación del proyecto.....	32
Tabla 10. Materiales para la preparación del biol.....	33
Tabla 11. Ingredientes para la elaboración del fertilizante biol.....	33
Tabla 12. Características de los componentes para la elaboración del fertilizante biol.....	34
Tabla 13. Resultados del informe de parámetros fisicoquímicos de agua - IE-N°CGV.12422	35
Tabla 14. Resultados de análisis de metales pesados de agua - IE-072 comparado con Reglamento de calidad de agua para consumo humano - D.S. 010-2013-SA.....	35
Tabla 15. Resultado de análisis de micronutrientes del agua para riego - IE-072	36
Tabla 16. Especificaciones técnicas de los equipos	40
Tabla 17. Comparación de las características fisicoquímicas de los bioles	47
Tabla 18. Análisis de varianza de la altura de <i>Lactuca sativa</i>	48
Tabla 19. Comparación estadística T de Dunnet (bilateral) para la altura de la planta	49
Tabla 20. Análisis de varianza del número de hojas de <i>Lactuca sativa</i>	50
Tabla 21. Comparación estadística T Dunnet (bilateral) para el número de hojas.....	51
Tabla 22. Análisis de varianza del diámetro de hojas de <i>Lactuca sativa</i>	52
Tabla 23. Comparación estadística T Dunnet (bilateral) para el diámetro de hojas.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Disponibilidad de nutrimentos respecto al pH del suelo	23
Figura 2: Tabla de contrastación de diseño	28
Figura 3. Esquema experimental de la investigación.....	29
Figura 4. Ubicación del área del proyecto.....	30
Figura 5. Rosa de viento en las coordenadas de la estación meteorológica.....	32
Figura 6. Armado del sistema anaerobio en cilindros de capacidad de 60 l	37
Figura 7. Calibración de balanza digital Biobase	37
Figura 8. Separación y pesaje de ingredientes complementarios	38
Figura 9. Mezcla de insumos	39
Figura 10. Sellado de cilindros	39
Figura 11. Filtración de biol	40
Figura 12. Calibración de multiparámetro	41
Figura 13. Calibración de multiparámetro.....	41
Figura 14. Preparado para germinados de lechugas	42
Figura 15. Trasplante de lechugas	43
Figura 16. Dosis de fertilizante para lechugas	44
Figura 17. Toma de datos.....	45
Figura 18. Gráfico comparativo de los promedios de altura de planta.....	48
Figura 19. Gráfico comparativo de los promedios de número de hojas	50
Figura 20. Gráfico comparativo de los promedios de diámetro de hojas	52

RESUMEN

El presente trabajo de investigación planteó como objetivo principal evaluar el efecto de dos tipos de bioles en el crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa*) en maceteros durante el periodo 2023 en la ciudad de Trujillo. Se elaboraron bioles diferenciados por el microorganismo utilizado en la fermentación anaerobia. Tras una fermentación de 120 días, se aplicó un fertilizante foliar al 5 % en tres tratamientos: testigo (T0), biol LEVA (T1) y biol BACID (T2). La distribución se realizó con un diseño experimental de bloques completamente al azar. Se evaluó la altura de la planta, el número y diámetro de hojas. Después de 14 días, los tratamientos T1 y T2 mostraron un aumento del 10 % y 11% respectivamente en altura de plantas en comparación a T0. Para el número de hojas en el día 21, se observó una variación para T2, por otro lado, en el diámetro de hojas en el día 14 mostró un crecimiento del 5 % y 7 % en T1 y T2 respecto a T0. Con estos resultados se respaldó el efecto positivo de los bioles en el crecimiento de la lechuga en maceteros. Esta investigación contribuyó a la comunidad científica para el desarrollo de tecnologías eco amigables.

PALABRAS CLAVES: Biol, fertilización, bacterias ácido-lácticas, características morfológicas, *Lactuca sativa*.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Es impactante la crisis que se vive a nivel mundial debido a la exposición del sistema climático por el aprovechamiento de recursos naturales, actualmente se ha registrado un aumento significativo en el consumo de combustibles fósiles, equivalente a una elevación de doce veces más con respecto al siglo anterior. De igual manera la extracción de recursos minerales, llegando a ser treinta y cuatro veces mayor. Estos datos son un reflejo de la variabilidad en los modelos de consumo y producción en el mundo y tienen implicaciones significativas para la sostenibilidad ambiental (C. Pérez, 2017). Además, establece la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el año 2050 se proyecta que la población será de alrededor de 9,1 millones de habitantes suponiendo el continuo crecimiento de la demanda de alimentos, alineado con el desarrollo de la industria alimentaria y el uso de más recursos naturales (Su & Arostegui, |2020).

En la última década, la industria alimentaria ha elevado su producción en un 50 %, por ende, crece el riesgo del desarrollo de nuevas patologías por el uso de pesticidas, que tienden a ser cada vez más tóxicos debido a la resistencia que van desarrollando las plagas (Reyes et al., 2020). En este periodo, a nivel mundial el consumo de insecticidas fue de alrededor de 2,6 millones de toneladas anuales, siendo 25 millones de dólares su valor aproximado de mercado (Altieri & Nicholls, 2013). La FAO resaltó que la aplicación irresponsable de agroquímicos en la agricultura y, con mayor énfasis en las hortalizas, provoca condiciones que afectan la calidad de los seres vivos y acelera la erosión en los suelos (M. Pérez et al., 2017).

La aplicación excesiva de fertilizantes sintéticos ha dejado atrás el uso de abonos orgánicos como se conocía en la agronomía convencional, además de ello, amenaza la

calidad de vida, agua, suelo y aire (M. Pérez et al., 2017). La introducción de fertilizantes orgánicos es de vital importancia en momentos como este, junto a la progresiva escasez de la urea, llega un aumento en la demanda del fertilizante sintético que nos induce a dar pasos agigantados para cambiar la llamada agricultura moderna, la cual es indispensable para restablecer los valores nutricionales del cultivo; además, aporta a los sembríos un alto valor de contenido orgánico y cantidades significativas de nutrientes para las plantas que ayudan a desarrollar la capacidad de intercambio catiónico, retención de la humedad y regulación (Ramos et al., 2016).

Una alternativa orgánica que se ponía en práctica antes del uso de los fertilizantes sintéticos era el reaprovechamiento de residuos sólidos, sobre todo el material orgánico por medio de un proceso de descomposición aerobia que favorece a reducir el total de desechos arrojados al medio ambiente, este método origina un abono orgánico que se aprovecha para la fertilización de parques, jardines, cultivos agrícolas y huertos (Mendivil et al., 2019). De acuerdo con el reporte anual de OEFA en el año 2015, los desechos en forma de sólidos producidos en la ciudad de Lima están compuestos en mayor proporción por material orgánico, que simbolizan el 51,6 % de la cantidad total de desechos generados. Los residuos orgánicos constituyen una problemática a la cual se le puede dar solución con un plan de gestión ambiental (Merino & Yahuara, 2019).

En este sentido, es útil investigar y examinar métodos simples, rápidos y de bajo costo, con los que sea sostenible el desarrollo de la agricultura con el uso y aplicación de nuevas tecnologías (Warnock et al., 2006). Dentro de las problemáticas que nos envuelven en el marco nacional, se pueden buscar oportunidades que solucionen más de una situación negativa. Debido a ello, se busca aprovechar el uso de residuos orgánicos para el desarrollo

de un fertilizante foliar, el cual sea completamente efectivo, practico y de aplicación sencilla. Se expresan como fertilizantes y abonos orgánicos los bioles, bocashi, té de vermicompost, lombricultura, macerados, quitosano, entre otros (Altieri & Nicholls, 2013). Estos ejemplares están diseñados de tal manera que se logren aprovechar los recursos que se tengan disponibles de acuerdo con la zona geográfica.

La elaboración y producción del biol es una de las técnicas agrícolas que se ha logrado impulsar en las zonas rurales a nivel nacional, debido al bajo presupuesto de los agricultores, además del excesivo precio del flete o algo más complicado como la inaccesibilidad por falta de carreteras, pese a ello, se logró llegar a muchas poblaciones gracias al Fondo de cooperación para el desarrollo social (FONCODES, 2014). El biol es un fertilizante orgánico producto de la descomposición anaeróbica de desechos orgánicos de origen vegetal o animal, está compuesto por nutrientes y fitorreguladores que mediante el proceso de fermentación se desarrollan, esto debido al importante rol que cumplen las bacterias ácido-lácticas. Estos microorganismos en cantidades reducidas logran promover la actividad fisiológica, contribuyen a estimular la fructificación y floración, además de agilizar el proceso de maduración de los frutos (Peralta et al., 2016).

Para el correcto crecimiento de los frutos, la fertilización es una etapa de suma jerarquía en la mejora del cultivo, es definitivo para la calidad y rendimiento del producto que va a ser cosechado. La lechuga (*Lactuca sativa*) es una hortaliza que cuenta con bastantes variedades en el marco de la región, utilizada principalmente en variedades de la cocina peruana, servido en platos especiales y ensaladas (Sepúlveda, 2021). Así mismo, sus condiciones ideales y su rápida cosecha hacen a la lechuga una hortaliza que permite el desarrollo de trabajos experimentales para las prueba y aplicación de fertilizantes,

adaptándose a la mayoría de los entornos, con mayor adaptación a las condiciones climáticas de la costa peruana (Carranza et al., 2009).

El presente trabajo planteó evaluar el efecto de dos tipos de bioles en sus características morfológicas del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) en maceteros, esto buscando generar una posible alternativa al conocido cultivo con fertilizantes químicos que es empleado en su mayoría en la industria agrícola del entorno nacional; debido a esto, la investigación se centró en comparar las características morfológicas en la producción de lechuga enfrentando el efecto de dos tipos de bioles respecto al desarrollo natural de la misma.

Por ello, se buscó resolver la pregunta de investigación ¿De qué manera se evalúa el efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) en maceteros, Trujillo 2023?; del mismo modo, como línea de investigación se enfocó en el desarrollo sostenible y gestión empresarial, y como sub línea alimentos orgánicos y funcionales.

En el estudio de Alemán, Rodríguez, Domínguez y Soria (2018) titulado "Fertilización orgánica en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa*) y rábano (*Raphanus l.*) en la Amazonía Ecuatoriana" publicado en el Journal of Chemistry and Ecology, se exploró la aplicación de fertilización orgánica para la obtención de cultivos de lechuga y rábano en la Amazonía Ecuatoriana. Los autores utilizaron diferentes tipos de fertilizantes orgánicos, incluyendo compost, humus, y guano de aves, y evaluaron su efecto en la producción de lechuga y rábano en la región. Los efectos de fertilizantes orgánicos evidenciaron significativamente la calidad y el rendimiento de los cultivos de lechuga y rábano en comparación con los cultivos que recibieron fertilización química convencional (Alemán et al., 2018).

En el artículo científico titulado "Preparación de biol a partir de residuos orgánicos" publicado en la revista RedBioLAC, (Gallegos et al., 2022), presentan un estudio sobre la elaboración de biol a partir de residuos orgánicos. El estudio se centró en evaluar la certeza de la preparación de biol como una alternativa sostenible para el uso de fertilizantes en la agricultura. Para ello, se utilizaron diferentes materiales orgánicos como estiércol, residuos vegetales y bagazo de caña, los cuales fueron sometidos a un proceso de fermentación para la obtención del biol. Los resultados mostraron que el biol obtenido presentó un alto contenido de nutrientes y una mayor actividad biológica, lo que lo convierte en una elección viable y sostenible para la aplicación en la agricultura moderna.

En su tesis titulada "Estudio del efecto de Bioles y cepas de *Trichoderma sp.* aisladas de zonas cacaoteras, como alternativas de control de *Moniliophthora roreri*, en condiciones in vitro", (Magdama F., 2010), investiga sobre el uso de cepas de *Trichoderma sp.* y bioles, para el control de *Moniliophthora roreri*, una enfermedad que afecta los cultivos de cacao. El estudio se llevó a cabo en condiciones in vitro, utilizando diferentes tipos de bioles y cepas de *Trichoderma sp.* En los resultados se presentaron una efectividad significativa en el control de la enfermedad, lo que sugiere que estos podrían ser utilizados como alternativas sostenibles y efectivas para la inspección de *Moniliophthora roreri* en los cultivos de cacao.

En la tesis desarrolla por (Chonillo, 2021), titulada "Efecto de cuatro bioestimulantes en la resistencia sistémica inducida del cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) y tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero" se administraron cuatro enfoques de tratamiento junto con un grupo de control. Los tratamientos incluyeron: T1: BioRemedy 2,0 g/l (aplicado durante crecimiento, floración y fructificación), T3: Control (agua), T4: Fossil 5,0 g/l

(aplicado en forma alterna), T5: L-Amino 2 cc (aplicado en forma alterna). Estos tratamientos fueron asignados en un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Cada unidad experimental consistió en tres hileras. Las variables medidas fueron: altura de la planta, grosor del tallo, cantidad de frutos, tamaño de frutos, diámetro de los frutos, peso de los frutos y el total de frutos por planta. Los resultados revelaron que el tratamiento más efectivo resultó ser el T1, con un promedio combinado de peso de los frutos de pepino de 0,57 kg, en comparación con el grupo control que obtuvo 0,42 kg.

En el trabajo de investigación desarrollado por (Rojas et al., 2020) titulado “Elaboración y caracterización nutrimental de abonos orgánicos líquidos en condiciones tropicales” se caracterizaron los valores nutritivos de fertilizantes orgánicos líquidos (biol, lixiviados y té de vermicompost) hechos con restos de cultivos. El bosquejo para la preparación de los fertilizantes orgánicos líquidos fue establecido acorde a las instrucciones emitidas por la FAO. Los efluentes líquidos resultantes del proceso de descomposición de residuos orgánicos mediante lombricompostaje exhibieron de manera significativa los niveles más elevados de componentes macro como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), con concentraciones de 1,28 %, 1,17 % y 2,04 %, respectivamente. Le siguió el fertilizante líquido de origen bovino, el cual contenía un 1,02 %, 0,95 % y 1,19 % de N, P y K, en ese orden. Por otro lado, el extracto líquido derivado del vermicompost mostró las concentraciones más modestas, evidenciando una diferencia estadísticamente significativa. En lo concerniente a los oligoelementos como el hierro, cobre, zinc y magnesio, el fertilizante líquido de origen exhibió los niveles más destacados.

En la tesis elaborada por (Xiu, 2018) titulada “Efecto de bioles en brócoli (*Brassica oleracea*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona hortícola de Cartago, Costa Rica” El trabajo de investigación fue evaluado entre períodos. Se valoró la eficiencia de dos bioles B3 y B4 al ser aplicados en cultivos de *Lactuca Sativa* en dos terrenos agrícolas ubicados en la región de Cartago. Los bioles presentaron ventajas notables en términos de desarrollo de los cultivos. Para el caso del brócoli, se observó que las plantas tratadas con B2 al 15 % superaron en un 30 % en altura, a los 70 días, al grupo de control absoluto. Adicionalmente, se observó que las plantas tratadas con B4 al 5 % sobrepasaron al grupo de control en peso y rendimiento, duplicando dichos valores. En cuanto a la lechuga, se notó que el tratamiento con B4 al 10 % resultó en un incremento del 50 % con respecto al grupo control.

En el trabajo investigativo titulado “Producción de biol y determinación de sus características fisicoquímicas” desarrollado por (M. Pérez et al., 2017). Se propuso el desarrollo de diversos tipos de bioles para evaluar sus atributos fisicoquímicos destinados a ser usados como estimulantes líquidos foliares en la producción de hortalizas. Se llevaron a cabo mezclas con proporciones variables de tres tipos de estiércol (bovino, cunícula y ovino) junto con restos de Árbol del Neem y raquis de plátano. Se procedió a analizar factores fisicoquímicos como el pH, la conductividad y los principales nutrientes macro y micronutrientes para las plantas. Se evidenció que los bioles elaborados no exhibieron una uniformidad en términos de pH, conductividad y contenido de nutrientes, lo cual varió según la materia prima empleada. Los bioles O1, O2, O3 y C1 resaltaron por su mayor concentración de potasio y amonio, mientras que los bioles V1, C3, O2 y O3 mostraron un contenido superior de fósforo total.

En la tesis de los autores (Caviglioli, J & Oliver, M., 2021) en el estudio titulado: “Efectos del purín de ortigas sobre el crecimiento de plantas de lechuga”. Consistió en examinar los efectos de un bioinsumo, purín de ortiga, obtenido a partir de plantas de ortiga (*Urtica urens*), con relación al desarrollo de plantas de *Lactuca sativa* en un entorno parcialmente controlado en un invernadero. Se llevaron a cabo tres experimentos, y se observó que las plantas que recibieron tres aplicaciones de purín de ortiga manifestaron un crecimiento superior y un índice de SPAD más elevado en comparación con los grupos de control que solo fueron regados con agua. Estos incrementos estuvieron relacionados con la forma de preparación del purín y la manera en que fue aplicado.

En la tesis titulada “Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores” elaborada por (Medina et al., 2015). El propósito de este estudio fue evaluar la calidad de dos tipos de abonos orgánicos líquidos derivados de estiércol ovino. Se llevó a cabo un análisis de parámetros fisicoquímicos que incluyó pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica, niveles de carbono (C), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y la presencia de metales pesados (plomo - Pb, cadmio - Cd, cromo - Cr). Los resultados de laboratorio revelaron que el Biol II-G presentó un pH alrededor de 3,5, significativamente más ácido en comparación con el Biol I-G cuyos valores oscilaron entre 6,8 – 7,8. Las concentraciones de nutrientes experimentaron un aumento considerable al concluir la producción del Biol II-G, con varios elementos multiplicando sus valores hasta cinco veces. Con relación a la fitotoxicidad, se observó que las concentraciones elevadas de ambos bioles (100 % y 10 %, con un índice de germinación inferior al 80 %) inhibieron la germinación de las semillas de lechuga y restringieron el crecimiento de las raíces. En contraste, las concentraciones del 1 % y 0,01 % se aproximaron a las dosis óptimas para el Biol I-G y Biol II-G, respectivamente.

En el estudio de (Carranza et al., 2009), llevando por título su artículo de investigación: “Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) Batavia cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá”. El desarrollo experimental se aplicó en 3 terrenos de un área de 300 m² cada uno de ellos, con unas 8,3 plantas/m². Se ejecutaron ensayos cada 8 días, se midió el peso seco y el área foliar. La tasa relativa de aumento del cultivo fue máxima en los 10 primeros días (ddt), el índice de crecimiento del área foliar alcanzó su máximo a los 61 días. La salinidad actual en los suelos del Centro Agropecuario Marengo generó una disminución en las medidas del desarrollo en la lechuga.

La investigación titulada “Efecto de la fertilización foliar orgánica a base de bioles en la producción de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en un entisols de Pucallpa”, desarrollada por (Pérez A., 2007) en plantaciones de camu camu, se analizó cómo el cultivo respondió a la aplicación foliar de bioles con el objetivo de aumentar el rendimiento. Se seleccionaron plantas de 9 años con una densidad de 1 000 plantas por hectárea (4 x 2,5 m) y se aplicaron diferentes tratamientos: T0 como control, T1 con biol vacaza, T2 con biol ovinaza y T3 con biol cuyaza. Se evaluaron variables como rendimiento de frutos por hectárea, peso y número de frutos por planta, así como tamaño y diámetro del fruto. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar y se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan para comparar medias, con un nivel de significancia del 0,05 %. También se realizaron correlaciones simples de Pearson para analizar la relación entre las variables. Los resultados demostraron que hubo diferencias estadísticamente significativas en las variables de rendimiento por hectárea y peso de frutos por planta. El tratamiento con biol ovinaza (T2) fue el más destacado en ambas variables, con un promedio de rendimiento de frutos de 15,4 t/ha, superando significativamente al grupo de control que alcanzó un

rendimiento de 8,53 t. Además, los resultados de las correlaciones mostraron una asociación positiva entre el tamaño y el diámetro de los frutos.

En la tesis de (Sepúlveda, 2021) titulada: “Evaluación de la respuesta de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Crespa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y organomineral”. Se implementó un diseño completamente aleatorizado que consideró tres métodos de fertilización distintos. Los resultados revelaron que la fertilización organomineral condujo a un aumento positivo en las mediciones de diámetro, altura y número de hojas de las plantas, demostrando un crecimiento más robusto y vigoroso. Sin embargo, en términos de acumulación de biomasa fresca y seca, esta variante no superó el 10 % en comparación con el tratamiento mineral, a diferencia del enfoque orgánico que mostró diferencias superiores al 30 %. El tratamiento organomineral, exhibió valores de 74,62 t/ha, por el tratamiento mineral con valores de 64,25 t/ha y el tratamiento orgánico muestra rendimientos de 57,09 t/ha. Estos resultados destacan la importancia de combinar fuentes de fertilización tanto minerales como orgánicas para mejorar la eficacia del proceso de fertilización. Esto no solo mejora las condiciones fisicoquímicas y biológicas para la absorción de nutrientes, sino que también impulsa el desarrollo general del cultivo.

En el artículo de investigación de los autores (Valencia et al., 2022) titulado: “Evaluación de la col rizada (*Brassica oleracea*) a diferentes volúmenes de sustrato y concentraciones de biol” Dentro del desarrollo experimental se trabajó con bolsas de trasplante de 4 a 6 kg (25 x 35 cm) y fue preparado en proporciones 2:1:1 (turba, tierra negra y arena) y tres concentraciones de biol (factor B) estos ejercieron de testigo (sin aplicación), al 25 % y 50 %, fueron empleados a los 15 y 30 (ddt) en las primeras horas del día, las

variables a valorar fueron la longitud de hoja, altura de la planta; se contó con 54 macetas las que se distribuyeron en seis tratamientos con 3 repeticiones en un diseño de bloques al azar bifactorial. En conclusión, la variación de los factores estudiados no es significativa.

En esta sección, hemos dado un paso crucial para brindar al lector una comprensión más profunda del lenguaje especializado y la terminología empleada en el ámbito de nuestro trabajo de investigación. A medida que avanzamos hacia los resultados y conclusiones, resultaba fundamental establecer un sólido marco conceptual. Con ese propósito, se establece un glosario de términos clave.

Fertilizantes orgánicos: Es un abono que utiliza como materia prima estiércol de animales y residuos vegetales, como resultado pueden dar: líquidos (Biol) y sólidos (compost) (Aliaga, s.f.) Incorporar fertilizantes orgánicos es una técnica que puede beneficiar significativamente las propiedades biológicas del suelo. Al añadir materia orgánica, nutrientes y microorganismos al suelo, se puede mejorar su fertilidad y promover el crecimiento saludable de las plantas. Además, esta práctica puede tener un impacto positivo en las propiedades del suelo, al mejorar su estructura y aumentar la infiltración de agua en el mismo (Su & Arostegui, 2020).

Tabla 1. Dosis recomendadas para cultivos

Cultivo	Dosis	Número de aplicaciones	Momento de la aplicación
Hortalizas	3 a 5	3 a 5	Durante todo el ciclo
Papa	5 a 10	6 a 8	Durante todo el ciclo
Frutales	5 a 7	12 a 15	Durante todo el ciclo

Fuente: Su & Arostegui

Biol: Se produce mediante la descomposición y/o fermentación aeróbica de una variedad de materiales orgánicos, ya sean de origen animal o vegetal, junto con elementos minerales. Esta fermentación da lugar a la formación de dos subproductos: uno líquido y otro sólido. El componente líquido se utiliza como abono foliar y como medida preventiva

natural contra plagas y enfermedades. Por su parte, la parte sólida se incorpora directamente al suelo (Orellana et al., 2013). La implementación de biodigestores tiene como objetivo principal la generación de abono en sus formas líquida y sólida. Esta producción puede ser llevada a cabo mediante diversas técnicas, siempre asegurando condiciones anaeróbicas adecuadas. Cabe recalcar que la variación de los componentes del biol depende de los insumos utilizados, así mismo como sus proporciones, es por ello, que se señala en la Tabla 2 una idea general de los aportes nutricionales entre macro y micronutrientes para con los efectos del biol.

Tabla 2. Sustancias desarrolladas en bioles a base de materia orgánica, estiércol, suero, leche

Sustancia	Características	Producido por
Vitamina B1 (Tiamina)	Inmunidad adquirida de cultivos, aporta resistencia e interviene en la transformación de energía	Levaduras
Vitamina B6 (Pirodoxina o piridoxol)	Protección contra patógenos, es necesaria para la síntesis de clorofila, ayuda con la producción de ciertas enzimas	Levaduras
Vitamina B3 (Niacina)	Precursor de enzimas esenciales para la respiración y al metabolismo de los carbohidratos en las plantas. Importante para la síntesis de hormonas vegetales	Descomposición de materia orgánica (M.O)
Vitamina B5 (Ácido pantoténico)	Crecimiento de cultivo, es necesario para las síntesis de coenzimas, la coenzima A y la acilportadora, encargados en la conversión de nutrientes a energía	Microorganismos de la materia orgánica
Vitamina B2 (Riboflavina)	Crecimiento mediante la acción de oxi reducción, es necesario para la fotosíntesis y para la producción de clorofila	Bacterias
Vitamina B12 (Cianobalamina)	Protección para la planta de los agentes patógenos, la vitamina B12 es importante para la planta por que mejora su capacidad de fijación de nitrógeno.	Bacterias Bacillus y
Vitamina C (Á. ascórbico)	Como cofactor enzimático en las plantas, protección contra el factor ambiental y mejora la absorción de nutrientes.	Aspergillus al fermentar glucosa
Ácido fólico	Promueve el desarrollo del fruto, estimula el crecimiento y mejora la fotosíntesis Protección contra el estrés oxidativo, fortalece el sistema inmunológico de las plantas y mejora la calidad del fruto	Lacto bacterias
Vitamina E	mejora la calidad del fruto	Leche/suero
Ácidos grasos	Microflora benéfica y participan en la síntesis de membranas celulares	Materia orgánica

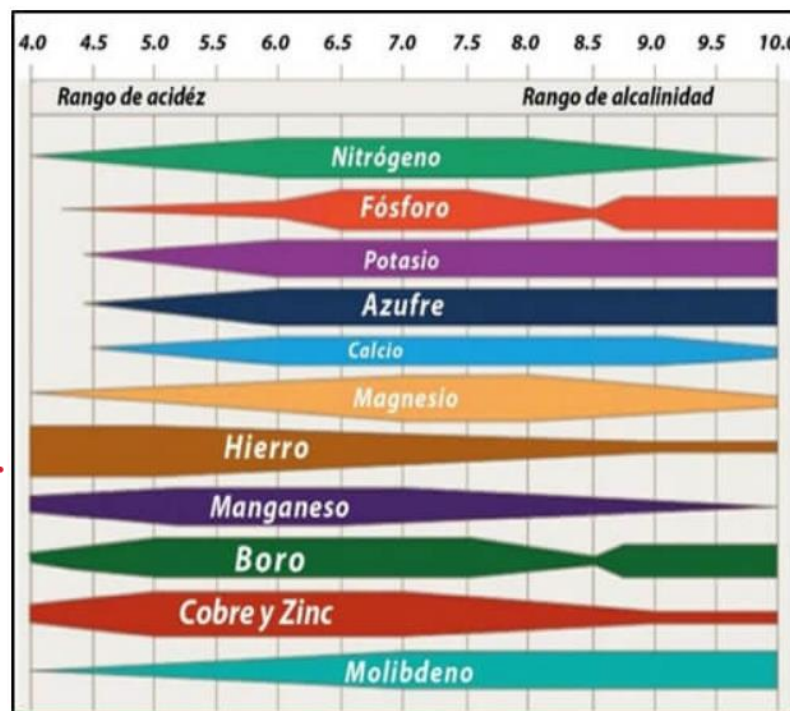
Fuente: Xiu, P., 2018

Fermentación anaeróbica: La digestión anaeróbica se refiere a una serie de procesos microbianos que descomponen la materia orgánica, sin la presencia de agentes oxidantes como O₂, NO₃ y SO₄. Durante este proceso, se generan gases y se produce una forma de materia orgánica estabilizada que se puede utilizar como abono para cultivos agrícolas. La fermentación anaeróbica comienza con la hidrólisis de polímeros complejos, seguida por la acidogénesis mediante la fermentación de ácidos orgánicos y, finalmente, la metanogénesis (Xiu, 2018).

Parámetros de control de fermentación del biol:

pH: El carácter ácido o alcalino de una solución está determinado por la cantidad de iones hidrógeno (H⁺) o iones hidroxilo (OH⁻) presentes en ella. La concentración de iones hidrógeno no solo es un indicador de una reacción ácida, sino también de una reacción alcalina, ya que existe una relación directa entre la concentración de H⁺ y la de iones OH⁻. (Rüdiger, 1975).

Figura 1. Disponibilidad de nutrimentos respecto al pH del suelo



Fuente: INTAGRI

Conductividad eléctrica: Hace referencia a su habilidad para conducir corriente eléctrica. Este fenómeno está relacionado con la presencia de iones positivos y negativos en la solución del suelo. Por lo tanto, la conductividad eléctrica de la solución del suelo sirve como un marcador del contenido de sales presente. El valor de la conductividad eléctrica influye en la exigencia que enfrenta la raíz de una planta al absorber nutrientes durante el periodo de fertilización. (Bosch et al., 2012).

Sólidos suspendidos: Engloba partículas tanto orgánicas como inorgánicas que no se mezclan y que se encuentran presentes en el agua. Entre las partículas orgánicas se incluyen fibras de plantas, células de algas, bacterias, protozoos y sólidos de origen biológico. Por otro lado, elementos como arcilla, arena y sales son considerados partículas inorgánicas. En muchas ocasiones, la cantidad total de sólidos en suspensión está directamente vinculada a la conductividad debida a la presencia de sales (Toasa, 2012).

Lechuga: La lechuga (*Lactuca sativa*) es un miembro de la familia *Compositae*. Presenta un contenido elevado de agua (90 % - 95 %), además de folatos, provitamina A o betacaroteno y cantidades significativas de vitamina C, estas dos últimas con acción antioxidante, relacionadas con la prevención de enfermedades cardiovasculares e incluso de cáncer (Carranza et al., 2009).

Tabla 3. Taxonomía de la lechuga

Taxonomía	Categoría
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Cicheroidea
Tribu	Lactuceae
Género	Lactuca
Especie	Lactuca sativa L.

Fuente: (Carranza, 2009)

Caracteres morfológicos: Los atributos que conforman la morfología de las especies se clasifican en atributos invariables y atributos cambiantes. Los invariables son aquellos que establecen la identidad del grupo taxonómico, ya sea la especie o la variedad; suelen tener una alta tasa de heredabilidad. En contraste, los atributos cambiantes son influenciados por las condiciones del entorno; podrían entenderse como el resultado de la interacción entre el ambiente y el genotipo. (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1985).

Para el desarrollo de investigaciones científicas cualitativas se sugiere tomar o limitar las dimensiones de las características morfológicas a rasgos fáciles de medir, permitiendo la fluidez de la obtención de resultados con el fin de realizar la comparación. Se toman de forma general el número de hojas, el diámetro promedio de las hojas y el tamaño de la planta.

Tabla 4. Caracteres morfológicos de la lechuga

Parámetro	Importancia	Unidad de Medida
Número de hojas	Una planta con mayor número de hojas representa mayor vigorosidad y capacidad de fotosíntesis	# hojas
Diámetro de hojas	Un mayor diámetro de hojas representa disponibilidad de agua, nutrientes y luz en etapa de cultivo	cm
Altura de planta	Representa la incidencia de enfermedades y plagas	cm

Fuente: Alemán, 2018

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera se evalúa el efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) cursiva en maceteros, Trujillo 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

Evaluar el efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) en maceteros, Trujillo 2023.

1.3.2. ESPECÍFICOS

Analizar el pH, olor, conductividad eléctrica, tensión eléctrica y temperatura de dos tipos de bioles durante el proceso de fermentación.

Comparar la altura de la planta, número y diámetro de hojas en el crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) obtenida por la fertilización en los grupos experimentales.

Evaluar el efecto del biol LEVA y el biol BACID sobre el desarrollo de la altura de la planta, número y diámetro de hojas en el crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa*).

1.4. HIPÓTESIS

H₀: La aplicación de los bioles no tiene un efecto significativo sobre el crecimiento de la lechuga.

H₁: La aplicación de los bioles tiene un efecto significativo sobre el crecimiento de la lechuga.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Con la finalidad de establecer la conexión entre las variables mediante la manipulación controlada de los ensayos, esta investigación experimental fue desarrollada en macetas para asegurar el correcto seguimiento del desarrollo y crecimiento de las plantas, siendo este un factor crítico para determinar la variabilidad de los resultados. Se ejecutó una base sólida experimental en la matriz de operacionalización de variables ubicado en el Anexo 1, la cual fue validada por expertos de las ramas de ingeniería agrónoma, ingeniería ambiental e ingeniería civil con especialización en estadística, la matriz de evaluación de expertos se encuentra en el Anexo 2; así mismo, se adjuntó el cronograma del desarrollo del estudio realizado, se registró en el Anexo 7.

2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

En función del trabajo de investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) organizado en tres tratamientos que se aplicó a una base de suelo fértil con humus al 20 % para asegurar el desarrollo de las plántulas, siendo primero el crecimiento de la planta natural, sin fertilización añadida (TESTIGO – T0), segundo el fertilizante orgánico (BIOL LEVA – T1) y tercero el fertilizante orgánico con el factor agregado de las bacterias ácido lácticas inoculadas (BIOL BACID – T2); además, los tratamientos se llevó a cabo con tres repeticiones dando un total de nueve unidades experimentales (plantas).

Tabla 5. Unidades experimentales evaluadas por repeticiones

Tratamientos	Repeticiones	Grupo de Plantas	Total
T0	3	1	3
T1	3	1	3
T2	3	1	3
Total			9

La fertilización se realizó en cuatro momentos específicos de todo el proceso de cultivo de la lechuga, para los grupos del biol LEVA y biol BACID, se realizó 7 ddt, 14 ddt, 21 ddt y 28 ddt. El testigo se desarrolla en base al crecimiento producido por los microorganismos que son parte del suelo fértil y el humus agregado inicialmente, permitiendo un contraste amplio de los valores iniciales por muestra. El riego varía en función a las condiciones climáticas debido a que los días con bastante humedad, solo se regaba 2 veces por día.

Figura 2: Tabla de contrastación de diseño

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
TESTIGO	RIEGO: 3 VECES AL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: NULA	RIEGO: 3 VECES EL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: NULA	RIEGO: 3 VECES EL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: NULA
BIOL LEVA	RIEGO: 3 VECES EL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: 5 % cc	RIEGO: 3 VECES EL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: 5 % cc	RIEGO: 3 VECES EL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: 5 % cc
BIOL BACID	RIEGO: 3 VECES EL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: 5 % cc	RIEGO: 3 VECES EL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: 5 % cc	RIEGO: 3 VECES EL DÍA (En función a las condiciones climáticas) FERTILIZACIÓN: 5 % cc

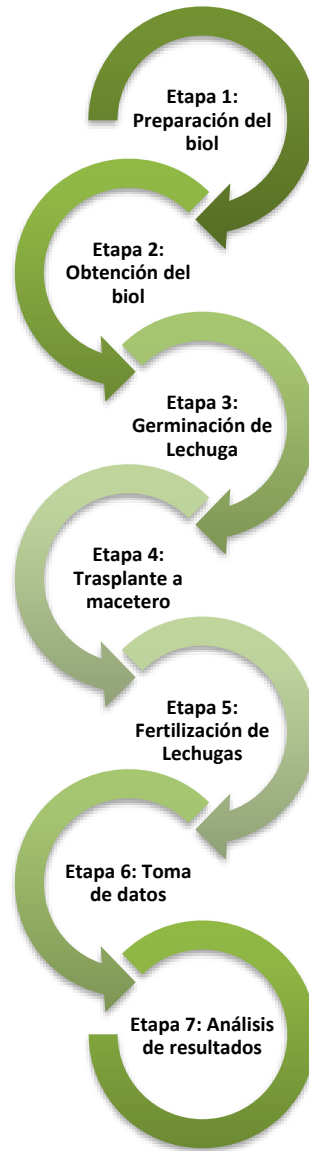
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población fue un grupo inicial de 90 semillas en proceso de germinación, se tuvo en cuenta criterios de selección para el trasplante de los germinados a macetas. Fueron 40 plántulas de lechuga (*Lactuca Sativa*) que se trasplantaron, luego de establecer las condiciones adecuadas en las macetas, se seleccionó 27 muestras que fueron las que enraizaron de manera adecuada en las macetas después de trasplante.

2.3 ESQUEMA EXPERIMENTAL

Se elaboró un esquema con el desarrollo experimental, se planificó en etapas para su correcta ilustración y comprensión según el orden establecido.

Figura 3. Esquema experimental de la investigación



Previo al desarrollo de las etapas del esquema experimental se establecieron las condiciones iniciales para evaluar todos los efectos del medio donde se desarrolló el biol y la aplicación del fertilizante en la lechuga (*Lactuca sativa*).

2.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

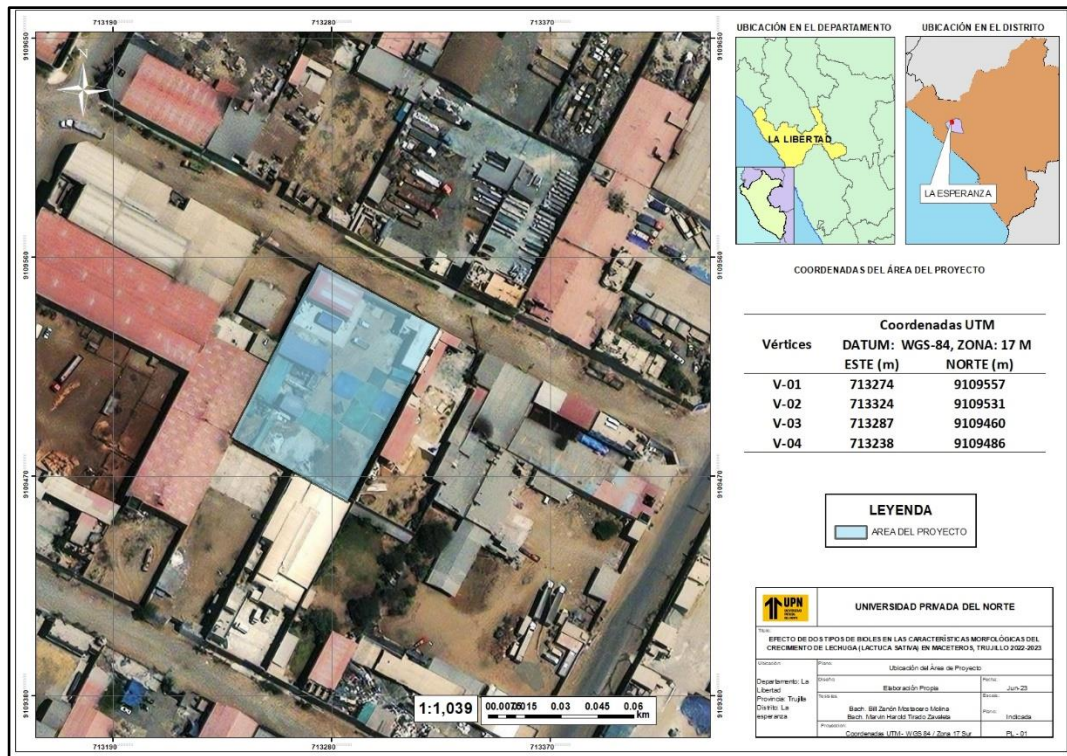
El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en el área de investigación y desarrollo de una empresa dedicada a la elaboración de fertilizantes orgánicos de la zona norte del Perú ubicada en el parque industrial de la ciudad de Trujillo en la región La Libertad, las coordenadas están ubicadas en la zona 17M, se muestran los vértices correspondientes.

Tabla 6. Vértices del área del proyecto

Vértices	Coordenadas UTM	
	DATUM: WGS-84, ZONA: 17 M	
	ESTE (m)	NORTE (m)
V-01	713274	9109557
V-02	713324	9109531
V-03	713287	9109460
V-04	713238	9109486

Se presenta el plano de la ubicación del “área del proyecto” donde fue desarrollado el trabajo de campo, elaborado mediante el software ArcGis.

Figura 4. Ubicación del área del proyecto



Fuente: ArcGis

2.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS

En el área de la ubicación del proyecto se realizó un monitoreo meteorológico en el periodo 2022, ejecutado con una estación meteorológica Davis Instrument, respaldada con los siguientes certificados de calibración ubicados en el Anexo 3.

Tabla 7. *Certificados de calibración de equipos empleados para monitoreo de meteorología*

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE / ID	N° CERTIFICADO
Estación meteorológica	DAVIS INSTRUMENT	VANTAGE PRO2	BE200422009	LDV-0040-2022
Higrómetro y termómetro ambiental	DAVIS INSTRUMENT	VANTAGE PRO2	BE200422009	LHA-0297-2022
Anemómetro	DAVIS INSTRUMENT	VANTAGE PRO2	BE200422009	LWA-0051-2022
Instrumento de presión absoluta	DAVIS INSTRUMENT	VANTAGE PRO2	BE200422009	LPA-0129-2022

Previo a la Etapa 3 del proyecto se realizó el monitoreo meteorológico para evaluar sus parámetros y su relación con respecto a las variables a evaluar, el monitoreo se efectuó en coordenadas ubicadas dentro del área del proyecto.

Tabla 8. *Coordenadas UTM de la estación meteorológica*

Coordenadas UTM	DATUM: WGS-84, ZONA: 17 M	
	ESTE (m)	NORTE (m)
Estación Meteorológica	713311	9109531

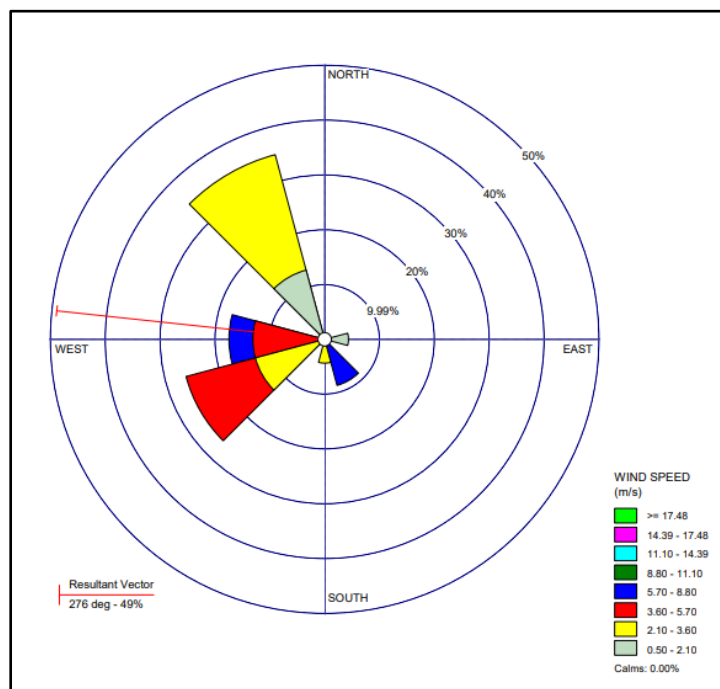
El monitoreo se realizó el 09 de octubre del 2022 a las 10:00:00 y culminó el 10 de octubre del 2022 a las 09:00:00 Los resultados de la Tabla 9. son el promedio de la data meteorológica ubicada en el Anexo 5.

Tabla 9. Promedios de parámetros meteorológicos del área de ubicación del proyecto

Fecha	Hora de registro	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento	Presión (mmHg)
09-10-2022	10:00:00	24,50	77,67	3,48	SO	747,31
10-10-2022	09:00:00					

La temperatura en el transcurso del día durante las horas de luz oscila entre los 25,4 °C y 27,5 °C, se planificó que, durante las primeras horas del día las plántulas se colocaran bajo sombra con paso a la luz indirecta, para regular la sensación térmica y no afecte el crecimiento de la lechuga, que tiene como temperatura ideal 20 °C.

Figura 5. Rosa de viento en las coordenadas de la estación meteorológica



Fuente: Wrplot

Se observó que la dirección de viento se dirige con mayor frecuencia hacia los puntos cardinales Noroeste y Suroeste, así mismo las velocidades de viento van de entre los 2,10 – 3,60 m/s y de los 3,60 – 5,70 m/s respectivamente. Siendo valores de bajo efecto en las condiciones mecánicas del crecimiento de la planta, la velocidad de viento no generará un estrés significativo para el desarrollo y crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa*).

2.6 MATERIALES

En la Tabla 10, se encuentra la lista de materiales que fueron requeridos para la elaboración del medio donde se desarrolló el proceso de fermentación anaerobia, el mismo contó con un desfogue que permitió la salida de gases y también evitó la entrada de oxígeno.

Tabla 10. Materiales para la preparación del biol

Objeto	Descripción	Cantidad
Cilindro	Capacidad 60 l	2
Alambre	Reforzado con plástico	12
Botella	Capacidad 1/2 l	2
Pistola para silicona	Pistola caliente	1
Silicona	Silicona en barra	2
Clavos	-	2
Martillo	-	1
Colador	Grande	1
Cucharón	Acero inoxidable	1
Cámara fotográfica	-	1

2.7 INSUMOS

El biol es una mezcla de componentes orgánicos, los ingredientes seleccionados se encuentran con facilidad en la región, cumpliendo las necesidades de macronutrientes y micronutrientes, se determinó la cantidad de ingredientes para los bioles.

Tabla 11. Ingredientes para la elaboración del fertilizante biol

Componentes	Cantidad	Unidad de medida
Agua	40	l
Estiércol	8	kg
Melaza	1,2	kg
Leonardita	0,9	kg
Dolomita	0,3	kg
Diatomita	0,3	kg
Levadura	0,015	kg
Leche cortada	1	l
Bacterias ácido-lácticas	20	ml

Los componentes cumplen distintos roles en el proceso de fermentación por sus características químicas y orgánicas, además, los nutrientes y fitohormonas se potencian con el tiempo de preparación.

Tabla 12. Características de los componentes para la elaboración del fertilizante biol

Componentes	Características
Agua	Genera un entorno propicio para el crecimiento de la actividad microbiana y uniformiza el nivel de humedad.
Estiércol	Reúne las características necesarias para su auto compostaje, rico en nutrientes específicos como el fosfato, potasio y nitrógeno
Melaza	Representa una fuente de energía para los microorganismos capaces de descomponer compuestos orgánicos y suministra ínfimas cantidades de nutrientes como boro y calcio, entre otros.
Leonardita	Favorece al aumento en la presencia de microorganismos
Dolomita	Fuente mineral que aporta cantidades significativas de calcio y magnesio
Diatomita	Fuente mineral que aporta cantidades significativas de silicio
Levadura	Produce sustancias bio - activas tales como hormonas y enzimas
Leche cortada	Alta cantidad de vitaminas, proteínas y microorganismos lácteos
Bacterias ácido-lácticas	Grupo de microorganismos benignos que producen ácido láctico como producto final del proceso de fermentación

2.8 ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

Se realizó un monitoreo de la calidad de agua, para evaluar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y los metales pesado, que puedan afectar el desarrollo experimental, los análisis se realizaron en laboratorios acreditados.

Cabe recalcar que el análisis de agua que se realizó es del agua que se empleó como insumo para la elaboración del biol, para agua de riego de las lechugas y para la dilución del biol al 5 %. Los informes de ensayo son IE- N°CGV.12422 y IE-072, se encuentran en el Anexo 5.

Tabla 13. Resultados del informe de parámetros fisicoquímicos de agua - IE-N°CGV.12422

Análisis	Unidades	Resultado
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	218
Sólidos disueltos totales	mg/l	299
Conductividad	uS/cm	539,5

Fuente: Escaind

La dureza no es un factor que implique un problema para el desarrollo experimental, se encuentra en un rango normal a estable, los parámetros de sólidos suspendidos y conductividad se encuentran en condiciones aceptables.

Se realizó una comparación de los resultados obtenidos en el análisis de metales pesados con el D.S. 010-2013-SA. Teniendo en cuenta que el 95 % de la composición de la lechuga (*Lactuca sativa*) es agua, la cual es de consumo directo por los seres humanos.

Tabla 14. Resultados de análisis de metales pesados de agua - IE-072 comparado con Reglamento de calidad de agua para consumo humano - D.S. 010-2013-SA

Parámetro	Resultado	D.S. 031-2010-SA	Unidades
Aluminio Total	0,064	0,2	mg/l
Antimonio Total	0,00083	0,020	mg/l
Arsénico Total	0,00088	0,010	mg/l
Bario Total	0,0140	0,700	mg/l
Cadmio Total	0,00048	0,003	mg/l
Cobre Total	0,0038	2,0	mg/l
Cromo Total	< 0,001	0,050	mg/l
Mercurio Total	< 0,00007	0,001	mg/l
Molibdeno Total	0,00261	0,07	mg/l
Níquel Total	0,0036	0,20	mg/l
Plomo Total	< 0,00006	0,10	mg/l
Selenio Total	< 0,00004	0,010	mg/l
Uranio Total	0,00140	0,015	mg/l

Fuente: AGQ Labs

Los metales pesados no son un factor que influya en el crecimiento de las lechugas. Todos los parámetros están por debajo del límite de la norma, no es un riesgo para la salud.

En la Tabla 15, se colocaron los micronutrientes resultados del análisis de metales, donde se realizó un análisis por ICP – MS de metales pesados.

Tabla 15. Resultado de análisis de micronutrientes del agua para riego - IE-072

Parámetro	Resultado	Unidades
Azufre total	54,9	mg/l
Boro total	0,589	mg/l
Calcio total	59	mg/l
Fósforo total	< 0,008	mg/l
Hierro total	< 0,0300	mg/l
Magnesio total	17,2	mg/l
Manganeso total	0,00111	mg/l
Potasio total	3,6	mg/l
Silicio total	6,95	mg/l
Sodio total	24	mg/l
Zinc total	0,027	mg/l

Fuente: AGQ Labs

Los micronutrientes resultantes del agua analizada se encuentran en valores aceptable, parámetros como el azufre y calcio, se encuentran en concentraciones que aportan de forma positiva al crecimiento y desarrollo de las plántulas, así mismo el agua aporta concentraciones ligeramente significativas de magnesio, silicio y sodio.

ETAPA 1: PREPARACIÓN DEL BIDÓN

✓ ARMADO DEL SISTEMA ANAEROBIO

Se obtuvieron 2 cilindros de 60 l, mangueras de 1 pulgada y media que se utilizó para sellar los bidones y permitieron una fermentación controlada, una varilla agitadora de acero inoxidable, 2 botellas de 1/2 l, que fueron cargadas al 75 % aproximadamente de agua y, por último, se utilizaron 2 alambres de plástico de 70 cm cada uno.

Se inició el proceso destapando el bidón de 60 l y con un objeto punzocortante se cortó el centro de la tapa dejando un orificio circular, continuando el proceso se tomó en cuenta el diámetro de la manguera de una pulgada y media, se introdujo alrededor de 3 cm de manguera por la parte externa de la tapa y se selló por ambos lados con silicona líquida,

se comprobó que el aire no escape al exterior por las partes y se repitió este proceso para los 2 cilindros de 60 l.

Figura 6. Armado del sistema anaerobio en cilindros de capacidad de 60 l



✓ CALIBRACIÓN DE BALANZA

Se trabajó con la balanza de precisión digital marca Biobase modelo BE6002, se adjunta su ficha técnica en el Anexo 3. Para tener una mayor precisión en las mediciones se realizó una calibración con una pesa de 200 g, luego se realizó la separación de insumos.

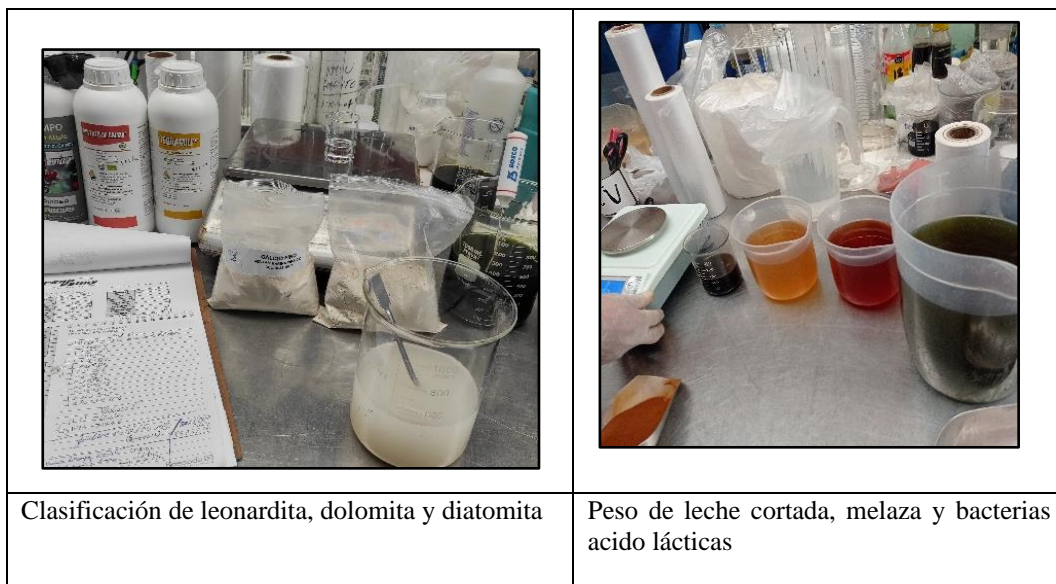
Figura 7. Calibración de balanza digital Biobase



✓ CLASIFICACIÓN Y SEPARACIÓN DE INSUMOS

Fue necesario el estiércol conservado fresco, los otros ingredientes fueron: Agua, leche cortada (fermentada por 2 días como mínimo), melaza, leonardita, levadura, dolomita, diatomita y la variable que llevó uno de los 2 bidones las bacterias ácido lácticas inoculadas.

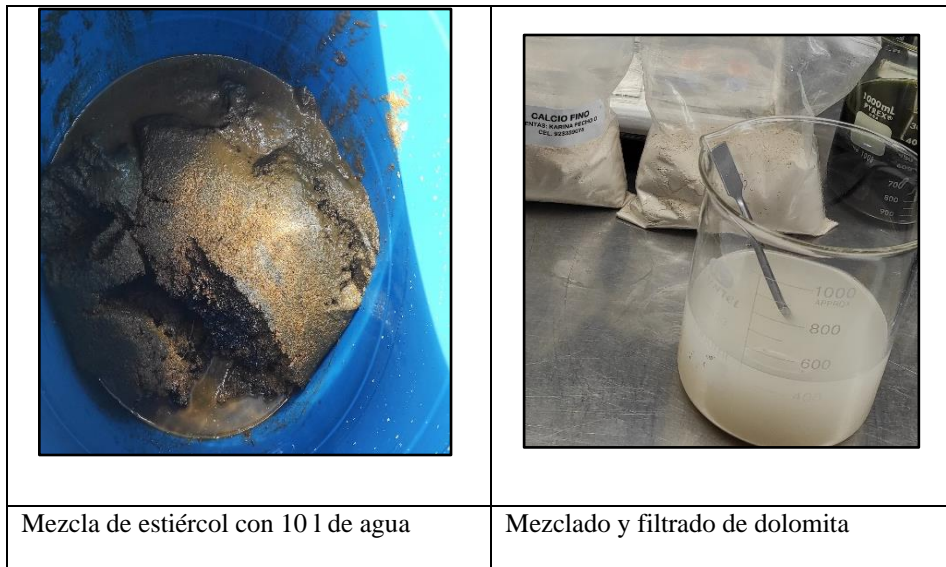
Figura 8. Separación y pesaje de ingredientes complementarios



✓ MEZCLA DE LOS INGREDIENTES

Comenzó el proceso disolviendo el estiércol con alrededor de 10 l de agua, se batió de manera constante agregando agua poco a poco hasta que el estiércol fue disuelto y se consiguió una mezcla homogénea, luego, se agregó los minerales: Leonardita, dolomita y diatomita. Continuando con el procedimiento, se agregó la melaza y se agitó por 5 minutos más mientras se añade más agua para contribuir a que la misma llegue completa a la mezcla debido a su viscosidad. Por último, se agregó el último ingrediente que desarrolló la acción microbiana, se distribuyó lentamente en la mezcla buscando aforar la mayor parte del contenedor para dejar poco espacio al oxígeno.

Figura 9. Mezcla de insumos



✓ **SELLADO**

Para concluir la preparación de los bioles, se verificó que existan unos 8 a 10 cm de altura de la tapa hasta el líquido buscando evitar el contacto de la manguera con el líquido. Luego, el bidón fue sellado con la tapa hermética y se colocó el extremo exterior de la manguera en la botella que se fijó con ayuda de los alambres de plástico de 70 cm de forma vertical paralela al bidón. Se realizará el control y la homogenización 1 vez al mes.

Figura 10. Sellado de cilindros

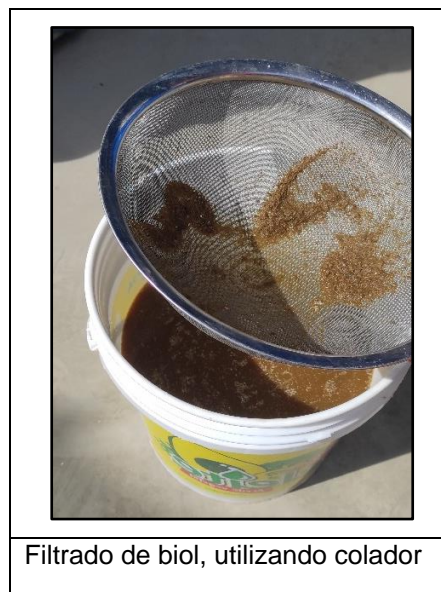


ETAPA 2: OBTENCIÓN DEL BIOL

✓ Filtrado del biol

Después del proceso de fermentación (4 meses), se encontraron varias partículas en sedimentación; por ello, se filtró desde la parte superficial evitando generar mucho movimiento. Luego se separó en baldes de 20 l para su almacenamiento, en un lugar fresco sin contacto con luz directa.

Figura 11. Filtración de biol



✓ Equipos para análisis fisicoquímico

Para la medición de los parámetros fisicoquímicos se empleó: Los certificados de calibración que se encuentran en el Anexo 3.

Tabla 16. Especificaciones técnicas de los equipos

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE / ID	N° CERTIFICADO
Multiparámetro	OAKTON	pH BNC 10	T101174061	LFQA-0151-2022
Conductímetro	HANNA	-	KF15005	LFQA-0152-2022
Termómetro con indicación digital	HANNA	-	KF15005	LTA-0231-2022

Los equipos contaron con un certificado de calibración de un año que expira en el 2023, sin embargo, debido al frecuente uso se realizó un calibrado al multiparámetro. Los certificados de calidad de las soluciones buffer ph 4, 7 y 10 se encuentran en el Anexo 4.

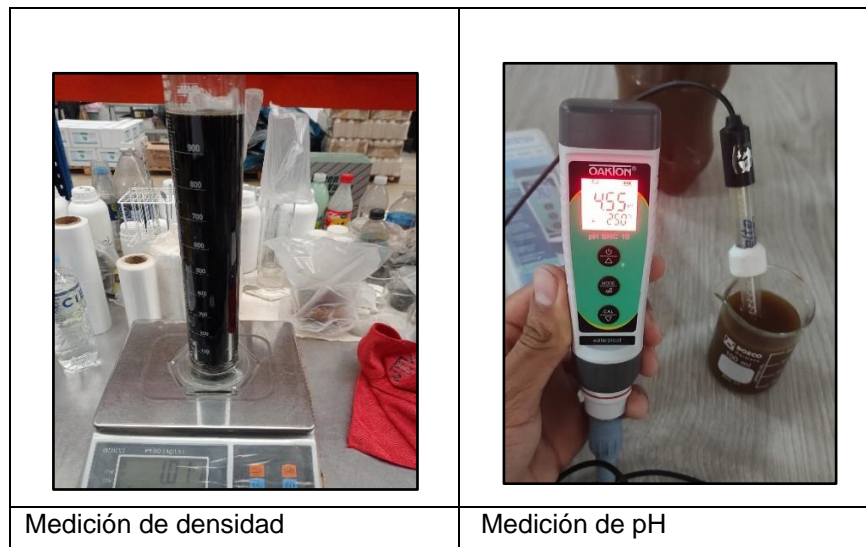
Figura 12. Calibración de multiparámetro



✓ **Análisis fisicoquímico**

Se llevó a cabo el análisis de los parámetros fisicoquímicos, organolépticos finales, además se midió la densidad como referencia para próximas experimentaciones.

Figura 13. Calibración de multiparámetro



ETAPA 3: GERMINACIÓN DE LECHUGA

La etapa de germinación inició semanas antes de finalizado el biol para optimizar el proceso. Se adquirió el sustrato adecuado, en este caso se utilizó Turba, para el correcto desarrollo de la raíz, se empleó una bandeja de germinación con capacidad para 50 semillas, y 2 celdas de cartón con capacidad de 20 semillas cada uno. Se trabajó con una población de 90 semillas.

Para la preparación se tuvo en cuenta que los agujeros deben contar con salida para evitar el exceso de agua, las bandejas de germinación contaban con dicha característica, por otro lado, para las celdas de cartón se adaptaron dichos agujeros.

A este proceso le fue agregada una capa de turba, se colocó la semilla en el centro y se cubrió nuevamente con una capa de turba, luego se agregó agua y se verificó que sea absorbida de manera correcta, hasta que gotee por los agujeros antes mencionados, una de las condiciones para una correcta germinación es realizar el proceso en un lugar oscuro y fresco. Además, se tomó en cuenta el regado regular de entre 2 o 3 veces por día, según se fue disminuyendo la humedad visible. Se monitorizó constantemente por 1 semana para cumplir con las necesidades del organismo.

Figura 14. Preparado para germinados de lechugas



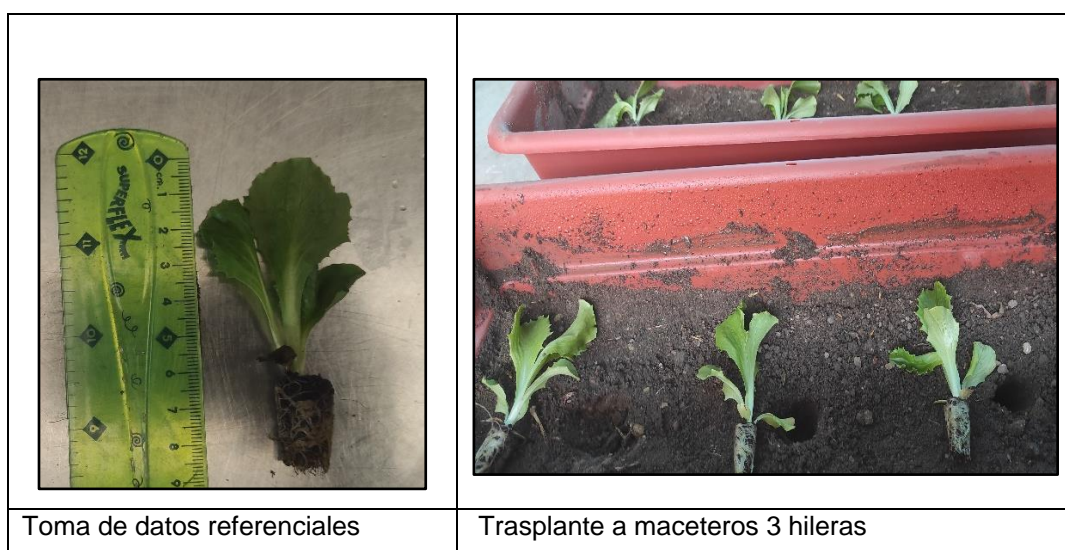
ETAPA 4: TRASPLANTE

Luego de la etapa de germinación fueron seleccionadas cuidadosamente las plantas que cumplieron con las mismas características de tamaño y número de hojas, por lo que se separaron 40 germinados de lechuga que cumplían con las mismas características, 6 cm de largo desde la hoja y 4 hojas en su cuerpo.

El trasplante fue realizado a maceteros, en este caso se trabajó con maceteros individuales y con maceteros grandes con capacidad para el crecimiento adecuado de 3 lechugas, además, se adquirió suelo fértil y humus, en una proporción de 80 y 20 respectivamente y se culminó este apartado homogenizando la mezcla.

Completado el proceso de llenado de maceteros, se realizó un orificio en el interior utilizando el dedo por su practicidad para perforar y dejar un orificio del tamaño de la raíz germinada. Se continuó colocando la planta germinada dentro y se regó de manera constante por la siguiente semana, para asegurar que la planta se ubique de manera correcta. Se trabajó con 40 plantas que contenían las mismas características y luego se seleccionaron 27 que se desarrollaron apropiadamente.

Figura 15. Trasplante de lechugas



ETAPA 5: FERTILIZACIÓN DE LECHUGA

Para el desarrollo de la etapa experimental se contó con dos grupos fertilizados y un grupo que cumplirá el rol de testigo, donde solo se aplicó agua. Los fertilizantes que se utilizó están denominados: LEVA, el biol que comprende el proceso de fermentación con bacterias ácido lácticas por degradación de la leche, y el biol BACID que comprende el proceso de fermentación con bacterias ácido-lácticas inoculadas. Cada grupo de plantas contó con 3 repeticiones que fueron evaluados cada 7 días.

Desde el día de trasplante en adelante se realizó el conteo de los días de crecimiento como: días después de trasplante (ddt). Por ello se lleva el control adecuado de cada uno de ellos. Desde el día 1 ddt al 7 ddt se determinó el uso de agua y la selección de los geminados de lechuga que se adhirió correctamente para un análisis de resultados. La fertilización se realizó en un intervalo de 7 días hasta el 28 ddt

Se determinó la dosis utilizada (5%), la cual será diluida en agua para su correcta aplicación.

Figura 16. Dosis de fertilizante para lechugas



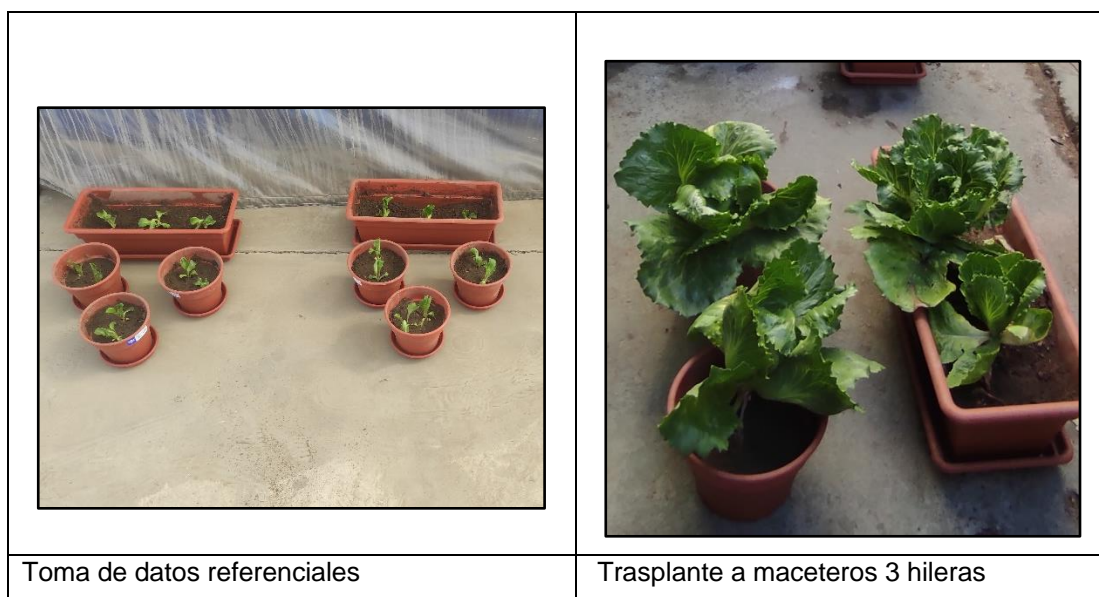
ETAPA 6: TOMA DE DATOS

Conforme se realizó la fertilización se tomaron medidas respecto a los caracteres morfológicos para la evaluación del crecimiento paulatino de las muestras, evidenciando los factores que influyeron en las variables seleccionadas.

Los datos obtenidos fueron plasmados en el Formato de recolección de datos, donde se dividen las celdas para cada fecha establecida y para los distintos parámetros evaluados, lo cual permitió obtener un promedio para las 3 muestras evaluadas por cada fertilizante empleado.

La recolección de datos se dividió en 5 fechas y se realizó el registro en los siguientes momentos: 7 ddt, 14 ddt, 21 ddt, 28 ddt y 35 ddt. Donde se anotaron las mediciones de número de hojas, diámetro de hoja y altura de planta en centímetros, teniendo en cuenta varias mediciones para hallar un promedio. Esto ayudó a disminuir el margen de error y siempre se contó con muestras extras que cumplan los mismos caracteres iniciales para controlar la población estudiada.

Figura 17. Toma de datos



ETAPA 7: ANÁLISIS DE RESULTADOS

ANÁLISIS DE VARIANZA

Previo al ANOVA se desarrolló los supuestos de validación que permitieron corroborar que nuestro diseño planteado esté dentro del análisis de diagrama de bloques completamente al azar (DBCA) para método estadístico simétrico. Se cumplió los siguientes supuestos, prueba de normalidad de errores, prueba de homogeneidad de varianza y autocorrelación de los errores, se realizó la prueba de supuestos para los 3 caracteres morfológicos evaluados, altura de la planta, número de hoja y diámetro de hoja, los supuestos de validación se encuentran en el Anexo 6.

Se realizó un examen estadístico llamado ANOVA por cada variable independiente dentro de las características morfológicas para corroborar la hipótesis planteada; además, para comparar la relación de promedios entre los distintos tratamientos se empleó la prueba estadística T de Dunnet (bilateral) con un nivel de significancia de 0,05. Para el análisis e interpretación de resultados se utilizó el software IBM SPSS Statistics, además, se empleó los programas del paquete Office como Microsoft Word y Microsoft Excel para llevar a cabo el desarrollo del trabajo.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se realizó el análisis de parámetros fisicoquímicos para los bioles LEVA y BACID desde el día 1, en intervalos de 30 días hasta el día 120.

Tabla 17. Comparación de las características fisicoquímicas de los bioles

Biol	Parámetro	U. M.	1 día	30 días	60 días	90 días	120 días
LEVA	pH	pH	6,25	6,08	5,73	5,34	4,68
	Olor	Percepción	Desagradable	Desagradable	Poco agradable	Poco agradable	Agradable
	C. E.	μS	3 999	3 852	3 803	3 759	3 752
	Tensión eléctrica	mV	115	117	117	122	126
	SS	Ppm	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
	Temperatura	°C	26,8	27,5	26,2	26,2	26,7
BACID	pH	pH	6,27	5,98	5,58	5,12	4,53
	Olor	Percepción	Desagradable	Poco agradable	Poco agradable	Agradable	Agradable
	C. E.	μS	3 999	3 866	3 851	3 825	3 801
	Tensión eléctrica	mV	118	119	121	125	135
	SS	Ppm	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
	Temperatura	°C	26,6	27,6	26,8	25,9	26,7

Nota: Los datos fueron tomados con equipos con certificado de calibración, como se puede observar en el Anexo 3

El biol LEVA presentó una variación del pH del 6,25 – 4,68 en su proceso de fermentación, el biol BACID presentó una variación en su pH del 6,27 – 4,53. El biol LEVA mantuvo un olor desagradable hasta el día 30, luego va mejorando paulatinamente hasta el día 120, el biol BACID mejora su olor desde el día 30, para el día 90 ya se percibió con un olor agradable.

ALTURA DE LA PLANTA

Se realizó el análisis de varianza de la altura de la planta de *Lactuca sativa*, a continuación, se muestra la tabla obtenida de la variable analizada.

Tabla 18. Análisis de varianza de la altura de *Lactuca sativa*

Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3 876,893 ^a	6	646,149	2 684,699	,000
Tratamientos	11,683	2	5,842	24,271	,000
Error	9,146	38	,241		
Total	33 572,120	45			
Total, corregido	3 886,039	44			

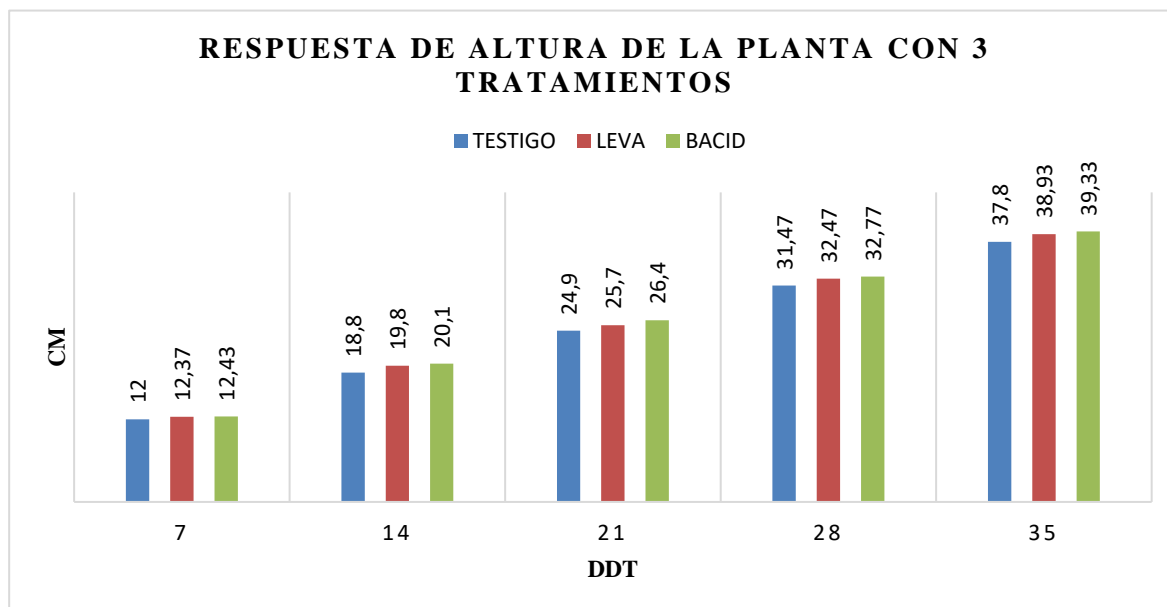
a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,997)

Nota: Los resultados se obtuvieron mediante el programa IBM SPSS Statistics, tiene un nivel de significancia de ,000

Se consolidó el coeficiente de determinación en 99,8 % para la altura de la planta, lo que nos demostró que por lo menos uno de los tratamientos es altamente significativo para la variable estudiada, se cumple con la hipótesis H₁.

Se realizó el control de la altura de la planta para cada tratamiento, se realizó con un intervalo de 7 días, iniciando el día 7 ddt.

Figura 18. Gráfico comparativo de los promedios de altura de planta



El testigo presentó un crecimiento promedio de 12 cm a los 7 ddt, manteniendo un crecimiento paulatino hasta los 35 ddt donde promedió un crecimiento de 37,8 cm. El biol LEVA presentó un crecimiento promedio de 12,37 cm a los 7 ddt, manteniendo un crecimiento moderado hasta los 35 ddt donde promedió un crecimiento de 38,93. El biol BACID presentó un crecimiento promedio de 12,43 cm a los 7 ddt, presentando un crecimiento significativo hasta los 35 ddt donde promedió un crecimiento de 39,93 cm.

Se realizó una comparación estadística utilizando el método T de Dunnet para comparar los bioles LEVA y BACID con respecto al testigo.

Tabla 199. Comparación estadística T de Dunnet (bilateral) para la altura de la planta

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I- J)	I.C: 95 %			
			Desv. Error	Sig.	Limit. Inf.	Limit. Sup.
Biol LEVA	Testigo	,860*	,1791	<,001	0,449	1,271
Biol BACID	Testigo	1,213*	,1791	<,001	0,802	1,650

Nota: Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,241

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05

Esta prueba de medias está dirigido a la comparación del tratamiento considerado como “testigo” en contra de biol LEVA y biol BACID. La significancia de Dunnet tiene un valor de 0,809 como estándar para la altura de la planta.

El biol LEVA presenta una diferencia de medias de un valor de 0,860, en comparación con la significancia de Dunnet es ligeramente mayor. El biol BACID presenta una diferencia de medias de un valor de 1,213, en comparación con la significancia de Dunnet es considerablemente mayor. El biol BACID es más significativo que el biol LEVA con respecto al testigo para la altura de la planta.

NÚMERO DE HOJA

Se realizó el análisis de varianza del número de hojas de la planta de *Lactuca sativa*, a continuación, se muestra la tabla obtenida de la variable analizada.

Tabla 20. Análisis de varianza del número de hojas de *Lactuca sativa*

Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1 043, 733 ^a	6	173,956	490,865	,000
Tratamientos	8,533	2	4,267	12,040	,000
Error	13,467	38	,354		
Total	8 430,000	45			
Total, corregido	1 057,200	44			

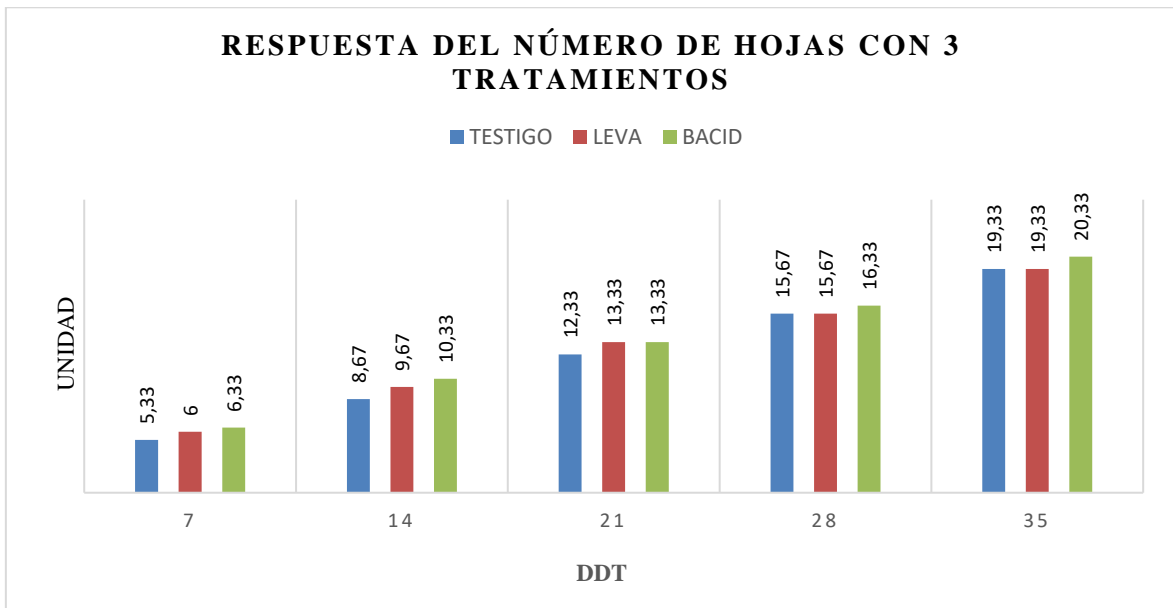
a. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,985)

Nota: Los resultados se obtuvieron mediante el programa IBM SPSS Statistics, tiene un nivel de significancia de ,000

Se consolidó el coeficiente de determinación en 98,7% para el número de hojas de la planta, lo que demostró que por lo menos uno de los tratamientos es altamente significativo para la variable estudiada, se cumple con la hipótesis H₁.

Se realizó el control del número de hojas de la planta para cada tratamiento, se realizó con un intervalo de 7 días, iniciando el día 7 ddt.

Figura 19. Gráfico comparativo de los promedios de número de hojas



El testigo presentó un desarrollo promedio de 5,33 hojas a los 7 ddt, conservando un crecimiento moderado hasta los 35 ddt donde promedió de 19,33 hojas. El biol LEVA presentó un desarrollo promedio de 6 hojas a los 7 ddt, conservando un crecimiento moderado hasta los 35 ddt donde promedió 19,33 hojas. El biol BACID presentó un desarrollo promedio de 6,33 hojas a los 7 ddt, presentando un crecimiento significativo hasta los 35 ddt donde promedió un desarrollo de 20,33 hojas.

Se realizó una comparación estadística utilizando el método T de Dunnet para comparar los bioles LEVA y BACID con respecto al testigo.

Tabla 211. Comparación estadística T Dunnet (bilateral) para el número de hojas

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	I.C: 95 %			
			Desv. Error	Sig.	Limit. Inf.	Limit. Sup.
Biol LEVA	Testigo	,53*	,217	,035	,03	1,03
Biol BACID	Testigo	1,07*	,217	,000	,57	1,57

Nota: Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,354

Esta prueba de medias está dirigido a la comparación del tratamiento considerado como “testigo” en contra de biol LEVA y biol BACID. La significancia de Dunnet tiene un valor de 0,98 como estándar para la altura de la planta.

El biol LEVA presenta una diferencia de medias de un valor de 0,53, en comparación con la significancia de Dunnet no se encuentra diferencia alguna. El biol BACID presenta una diferencia de medias de un valor de 1,07, en comparación con la significancia de Dunnet es ligeramente mayor. Ni el biol LEVA ni el biol BACID presentan un impacto significativo en las medias obtenidas por el número de hojas.

DIÁMETRO DE HOJA

Se realizó el análisis de varianza del diámetro de hoja de la planta de *Lactuca sativa*, a continuación, se muestra la tabla obtenida de la variable analizada.

Tabla 222. Análisis de varianza del diámetro de hojas de *Lactuca sativa*

Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	640,313 ^a	6	106,719	4 042,740	,000
Tratamientos	2,406	2	1,203	45,568	,000
Error	1,003	38	,026		
Total	6 940,200	45			
Total, corregido	641,316	44			

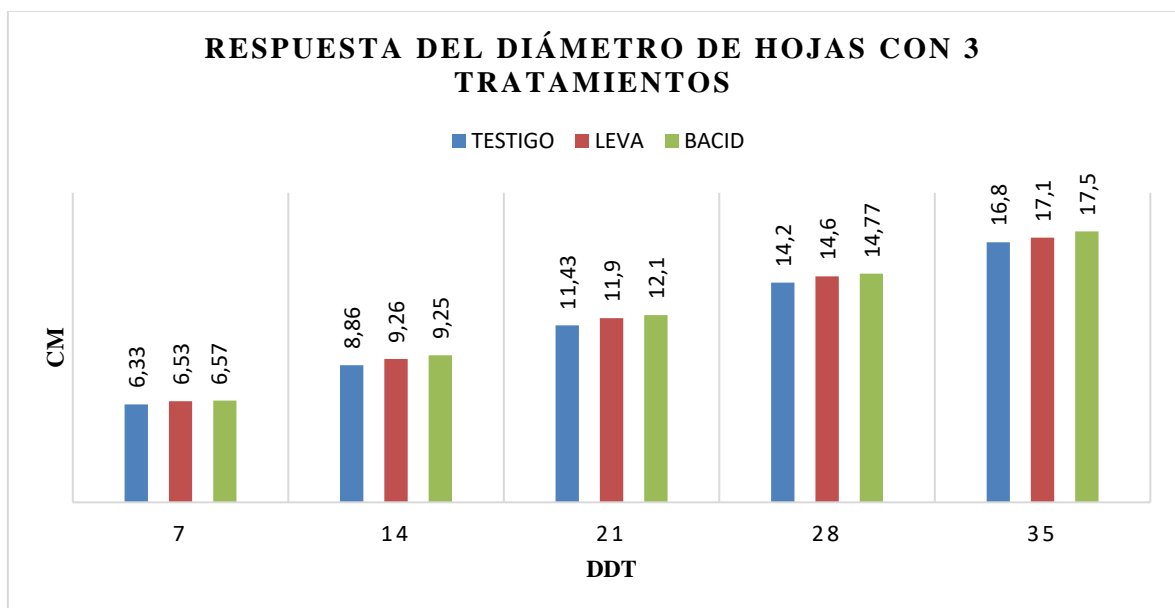
a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,998)

Nota: Los resultados se obtuvieron mediante el programa IBM SPSS Statistics, tiene un nivel de significancia de ,000

Se consolidó el coeficiente de determinación en 99,8% para el diámetro de hojas de la planta, lo que demostró que por lo menos uno de los tratamientos es altamente significativo para la variable estudiada, se cumple con la hipótesis H₁.

Se realizó el control del diámetro de hojas de la planta para cada tratamiento, se realizó con un intervalo de 7 días, iniciando el día 7 ddt.

Figura 20. Gráfico comparativo de los promedios de diámetro de hojas



El testigo presentó un desarrollo promedio de 6,33 cm a los 7 ddt, conservando un crecimiento paulatino hasta los 35 ddt donde promedió 16,8 cm. El biol LEVA presentó un desarrollo promedio de 6,53 cm a los 7 ddt, conservando un crecimiento moderado hasta los 35 ddt donde promedió 17,1 cm. El biol BACID presentó un desarrollo promedio de 6,57 cm a los 7 ddt, presentando un crecimiento significativo hasta los 35 ddt donde promedió un desarrollo de 17,5 cm.

Se realizó una comparación estadística utilizando el método T de Dunnet para comparar los bioles LEVA y BACID con respecto al testigo.

Tabla 23. Comparación estadística T Dunnet (bilateral) para el diámetro de hojas

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	I.C. 95 %			
			Desv. Error	Sig.	Limit. Inf.	Limit. Sup.
Biol LEVA	Testigo	,353*	,0593	,000	,217	,490
Biol BACID	Testigo	,560*	,0593	,000	,424	,696

Nota: Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,026

Esta prueba de medias está dirigido a la comparación del tratamiento considerado como “testigo” en contra de biol LEVA y biol BACID. La significancia de Dunnet tiene un valor de 0,265 como estándar para la altura de la planta.

El biol LEVA presenta una diferencia de medias de un valor de 0,353, en comparación con la significancia de Dunnet es ligeramente mayor. El biol BACID presenta una diferencia de medias de un valor de 0,560, en comparación con la significancia de Dunnet es considerablemente mayor. El biol BACID es más significativo que el biol LEVA con respecto al testigo para al diámetro de hojas de la planta.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 DISCUSIÓN

En el análisis fisicoquímico obtenido se observó en la Tabla 17 una variación con respecto a los niveles de pH, evidenciando que el biol LEVA, registró un pH final de 4,68, ligeramente más cerca al neutro en comparación al biol BACID con un pH de 4,53, después de 120 días de fermentación. En el trabajo realizado por (Peralta et al., 2016), los tratamientos T2, T7 y T12 presentaron un nivel de pH mayor a 4,7, consecuencia de la presencia de gases de CO₂, debido que estos tratamientos se realizaron con bajas concentraciones de melaza (fuente de carbono), al no ser las concentraciones suficientes no permitió el dominio de las bacterias benéficas del inóculo B-lac en cuanto a la proliferación de los microorganismos homolácticos. Por otra parte, se registró una diferencia significativa con respecto a los parámetros organolépticos, el olor en el biol BACID presentó una tendencia de olores más agradables en menor tiempo, en comparación al biol LEVA, en la investigación de Peralta, se evidencia que las muestras trabajadas solamente con bacterias y excreta de ganado vacuno presentaron un olor desagradable y putrefacto. Esto nos permite concluir que el medio donde se desarrolla el proceso de fermentación debe contar con un sistema equilibrado y basado en las fuentes de carbono representados por la melaza, ya que en función a ello y al resto de complementos, se puede generar disponibilidad de energía para que las bacterias desarrollen con un mayor éxito sus funciones en el proceso de fermentación anaerobia. En base al estudio de (Medina et al., 2015), se confirma de manera positiva la influencia de las bacterias ácido lácticas en el proceso de fermentación con ayuda de carbohidratos hidrosolubles (melaza), hallando una relación directamente proporcional a la cantidad de la melaza con respecto al nivel de pH, a mayor cantidad de melaza, el pH se vuelve más ácido, hasta que se agota la fuente de energía y se estabiliza el pH.

La fertilización que se llevó a cabo en la investigación de (Sepúlveda, 2021) empleó 3 tratamientos, donde el organomineral es el más semejante a los biol LEVA y biol BACID, compuesto en un 25 % por un fertilizante producto de descomposición microbiana controlada, se obtuvo un promedio de 18,65 hojas por planta, alejado por poco de la muestra testigo que presentó un valor de 19,33 hojas en promedio después de 35 ddt como se observa en la Figura 19. Este factor se debe a que el sustrato utilizado estaba compuesto de un 20 % de humus, factor importante para el crecimiento de las hortalizas, sin embargo, esto favorece al compararlo con el biol LEVA que presentó un promedio de 20,33 hojas por planta, debido a la influencia positiva de los microorganismos en el crecimiento y desarrollo de las lechugas. Un factor para tener en cuenta también es que el pH del fertilizante organomineral es de 7,88, siendo un rango no óptimo para la asimilación de nutrientes por parte de la planta.

En el trabajo de (Alemán et al., 2018) se aplica el uso de 2 grupos de grandes de fertilizantes en base a compost, bioles, gallinaza, entre otros. Cabe recalcar que mediante la tabla nutricional y haciendo un contraste con los bioles obtenidos por (Medina et al., 2015), concluimos que el Compost 1 del trabajo de Alemán es el más semejante al biol LEVA y biol BACID por su composición de nutrientes, su elevada cantidad de materia orgánica y su pH. A los 7 días después del trasplante, no se aprecian discrepancias estadísticamente significativas en el conteo de hojas al emplear distintos tipos de fertilizantes orgánicos. Esta conclusión resulta razonable, dado que en este punto temporal las plantas aún se encuentran en su fase de aclimatación al sustrato nuevo, es decir, al suelo, y están en proceso de recuperación del estrés causado por el trasplante. Se observó una diferencia mayor a partir del día 20 donde los compuestos orgánicos en base a compost registraron un mejor resultado en las características morfológicas de la lechuga y el biol de dicho trabajo mostró los resultados más bajos, debido a sus escasos valores nutricionales mostrados en las tablas del

mismo estudio. En cuanto a los valores nutricionales que no se asemejan a los obtenidos por el biol LEVA y biol BACID que se encuentra representado de las Figuras 18, 19 y 20 las características morfológicas de altura, número de hojas y diámetro de hojas se obtuvo un crecimiento constante y relativo a los tratamientos T0, T1 y T2 destacando las plántulas fertilizadas a los 14 ddt y 21 ddt, siendo que en el día 14 se observó un crecimiento más significativo respecto al T0 alcanzando valores de hasta un 10 % promedio superior en altura para el T1 y un 11 % promedio superior en altura en el T2.

De igual manera, para el número de hojas los ejemplares de lechuga fertilizados (T1 y T2) desarrollaron para el día 21 una mayor cantidad de hojas promedio respecto a los ejemplares Testigo (T0) y, además, en cuanto al diámetro de hojas en el día 14 se obtuvo un aumento significativo del 5 % en el T1 respecto a T0 y un aumento aún más significativo del 7 % promedio mayor al tratamiento testigo.

A modo de cierre, se determinó el efecto del uso de bacterias ácido lácticas inoculadas en el biol sobre el desarrollo de las características morfológicas de la lechuga (*Lactuca sativa*) que tal como ha sido expuesto en las líneas anteriores el factor agregado de las bacterias ácido lácticas inoculadas genera tanto un pH de tendencia más ácida en la solución del fertilizante líquido, como también, en actuación sobre las plántulas fomenta un mejor y más acelerado desarrollo y crecimiento. El método estadístico T de Dunnet nos permitió hallar las diferencias significativas para los 3 caracteres morfológicos evaluados en comparación con la muestra control o testigo. Se concluyó que el biol BACID fue el que tuvo mayor impacto en el crecimiento de la altura de la planta y en el desarrollo del diámetro de las hojas, para el número de hojas no existió un impacto significativo.

Todo este análisis nos lleva a concluir que nuestra hipótesis alternativa se encontró de manera aprobatoria dado que la aplicación de los bioles tuvo un efecto significativo sobre el crecimiento de las plántulas de lechuga, también, se puede observar que aunque el impacto

de los bioles sobre el desarrollo de los organismos estudiados no fue descomunal este no se puede descartar ya que como mencionan (Cedeño M. & Pacheco J., 2022) esta fertilización ayuda favorablemente al crecimiento de las plantas, mediante el mejoramiento de la disponibilidad hídrica en los suelos y la creación de microclimas óptimos, lo cual directamente favorece el crecimiento de raíces y hojas, además, de funcionar como una posible alternativa al cultivo con fertilizantes químicos los cuáles son los más utilizados y vistos como única opción en muchos casos para el sector agrícola del medio nacional.

4.2 CONCLUSIONES

Se evaluó el efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) en maceteros. Los resultados obtenidos indican que los dos tipos de bioles utilizados en este estudio, identificados como LEVA y BACID, ejercieron un impacto diferencial en las características morfológicas del crecimiento de la lechuga. Las variaciones observadas en la altura de las plantas, número de hojas y diámetro de hojas evidenciaron que la elección del fertilizante puede influir de manera significativa en el desarrollo de la lechuga.

Se analizó el pH, olor, conductividad eléctrica, tensión eléctrica y temperatura de dos tipos de bioles durante el proceso de fermentación. En consecuencia, con los datos derivados revelan que el proceso de fermentación tiene un impacto significativo en las propiedades físicas y químicas de los bioles evaluados. Se observaron cambios notables en el pH, sugiriendo alteraciones en la acidez de los bioles durante el curso de la fermentación. La evaluación del olor durante la fermentación proporciona información crucial sobre la calidad de los bioles. Los cambios en la conductividad y la tensión eléctricas refuerzan la dinámica de los procesos químicos y biológicos en juego.

Se comparó la altura de la planta, número y diámetro de hojas en el crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) obtenida por la fertilización a través de los dos tipos de bioles. Los hallazgos revelan diferencias sustanciales en la altura de la planta, número y diámetro de hojas entre las lechugas fertilizadas con los dos tipos de bioles estudiados. Estos resultados indican claramente que la elección del biol tiene un impacto directo en el desarrollo de la lechuga, sugiriendo posibles variaciones en la disponibilidad de nutrientes y compuestos bioactivos esenciales para el crecimiento óptimo de la planta. La aplicación de bioles emergió como una estrategia efectiva para optimizar los parámetros morfológicos de la lechuga. La altura incrementada de la planta y el aumento en el número y diámetro de las hojas en comparación con los controles no fertilizados resaltan la capacidad de los bioles para proporcionar nutrientes.

Se evaluó el efecto del uso de bacterias ácido lácticas inoculadas en el biol sobre el desarrollo de las características morfológicas de la lechuga (*Lactuca sativa*). A lo largo de este estudio el factor común indica una mejora significativa en las características morfológicas de la lechuga cuando se utiliza un biol inoculado con bacterias ácido-lácticas. Se observaron aumentos notables en la altura de la planta, así como en el número y tamaño de las hojas, lo que sugiere una influencia positiva de estas bacterias en el desarrollo vegetal. La presencia de bacterias ácido-lácticas en el biol parece desempeñar un papel crucial en la mejora del crecimiento de la lechuga. Estos microorganismos pueden estar facilitando procesos como la descomposición de materia orgánica, la fijación de nitrógeno y la liberación de compuestos beneficiosos, lo que contribuye directamente a la salud y vigor de las plantas.

REFERENCIAS

- Alemán, R., Bravo, C., & Fargas, M. (2018). *Fertilización orgánica en cultivos de lechuga (Lactuca sativa L) y rábano (Raphanus L) en la Amazonía Ecuatoriana*. https://www.researchgate.net/publication/329512205_Fertilizacion_organica_en_cultivos_de_lechuga_Lactuca_sativa_L_y_rabano_Raphanus_sativus_L_en_la_Amazonia_Ecuatoriana
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7–20. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162016000100001&lng=es&tlng=es
- Bosch, M., Costa, J., Cabria, F., & Aparicio, V. (2012). *Relación entre la variabilidad espacial de la conductividad eléctrica y el contenido de sodio del suelo*. 30(2), 95–105. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672012000200003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Carranza, C., Lancho, O., Miranda, D., & Chaves, B. (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Batavia cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*, 27(1), 41–48.
- Cedeño M., & Pacheco J. (2022). *Efectos de diferentes dosis de abonos orgánicos en Iso indicadores morfológicos y productivos de plantas de pimiento (Capsicum annum L.) cultivadas en macetas*.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1985). *Frijol: Investigación y Producción* (M. López, F. Fernández, & A. Schoonhoven, Eds.). <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/77975>
- Chonillo, P. (2021). *Efecto de cuatro bioestimulantes en la resistencia sistémica inducida del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) y tomate (Solanum lycopersicum Mill.) bajo invernadero* [Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3876>
- FONCODES. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: Biol, compost y humus Proyecto "Mi chacra emprendedora - Haku wiñay": Vol. Manual Técnico N° 5*. <https://catalogobiam.minam.gob.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4522>
- Gallegos, T., Acosta, I., & Jara, J. (2022). Preparación de biol a partir de residuos orgánicos. *RedBioLAC*, 6(1), 51–55.
- Magdama F. (2010). *Estudio del efecto de Bioles y cepas de Trichoderma sp. aisladas de zonas cacaoteras, como alternativas de control de Moniliophthora roreri, en condiciones in vitro*.
- 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. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.772>
- Mendivil, C., Nava, E., Armenta, A., & Ruelas, R. (2019). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Revista de Ciencias*

Biológicas y de La Salud, XXII(1).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562020000100017

- Merino, J., & Yahuara, I. (2019). *Biofertilización a través del "Bocashi" para la mejora de la producción de culantro (Coriandrium sativum) y rabanito (Pahanus sativus)*, *Pakuy 2019* [Universidad de Lambayeque]. <https://repositorio.udl.edu.pe/xmlui/handle/UDL/371>
- Orellana, T., Manzano, P., Chávez, E., Ruiz, O., León, R., Orellana, A., & Peralta, E. (2013). *Estándares de fermentación y maduración artesanal de bioles*. 2, 1–7.
- Peralta, L., Juscamaíta, J., & Meza, V. (2016). Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología Aplicada*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i1.577>
- Perez A. (2007). *Efecto de la fertilización foliar orgánica a base de bioles en la producción de camu camu (Myrciaria dubai H.B.K Mc Vaugh) en un entisols de Pucallpa*.
- Pérez, C. (2017). *Comparación del efecto de productos derivados del digestato obtenido en la digestión anaerobia de residuos de supermercado* [Universidad de Oviedo]. <http://hdl.handle.net/10651/43744>
- Pérez, M., Peña, E., Lago, E., Batista, Y., & Hechavarría, A. (2017). *Producción de biol y determinación de sus características físico-químicas*.
- Ramos, D., Terry, E., Soto, F., Cabrera, A., Martín, G., & Fernández, L. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 165–174. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2893.9763>
- Reyes, J., Rivero, M., García, E., Beltrán, F., & Ruiz, F. (2020). Aplicación de quitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*, XXII(3). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562020000300156
- Rojas, F., Palma, D., Salgado, S., Obrador, J., & Arreola, J. (2020). Elaboración y caracterización nutrimental de abonos orgánicos líquidos en condiciones tropicales. *Agro Productividad*, 13(4). <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1590>
- Rüdiger, A. (1975). Determinación del pH en diversas especies de los renovales de la provincia de Valdivia. *Centro de Información de Recursos Naturales*, 1(1), 3–5. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/20380>
- Sepúlveda, G. (2021). *Evaluación de la respuesta de lechuga (Lactuca sativa) cv. cresspa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y organomineral*. Universidad de Ciencias Ambientales Aplicadas.
- Su, N., & Arostegui, N. (2020). Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado a partir de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de *Allium cepa* [Universidad

Peruana Unión]. In *Repositorio Virtual Universidad Peruana Unión*.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3241>

Toasa, F. (2012). *Validación de los métodos de ensayo para fenoles, tensoactivos, sólidos suspendidos y total de sólidos disueltos (TDS)* [Universidad Central de Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/894>

Valencia, D., Choque, L., & Tinco, E. (2022). Evaluación de la col rizada (*Brassica oleracea* var. Sabellica) a diferentes volúmenes de sustrato y concentraciones de biol. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 6(1), 22–27.

Warnock, R., Valenzuela, J., Trujillo, A., Madriz, P., & Gutiérrez, M. (2006). Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. *Agronomía Tropical*, 56(1), 21–42.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000100002

Xiu, P. (2018). *Efectos de bioles en brócoli (Brassica oleracea) y lechuga (Lactuca sativa) en la zona hortícola de Cartago, Costa Rica* [Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE].
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200005&lng=es&tlng=es

ANEXOS


ANEXO 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: “Evaluación del efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) en maceteros, Trujillo 2023”

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: Lechuga	La lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>) es una planta anual de la familia Asteraceae. Se cultiva sobre todo como verdura de hoja, pero a veces también por su tallo y sus semillas. La lechuga se utiliza sobre todo para las ensaladas.	La lechuga es una planta con un área foliar amplia de manera natural, por lo tanto, se utiliza para la prueba de desarrollo con bioles debido al tipo de aplicación del fertilizante mencionado.	Características Morfológicas	Altura de la planta Diámetro y Numero de hojas	Medición directa
VARIABLE INDEPENDIENTE: Biol	El biol es un abono foliar orgánico líquido, preparado a base de estiércol fresco y otros ingredientes orgánicos, los cuales son fermentados en recipientes herméticamente cerrados, donde no debe ingresar aire. El biol por lo general se aplica al follaje (hojas y tallos) de las plantas.	El fertilizante denominado “biol” es de origen totalmente orgánicos y se desarrolla en base a fermentación, este se aplica sobre el follaje de la plántula, incentivando su crecimiento.	pH Olor Conductividad Carga eléctrica Solidos suspendidos Temperatura	pH Percepción uS mV Ppm °C	Multiparámetro

ANEXO 2.1 – PRIMER FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS – FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
Título de la investigación:	Efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en maceteros, Trujillo 2022-2023.			
Línea de investigación:	Desarrollo sostenible y gestión empresarial			
Apellidos y nombres del experto:	AUGUSTO RAFAEL RABANAL RUBIO			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Parámetros fisicoquímicos de bioles Características morfológicas de Lechugas			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado? ^o	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
<p>Fuente: Propia</p>				
<p>Sugerencias: <i>Continuar con este tipo de trabajos de Investigación.</i></p>				
 Firma del experto CIP: 24110				

ANEXO 2.2 – SEGUNDO FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS – FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título de la investigación:	Efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en maceteros, Trujillo 2022-2023.
Línea de investigación:	Desarrollo sostenible y gestión empresarial
Apellidos y nombres del experto:	MONJA RUIZ, PEDRO EMILIO
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Parámetros fisicoquímicos de bioles Características morfológicas de Lechugas

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Fuente: Propia

Sugerencias: Importante aplicar el test de confiabilidad, para en lo sucesivo otros investigadores puedan aplicar este instrumento con las mismas condiciones experimentales (clima, suelo, temperatura y otros) sin cambiar sustancialmente sus resultados.

Firma del experto
CIP: 156050

ANEXO 2.3 – TERCER FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS – FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS


Título de la investigación:	Efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en maceteros, Trujillo 2022-2023.
Línea de investigación:	Desarrollo sostenible y gestión empresarial
Apellidos y nombres del experto:	NARCIZO VALDERRAMA. MARCOS MAXIMO
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Parámetros fisicoquímicos de bioles Características morfológicas de Lechugas

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Fuente: Propia

Sugerencias:

 Firmado digitalmente
por Marcos Máximo
Narcizo Valderrama
Fecha: 2023.06.18
20:57:30 -05'00'

Firma del experto
CIP: 248877

ANEXO 2.4 – FORMATO DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DBCA															
TESTIGO															
DDT (Después de trasplante)	DÍA 7			DÍA 14			DÍA 21			DÍA 28			DÍA 35		
ALTURA															
NUMERO DE HOJAS															
DIÁMETRO DE HOJAS															
BIOL + LECHE CORTADA (LEVA)															
DDT (Después de trasplante)	DÍA 7			DÍA 14			DÍA 21			DÍA 28			DÍA 35		
ALTURA															
NUMERO DE HOJAS															
DIÁMETRO DE HOJAS															
BIOL + BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BACID)															
DDT (Después de trasplante)	DÍA 7			DÍA 14			DÍA 21			DÍA 28			DÍA 35		
ALTURA															
NUMERO DE HOJAS															
DIÁMETRO DE HOJAS															

ANEXO 3.1 – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLOGICA (DIRECCIÓN DE VIENTO)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LDV-0040-2022

Expediente : 01148

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2022-10-04

1. Solicitante : ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.

Dirección : AV. JULIO BAYLETTI NRO. 440 INT. 1 URB. JAVIER PRADO - SAN BORJA

2. Instrumento calibrado : ESTACIÓN METEOROLÓGICA (DIRECCIÓN DE VIENTO)

Marca : DAVIS INSTRUMENT

Modelo : VANTAGE PRO2

N° de serie : BE200722009

Código : EM-OPE-544

Alcance : 0° a 360°

Resolución : 1°

Procedencia : U.S.A.

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de metrología de ALAB

4. Fecha de calibración : 2022-09-28

5. Método de calibración :

La calibración se realizó por comparación directa usando patrones calibrados.

6. Trazabilidad :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Trazabilidad
EM-OPE-854	Brújula	MT-1265-2021 / METRINDUST
EM-OPE-892	Medidor de campo Electromagnético	CCP-0359-002-20 / ELICROM
PTF-002	Cronómetro	1031-12170028 / Control Company

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Erika M. Palomino Limache
Responsable del Laboratorio

7. Condiciones de Calibración :

	INICIO	FINAL
Temperatura ambiental	20,5 °C	20,7 °C
Humedad relativa	64,5 % h.r.	65,2 % h.r.

8. Resultados de la Calibración :

Valor nominal (°)	Patrón (°)	Instrumento (°)	Corrección (°)	Incertidumbre (°)
0	0	0	0	0,8
90	90	90	0	0,9
180	180	181	-1	1,1
270	270	271	-1	1,1
360	360	361	-1	1,2

Dirección de viento convencionalmente verdadera (DVCV) resulta de la relación:
DVCV = Indicación del instrumento + corrección

Tiempo de Estabilización (segundos)
14,72

Sensibilidad a variaciones de campo magnetico (µT)	Resultados
2	Conforme
4	Conforme
6	Conforme

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° **023301**.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 3.2 – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETRO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LHA-0297-2022

- Expediente : 01148 Página 1 de 2
- Fecha de emisión : 2022-10-04
1. Solicitante : ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.
- Dirección : AV. JULIO BAYLETTI NRO. 440 INT. 1 URB. JAVIER PRADO - SAN BORJA.
2. Instrumento calibrado : HIGRÓMETRO Y TERMÓMETRO AMBIENTAL (TERMOHIGRÓMETRO)
- Marca : DAVIS INSTRUMENTS
- Modelo : VANTAGE PRO2
- N° de serie : BE200722009
- Código : EM-OPE-544
- Alcance : -40 °C a 65 °C ; 0 %h.r. a 100 %h.r.
- Resolución : 0,1°C ; 1 %h.r.
- Procedencia : U.S.A.
3. Lugar de calibración : En el laboratorio de Temperatura y Humedad de ALAB E.I.R.L.
4. Fecha de calibración : 2022-09-27 al 2022-09-28
5. Método de calibración :
- La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el procedimiento:
- PC-026 "Procedimiento para la calibración de higrómetros y termómetros ambientales". Primera Edición. 2019. INACAL.
6. Trazabilidad :
- Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

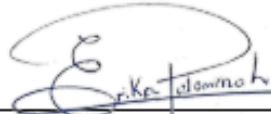
ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTH-002	Termohigrómetro Digital Marca: Vaisala; Modelo: MI70 Exactitud: ± 1,2 % a 1,7 %	LH- 021 -2022
PTT-005	Termómetro Digital Marca: Delta Ohm; Modelo: HD 2107.1 Exactitud: ± 0,3 °C	LTA-0135-2022


Erika M. Palomino Limache
Responsable del Laboratorio

7. Condiciones de Calibración :

	INICIO	FINAL
Temperatura ambiental	22,3 °C	22,5 °C
Humedad relativa	64,6 % h.r.	61,0 % h.r.

8. Resultados de la Calibración :

Para el Termómetro interno

Temperatura Indicada (°C)	Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
12,0	10,28	-1,72	0,48
17,2	15,08	-2,12	0,48
27,4	25,01	-2,39	0,48
32,1	30,08	-2,02	0,48

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$$

Para el Higrómetro

Humedad Relativa Indicada (%h.r.)	Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera (%h.r.)	Corrección (%h.r.)	Incertidumbre (%h.r.)
25	20,07	-4,93	2,2
65	60,01	-4,99	2,2
93	89,99	-3,01	2,5

La Humedad Relativa convencionalmente verdadera (H.R.CV) resulta de la relación:

$$H.R.CV = \text{Indicación del Higrómetro} + \text{corrección}$$

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"; N° 023301.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- La temperatura promedio dentro de la cámara climática, durante la calibración del higrómetro fue: 22,91° C
- (*) Código de identificación asignado a solicitud del cliente.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 3.3 – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE BARÓMETRO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LPA-0129-2022

Expediente : 01148
Fecha de emisión : 2022-10-04

1. Solicitante : ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A

Dirección : AV. JULIO BAYLETTI NRO. 440 INT. 1 URB. JAVIER PRADO - SAN BORJA

2. Instrumento calibrado : INSTRUMENTO DE PRESIÓN ABSOLUTA (BARÓMETRO)

Marca : DAVIS INSTRUMENT

Modelo : VANTAGE PRO2

N° de serie : BE200722009

Código : EM-OPE-544

Alcance : 550 mbar a 1100 mbar

Resolución : 0,1 mbar

Procedencia : U.S.A.

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de Presión de ALAB E.I.R.L.

4. Fecha de calibración : 2022-09-29

5. Método de calibración :

Página 1 de 2

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el procedimiento PC-024 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de presión absoluta (barómetros)". Primera Edición. 2018.

6. Trazabilidad :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTP-005	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE PRESIÓN ABSOLUTA	LFP-056-2021 / INACAL-DM

Erika M. Palomino Limache
Responsable del Laboratorio

Certificado de calibración N° LPA-0129-2022

Página 2 de 2

7. Condiciones de Calibración :

Temperatura ambiental	Inicial :	22,1 °C	Final :	22,4 °C
Humedad relativa	Inicial :	63,2 %	Final :	64,4 %
Presión atmosférica	Inicial :	1011,6 mbar	Final :	1011,0 mbar

8. Resultados de la Calibración :

Indicación del instrumento a calibrar mbar	Error mbar	Indicación del instrumento Patrón mbar	Incertidumbre mbar
806,3	6,27	800,03	0,52
905,7	5,77	899,93	0,52
1 007,2	7,34	999,86	0,52
1 106,3	6,27	1 100,03	0,52

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 023301.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La información del error máximo permitido fue tomada del manual del fabricante.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 3.4 – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN ANÉMOMETRO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LVVA-0051-2022

Expediente : 01148

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2022-10-04

1. Solicitante : ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.

Dirección : AV. JULIO BAYLETTI NRO. 440 INT. 1 URB. JAVIER PRADO - SAN BORJA

2. Instrumento calibrado : ANEMÓMETRO
(ESTACIÓN METEOROLÓGICA)

INDICADOR

Marca : DAVIS INSTRUMENT

Modelo : VANTAGE PRO2

N° de serie : BE200722009

Código : EM-OPE-544

Alcance : 1 m/s a 68 m/s

Resolución : 0,5 m/s

Procedencia : U.S.A.

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de Velocidad de Viento de ALAB E.I.R.L.

4. Fecha de calibración : 2022-09-30

5. Método de calibración :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el MVAL-LAB-6 "Procedimiento para la Calibración de anemómetros" de ALAB E.I.R.L.

6. Trazabilidad :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PVV-001	Anemómetro digital 0,019 m/s a 0,034 m/s	M-CCP-0848-003-22

Erick M. Palomino Limache
Responsable del Laboratorio

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Certificado de calibración N° LVVA-0051-2022

Página 2 de 2

7. Condiciones de Calibración :

Temperatura ambiental	Inicial :	22,1 °C	Final :	22,4 °C
Humedad relativa	Inicial :	65,0 %	Final :	64,2 %

8. Resultados de la Calibración :

Valor Nominal	Patrón	Instrumento	Corrección	Incertidumbre
m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
1	1,12	0,7	0,42	0,46
5	5,14	4,7	0,44	0,46
8	8,29	7,8	0,49	0,68
10	10,20	9,8	0,40	0,68
15	15,29	14,9	0,39	0,68

Valor convencionalmente verdadera (VCV) Resulta de la indicación :
Indicación del anemómetro + corrección

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 023301.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 3.5 – FICHA TÉCNICA DE BALANZA DE PRECISIÓN DIGITAL

BIOBASE®



BALANZA DE PRECISION ELECTRONICA

Características

- * AC / DC intercambiable, nivel de equilibrio, pantalla LCD, respuesta de pesaje rápida y alta estabilidad.
- * El sensor adopta un dispositivo de bloqueo exclusivo, que garantiza la protección del equilibrio durante el transporte.

Funciones

- * Operaciones del sistema: incluyendo recuento automático, porcentaje, calibración automática, calibración multipunto, pesos estándar (opcional).
- * Múltiples funciones garantizan un funcionamiento fácil y confiable, incluida la conversión de la unidad (quilates métricos, onzas de oro, etc.), estabilidad, memoria, operación a gran escala.
- * La interfaz de salida RS232C incorporada garantiza la conexión directa a equipos externos como computadora e impresora.

Fuente de alimentación

AC110 / 220V ± 10%, 50 / 60Hz

Capacidad <10 kg: cable de alimentación, posición de reserva de batería seca (AA * 6 unids), sin batería

Capacidad ≥10 kg: cable de alimentación, acumulador.



MODELO	CAPACIDAD	TIPO DE PLATO	PRECISION	FUENTE DE ALIMENTACION
BE6002	0 ~ 600g	Φ125mm	0,01g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE10002	0 ~ 1000g	130 * 130 mm	0,01g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE20002	0 ~ 2000g	130 * 130 mm	0,01g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE30002	0 ~ 3000g	160 * 160 mm	0,01g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE60001	0 ~ 6000g	160 * 160 mm	0,1g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE100001	0 ~ 10000g	255 * 190 mm	0,1g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE200001	0 ~ 20000g	255 * 190 mm	0,1g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE300001	0 ~ 30000g	255 * 190 mm	0,1g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE6001N	0 ~ 600g	Φ125mm	0,1g	220V ± 10%, 50 / 60Hz
BE10001N	0 ~ 1000g	Φ125mm	0,1g	220V ± 10%, 50 / 60Hz

ANEXO 3.6 – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDOR DE PH



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQA-0151-2022

Expediente : 0001467

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2022-11-08

- 1. Solicitante** : Ecofluidos Ingenieros S.A
- 2. Dirección** : Av. Julio Bayletti Nro. 440 Int.1 Urb. Javier Prado - San Borja
- 3. Instrumento** : **Medidor de pH (Multiparámetro)**
- Marca : OAKTON
- Modelo : pH BNC 10
- Número de serie : T101174061
- Serie del electrodo : 56205
- Identificación : No Indica
- Procedencia : China
- Intervalo de medida : -1 a 15 pH
- Resolución : 0,01 pH
- 4. Lugar de calibración** : En el Laboratorio de Físicoquímica de ALAB E.I.R.L.
- 5. Fecha de calibración** : 2022-11-08
- 6. Método de calibración** :
La calibración se realizó por comparación con material de referencia certificado según el procedimiento PC-020 "Procedimiento para la calibración de medidores de pH". Segunda Edición. 2017. INACAL.

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades .

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

7. Trazabilidad :

Se utilizó los siguiente materiales de referencia certificados :

pH	N° Lote	Certificado de Análisis	Incertidumbres (pH)
4,007	CC721421	4280-12172020	0,011
6,995	CC729852	4281-12451546	0,011
10,009	CC720358	4282-12147180	0,011

Un termómetro de código PTT-001 con Certificado de Calibración N° LT - 008 - 2022

Meyler Villalobos Bravo
Responsable del Laboratorio de Físicoquímica

Certificado de Calibración N° LFQA-0151-2022

Página 2 de 2

8. Condiciones ambientales :

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental :	25,2 °C	24,7 °C
Humedad Relativa :	60 % h.r.	60 % h.r.

9. Resultados :

INDICACIÓN PROMEDIO DEL PHMETRO (pH)	SOLUCIÓN TAMPÓN (BUFFER) PATRÓN (pH)	ERROR PROMEDIO ENCONTRADO (pH)	INCERTIDUMBRE (pH)
4,02	4,007	0,013	0,014
7,01	6,995	0,015	0,014
10,02	10,009	0,011	0,014

Valor de la solución tampón patrón = Indicación promedio del pHmetro - Error promedio encontrado.

Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C .

La incertidumbre de la medición se da con un nivel de confianza aproximado del 95 % con un factor de cobertura $k = 2$.

10. Observaciones :

La indicación promedio del pHmetro es el resultado de promediar 3 mediciones.

Antes del ajuste las lecturas del equipo para los patrones 4,007 pH; 6,995 pH y 10,009 pH fueron 3,70 pH ; 6,96 pH y 10,15 pH respectivamente .

Después del ajuste las lecturas del equipo para los patrones 4,007 pH; 6,995 pH y 10,009 pH fueron 4,01 pH ; 7,01 pH y 10,01 pH respectivamente .

El Coeficiente de correlación obtenido es (0,999) y se encuentra dentro de los límites establecidos "mayor a 0,995 y menor a 1,005" según el procedimiento de calibración.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva en el instrumento con la indicación "CALIBRADO" y N° IM-00118 .

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 3.7 – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE CONDUCTÍMETRO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQA-0152-2022

Expediente : 2022-001467

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2022-11-08

- Solicitante** : Ecofluidos Ingenieros S.A
- Dirección** : Av. Julio Bayletti Nro. 440 Int.1 Urb. Javier Prado - San Borja
- Instrumento** : **CONDUCTÍMETRO**
Marca : Hanna
Modelo : No Indica
Serie : KF15005
Serie del electrodo : No Indica
Procedencia : No Indica
Código de identificación : EM-OPE-1317
Intervalo de Indicación : 0 $\mu\text{S/cm}$ a 3999 $\mu\text{S/cm}$
Resolución : 1 $\mu\text{S/cm}$; ;
Ubicación : No Indica
- Lugar de calibración** : Laboratorio de Fisicoquímica de ALAB
- Fecha de calibración** : 2022-11-08
- Método de calibración** :
La calibración se realizó por comparación con material de referencia certificado según el procedimiento PC-022 "Procedimiento para la calibración de Conductímetros" Primera Edición. 2014. INDECOPI.

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

7. Trazabilidad :

Valor Certificado a 25 °C	N° de lote	Certificado de Análisis	Incertidumbre (k=2)
99,50 $\mu\text{S/cm}$	CC22752	4566-13392245	0,80 $\mu\text{S/cm}$
999,00 $\mu\text{S/cm}$	CC22763	4567-13401824	3,00 $\mu\text{S/cm}$
1415,00 $\mu\text{S/cm}$	CC22679	4573-13358035	3,00 $\mu\text{S/cm}$

Código	Instrumento Patrón	Certificado o informe de calibración
PTT-001	Termómetro digital	LT - 008 - 2022

8. Condiciones de calibración :

	Inicial	Final
Temperatura ambiental :	24,7 °C	24,9 °C
Humedad relativa :	55,7 % H.R.	55,9 % H.R.

Meyler Villalobos Bravo
Responsable del Laboratorio de Fisicoquímica

9. Resultados :

Valor del Certificado	Lectura promedio del equipo	Error	Incertidumbre
99,5 $\mu\text{S/cm}$	147 $\mu\text{S/cm}$	47,5 $\mu\text{S/cm}$	2,1 $\mu\text{S/cm}$
999,0 $\mu\text{S/cm}$	1000 $\mu\text{S/cm}$	1,0 $\mu\text{S/cm}$	4,8 $\mu\text{S/cm}$
1415,0 $\mu\text{S/cm}$	1409 $\mu\text{S/cm}$	-6,0 $\mu\text{S/cm}$	5,0 $\mu\text{S/cm}$

$$\text{Valor Certificado} = \text{Lectura promedio del equipo} - \text{Error}$$

10. Observaciones :

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y N° IM-00117.
- El lectura promedio del equipo se obtiene del promedio 3 mediciones.
- Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C .
- Valor de la constante de celda del instrumento es : 0,392 1/cm.
- Las incertidumbres de medición expandidas reportadas son las incertidumbres de medición estándares multiplicadas por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

(FIN DEL DOCUMENTO)

ANEXO 3.8 – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TERMOMETRO DIGITAL



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTA-0231-2022

Expediente : 0001356

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2022-11-07

1. Solicitante : Ecofluidos Ingenieros S.A

Dirección : Av. Julio Baylelli Nro. 440 Int.1 Urb. Javier Prado - San Borja

2. Instrumento calibrado : TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL

INDICADOR

Marca : Hanna

Modelo : NO INDICA

N° de serie : KF15005

Código : EM-OPE-1317

Alcance : 0 °C a 50 °C

Resolución : 0,1 °C

Procedencia : No Indica

Tipo de Sensor :

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de Temperatura de ALAB E.I.R.L.

4. Fecha de calibración : 2022-11-07

5. Método de calibración :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales". Segunda Edición. 2012. INDECOPI

6. Trazabilidad :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-014	Termómetro Digital de incertidumbre 0,016 C a 0,046 C	LT-217-2022 / INACAL-DM
PTT-026	Termómetro Digital de incertidumbre 0,016 C a 0,046 C	LT-218-2022 / INACAL-DM

Erika M. Palomino Limache
Responsable del Laboratorio

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Certificado de calibración N° LTA-0231-2022

Página 2 de 2

7. Condiciones de Calibración :

Tiempo de estabilización : 10 min

Profundidad de inmersión : 9 cm

Temperatura ambiental Inicial : 22,1 °C Final : 22,5 °C

Humedad relativa Inicial : 59,0 % h.r. Final : 62,1 % h.r.

8. Resultados de la Calibración :

Indicación del termómetro °C	Temperatura convencionalmente verdadera °C	Corrección °C	Incertidumbre °C
15,0	15,045	0,045	0,083
25,0	24,929	-0,071	0,083
30,0	29,954	-0,046	0,083

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"; N° IM-00117
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 4.1 – CERTIFICADO DE CALIDAD BUFFER PH 4



Solución en su laboratorio

BUFFER pH 4.00

CERTIFICADO DE CALIDAD

Producto Identificación

Sinónimos: Ninguna

Peso Molecular: No aplicable

Formula Química: No aplicable

Composición, Ingredientes

Ingredientes	CAS No	Porcentaje	Peligro
Potassium Acid Phthalate	877-24-7	10 - 11%	Si
Water	7732-18-5	89 - 90%	No

3. Aplicaciones

Calibración de pH .

4. Presentación

En frascos plásticos de 500, 1000 mL

ANEXO 4.2 – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PH 7



solución en su laboratorio

BUFFER pH 7.00 CERTIFICADO DE CALIDAD

1. Producto Identificación

Sinónimos: Ninguna

Peso Molecular: No Aplicable

Formula Química: No Aplicable

2. Composición, Ingredientes

Ingredientes	CAS No	Porcentaje	Peligro
KH ₂ PO ₄	7778-77-0	0.5 – 2 %	No
Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	7558-79-4	1 – 3 %	Si
H ₂ O	7732-18-5	97- 99 %	No

3. Presentación

Frascos De Plásticos 100 ml, 500 ml ,1000 ml.

4. Aplicaciones

Calibración de pH.

5. Caducidad:

info@andinaeirl.com

Jirón Moquegua 606 int. 301 lima / teléfono: 01-4242524
www.andinaeirl.com

ANEXO 5.1 – DATA METEOROLÓGICA

Fecha	Hora de Registro	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión (mmHg)
9/10/2022	10:00:00	25.4	73	3	E	747.3
9/10/2022	11:00:00	25.6	68	2.7	NO	746.8
9/10/2022	12:00:00	27.5	71	6.3	SE	746.2
9/10/2022	13:00:00	26.5	72	6.3	SE	745.8
9/10/2022	14:00:00	26.5	71	6.3	O	745.4
9/10/2022	15:00:00	26.5	73	5.4	O	745.5
9/10/2022	16:00:00	26.1	78	4.9	SO	745.9
9/10/2022	17:00:00	24.9	79	4.8	SO	746.3
9/10/2022	18:00:00	23.8	79	4.5	O	747.1
9/10/2022	19:00:00	24.1	80	4.9	O	747.8
9/10/2022	20:00:00	24.2	80	3.1	NO	748.1
9/10/2022	21:00:00	23.4	80	2.7	SO	748.6
9/10/2022	22:00:00	24.3	80	2.7	SO	748.5
9/10/2022	23:00:00	23.9	81	3.6	SO	748.2
10/10/2022	00:00:00	23.5	80	3.1	SO	747.8
10/10/2022	01:00:00	23.5	86	3.1	NO	747.6
10/10/2022	02:00:00	23.1	87	2.2	NO	747.3
10/10/2022	03:00:00	22.4	83	1.8	NO	747.2
10/10/2022	04:00:00	23.2	82	1.3	NO	747.4
10/10/2022	05:00:00	23.1	81	0.9	NO	747.7
10/10/2022	06:00:00	23.1	81	1.8	E	748.2
10/10/2022	07:00:00	22.9	78	2.2	S	748.2
10/10/2022	08:00:00	24.5	74	2.7	NO	748.3
10/10/2022	09:00:00	26.1	67	3.1	SO	748.3
Promedio		24.50	77.67	3.48	NO	747.31

ANEXO 5.2 – INFORME DE ENSAYO – 072



INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Nº de Referencia:	A-22/084705	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	ESCACORP S.A.C.
Análisis:	PE01-00021761-54	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	ESCACORP S.A.C.
Tipo Muestra:	AGUA POTABLE	Fecha Recepción:	15/07/2022	Contrato:	QMT-PE220700460
Fecha Inicio:	21/07/2022	Fecha Fin:	27/07/2022	Cliente 3ª(*):	CONSORCIO GREEN VALLEY S.A.C.
Descripción(*):	PLANTA GREEN				

Fecha/Hora	13/07/2022 14:45	Muestreado por:	*Cliente (*)
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	PLANTA GREEN		
Punto de Muestreo:	PLANTA GREEN		

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

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.

Roberto Chuquimayo Arellano
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/07/2022

N° de Referencia: A-22/084705
Descripción(*): PLANTA GREEN

Tipo Muestra: AGUA POTABLE
Fecha Fin: 27/07/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Metales Totales				
Aluminio Total	0,064	mg/L	±0,0070	
Antimonio Total	0,00083	mg/L	±0,00010 8	
Arsénico Total	0,00088	mg/L	±0,00010 5	
³² Azufre Total	54,9	mg/L	±16,17	
Bario Total	0,0140	mg/L	±0,00098	
Berilio Total	< 0,00001	mg/L	-	
¹¹² Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
¹¹² Boro Total	0,589	mg/L	±0,1118	
Cadmio Total	0,00048	mg/L	±0,00004 8	
⁴² Calcio Total	59	mg/L	±8,28	
¹⁴² Cerio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Cobalto Total	< 0,00003	mg/L	-	
Cobre Total	0,0038	mg/L	±0,00053	
Cromo Total	< 0,001	mg/L	-	
¹¹² Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
¹³⁸ Estroncio Total	0,35026	mg/L	±0,04553 4	
¹³ Fósforo Total	< 0,008	mg/L	-	
⁵⁶ Hierro Total	< 0,0300	mg/L	-	
¹³⁹ Litio Total	0,1774	mg/L	±0,01951	
¹² Magnesio Total	17,2	mg/L	±2,414	
Manganeso Total	0,00111	mg/L	±0,00014 4	
Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00261	mg/L	±0,00028 7	
Níquel Total	0,0036	mg/L	±0,00043	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	< 0,00006	mg/L	-	
³⁹ Potasio Total	3,6	mg/L	±0,468	
Selenio Total	< 0,00004	mg/L	-	
¹⁴ Silicio Total	6,95	mg/L	±1,789	
¹¹ Sodio Total	24	mg/L	±3,63	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	-	
⁴⁸ Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
¹¹² Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00140	mg/L	±0,00025 3	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
¹¹² Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Zinc Total	0,027	mg/L	±0,0045	

N° de Referencia: A-22/084705
Descripción(*): PLANTA GREEN

Tipo Muestra: AGUA POTABLE
Fecha Fin: 27/07/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
Metales Totales				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
³² Azufre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		3,70 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
²⁰⁸ Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
¹⁰ Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
⁴⁰ Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
¹³⁸ Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
¹¹² Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
⁸⁸ Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
³¹ Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
⁵⁶ Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
⁷ Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
²⁴ Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
³⁹ Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
¹⁴ Silicio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		1,56 mg/L
²³ Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(*) # Lim Cuantif/ Detec (valor a partir del cual declaramos (gelos) serían los resultados) Para los parámetros de Realizabilidad de el ANEX

N° de Referencia: A-22/084705
Descripción(*): PLANTA GREEN

Tipo Muestra: AGUA POTABLE
Fecha Fin: 27/07/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
Metales Totales				
*12 Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
*13 Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
*12 Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

ANEXO 5.3 – INFORME DE ENSAYO N° CGV.12422



1/2

EI-PPA-01-F01: INFORME DE ENSAYO N° CGV.12422

CLIENTE: CONSORCIO GREEN VALLEY S.A.C
N° CONTRATO: 28622
MUESTRA(S):

Durba -01A

TIPO DE ANÁLISIS: Fisicoquímico
LUGAR DE MUESTREO: Planta Green
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA(S): 13/07/2022 16:36:00
FECHA INICIO DE ANÁLISIS: 13/07/2022 17:25:00
FECHA EMISIÓN DEL INFORME: 27/07/2022 10:00:00

Mtgo. Ronald Córdova Cuba
CBP 4995
Director Técnico de Escaind

Rev.:02 Aprobado 10-2019

Los datos de la muestra brindados por el cliente, están bajo su responsabilidad, pudiendo afectar la validez de los resultados.
La validez de los resultados se relacionan solamente a la muestra sometida a ensayo y 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.

Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización previa y expresa de Escacorp SAC.

EI-PPA-01-F01: INFORME DE ENSAYO Nº CGV.12422

IDENTIFICACIÓN:	Durba -01A
Código de Laboratorio:	12422-1
TIPO MUESTRA:	Agua Potable
PRESENTACIÓN:	Botella de plástico
CANTIDAD:	1.2 Litros
LUGAR:	Planta Green
FECHA DE RECEPCIÓN:	13/07/2022
MAS CARACTERISTICAS.:	
-Toma de muestra realizada por el cliente -Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió -Fecha y Hora de muestreo: 13/07/2022 14:25 -Muestra recepcionada en el laboratorio bien sellada. Temperatura de recepción: 5.0°C	

Resultados

Análisis	Unidades	Resultado
Dureza Total	mgCaCO ₃ /L	218
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	299
Conductividad	uS/cm	539.5

Método de ensayo	Unidades	Norma de Referencia
Dureza Total	mgCaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Conductividad	uS/cm	SMWW. APHA, AWWA, WEF. parte. 2510 A y B. Edición 22° - 2017. Laboratory Method. Técnica Electrométrica

Méjgo. Ronald Cécido Cuba
 CBP 4995
 Director Técnico de Escaind



Rev.:02. Aprobado 10-2019

Los datos de la muestra brindados por el cliente, están bajo su responsabilidad, pudiendo afectar la validez de los resultados.
 La validez de los resultados se relacionan solamente a la muestra sometida a ensayo y 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.

Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización previa y expresa de Escaicorp SAC.

ANEXO 6 – SUPUESTOS DE VALIDACIÓN

I. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS ERRORES

ALTURA DE PLANTA

Gráficos

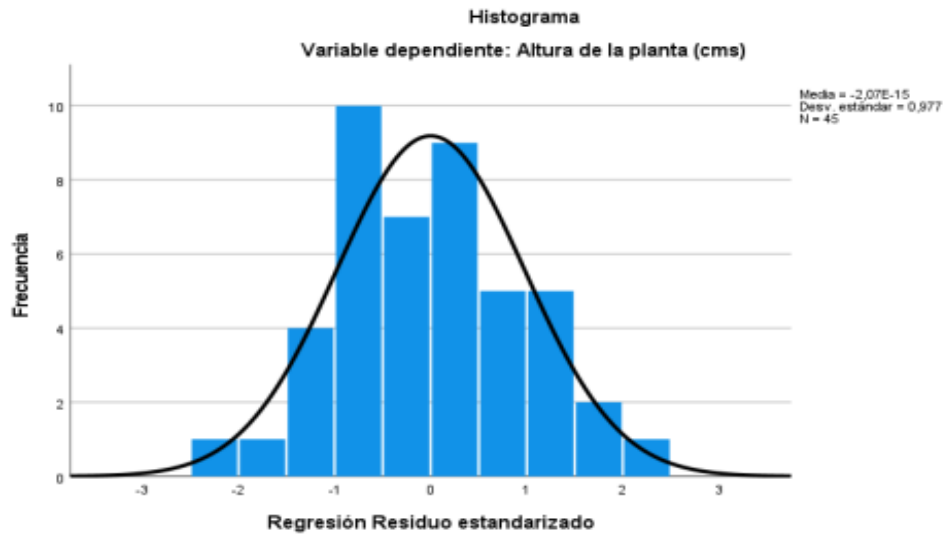
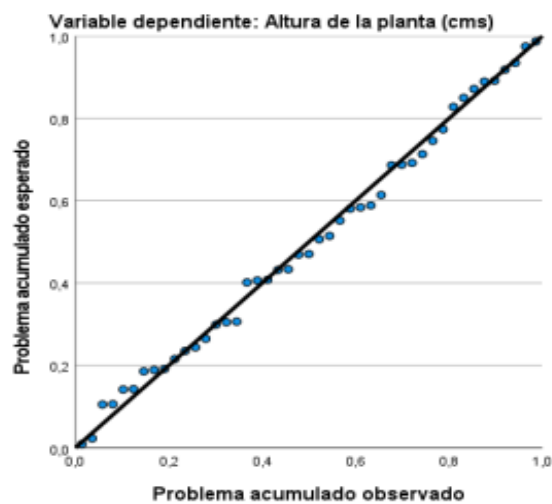


Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado



Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuos No estandarizados altura	,055	45	,200 [*]	,991	45	,979
Residuos estandarizados altura	,055	45	,200 [*]	,991	45	,979

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

NÚMERO DE HOJAS

Gráficos

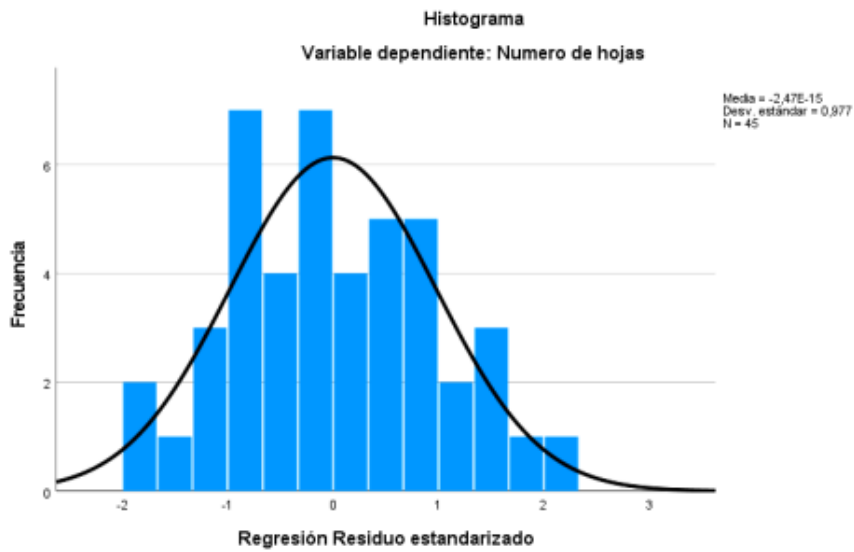
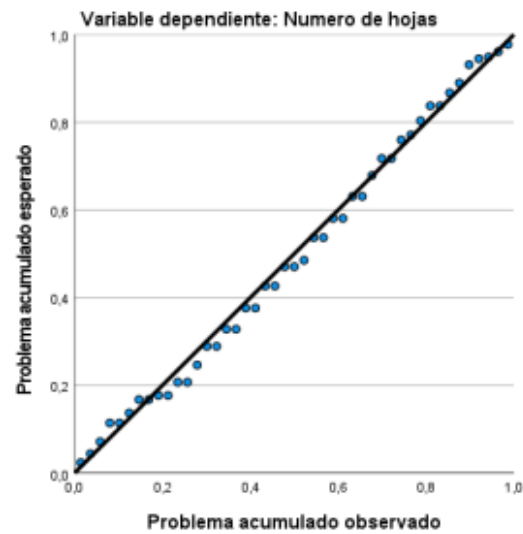


Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado



Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuos No estandarizados numero de hojas	,065	45	,200 [*]	,985	45	,802
Residuos estandarizados numero de hojas	,065	45	,200 [*]	,985	45	,802

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

DIÁMETRO DE HOJAS

Gráficos

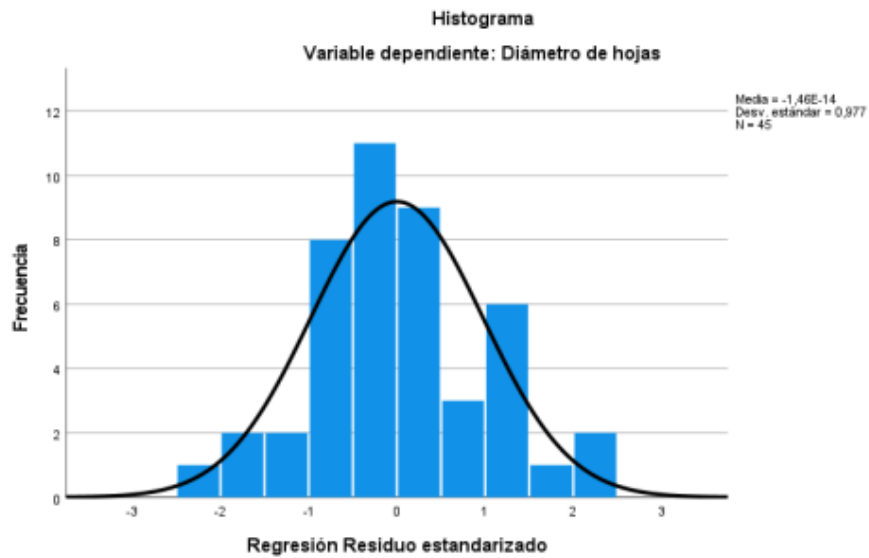
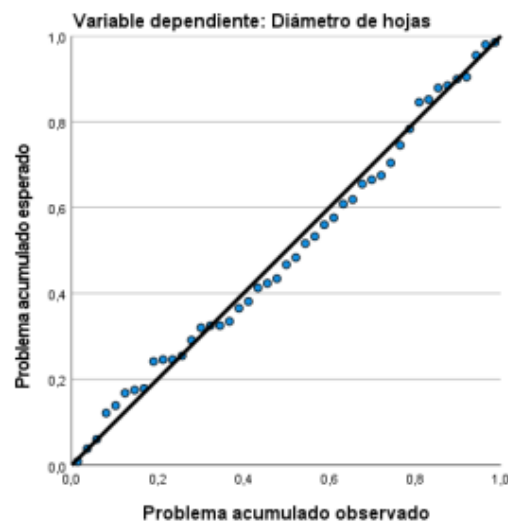


Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado



Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuos No estandarizados diámetro de hojas	,059	45	,200 [*]	,989	45	,940
Residuos estandarizados diámetro de hojas	,059	45	,200 [*]	,989	45	,940

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

II. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	
Altura de la planta (cms)	Se basa en la media	,008	2	42	,992
	Se basa en la mediana	,008	2	42	,992
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,008	2	41,932	,992
	Se basa en la media recortada	,008	2	42	,993
Numero de hojas	Se basa en la media	,055	2	42	,947
	Se basa en la mediana	,059	2	42	,942
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,059	2	41,929	,942
	Se basa en la media recortada	,056	2	42	,946
Diámetro de hojas	Se basa en la media	,007	2	42	,993
	Se basa en la mediana	,007	2	42	,993
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,007	2	41,916	,993
	Se basa en la media recortada	,007	2	42	,993

III. AUTOCORRELACION DE LOS ERRORES ALTURA

Autocorrelaciones

Serie: Residuos estandarizados altura

Retardo	Autocorrelación	Error estándar ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	,165	,144	1,310	1	,252
2	-,132	,143	2,170	2	,338
3	-,300	,141	6,692	3	,082
4	,000	,139	6,692	4	,153
5	-,045	,138	6,798	5	,236
6	,074	,136	7,092	6	,312
7	-,064	,134	7,321	7	,396
8	-,009	,132	7,325	8	,502
9	-,129	,130	8,303	9	,504
10	-,008	,129	8,307	10	,599
11	-,077	,127	8,680	11	,651
12	,065	,125	8,951	12	,707
13	-,202	,123	11,657	13	,556
14	-,272	,121	16,695	14	,273
15	,007	,119	16,699	15	,337
16	,336	,117	24,927	16	,071

a. El proceso subyacente asumido es independencia (ruido blanco).

b. Se basa en la aproximación de chi-cuadrado asintótica.

NUMERO DE HOJAS

Autocorrelaciones

Serie: Residuos standarizados numero de hojas

Retardo	Autocorrelación	Error estándar ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	-,080	,144	,305	1	,580
2	-,311	,143	5,077	2	,079
3	,286	,141	9,184	3	,027
4	-,037	,139	9,256	4	,055
5	-,277	,138	13,313	5	,021
6	,046	,136	13,427	6	,037
7	,179	,134	15,208	7	,033
8	-,273	,132	19,475	8	,013
9	-,066	,130	19,728	9	,020
10	,142	,129	20,943	10	,021
11	,045	,127	21,069	11	,033
12	-,038	,125	21,160	12	,048
13	-,065	,123	21,443	13	,065
14	,062	,121	21,702	14	,085
15	,010	,119	21,709	15	,116
16	,051	,117	21,897	16	,147

DIÁMETRO DE HOJAS

Autocorrelaciones

Serie: Residuos standarizados diámetro de hojas

Retardo	Autocorrelación	Error estándar ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	-,106	,144	,537	1	,464
2	-,258	,143	3,807	2	,149
3	,497	,141	16,254	3	,001
4	-,090	,139	16,669	4	,002
5	-,260	,138	20,253	5	,001
6	,168	,136	21,779	6	,001
7	-,033	,134	21,841	7	,003
8	-,188	,132	23,856	8	,002
9	,050	,130	24,001	9	,004
10	,039	,129	24,094	10	,007
11	-,309	,127	30,035	11	,002
12	-,208	,125	32,796	12	,001
13	,197	,123	35,357	13	,001
14	-,280	,121	40,711	14	,000
15	-,196	,119	43,427	15	,000
16	,339	,117	51,830	16	,000

ANEXO 7 – CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PERIODO 2022-2023																																													
Título de Tesis		Efecto de dos tipos de bioles en las características morfológicas de la lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>) en maceteros, Trujillo, 2022 - 2023																																											
Tesisistas		Bill Zenón Mostacero Molina Marvin Harold Tirado Zavaleta												Codigo de estudiante				N00113493 N00150887																											
Capítulo	Actividad	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
I. INTRODUCCIÓN	Búsqueda de antecedentes	■	■																																										
	Extracción de información			■	■																																								
	Sintetizar y redactar				■	■	■																																						
	Establecer objetivos e hipótesis					■	■	■																																					
II.METODOLOGIA																																													
E1. Preparación del "Biol"	Establecer ubicación					■	■																																						
	Armado del sistema anaerobio							■	■																																				
	Mezcla de insumos								■	■																																			
	Sellado de bioles									■	■																																		
E.2 Obtención del "Biol"	Control de parámetros fisicoquímicos									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
	Filtrado de biol																																												
	Almacenamiento de biol																																												
E.3 Germinación de lechuga	Preparación del sustrato																																												
	Riego de semillas																																												
E.4 Trasplante a macetero	Preparado de maceteros																																												
E.5 Fertilización de lechugas	Control de dosis de biol																																												
E.6 Toma de datos	Control de parámetros morfológicos																																												
E.7 Análisis de datos	IBM SPSS Statitics																																												
III.RESULTADOS																																													
Desarrollo de tablas y gráficos																																													
IV.DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES																																													
Contraste con antecedentes																																													

LEYENDA	■ Gabinete
	■ Campo

ANEXO 8 – EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



Imagen 1. Biol LEVA y Biol BACID sellados herméticamente y con sistema de escape de gases



Imagen 2. Homogenización de la muestra de biol LEVA

ANEXO 8.2 – MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA Y METEOROLOGÍA

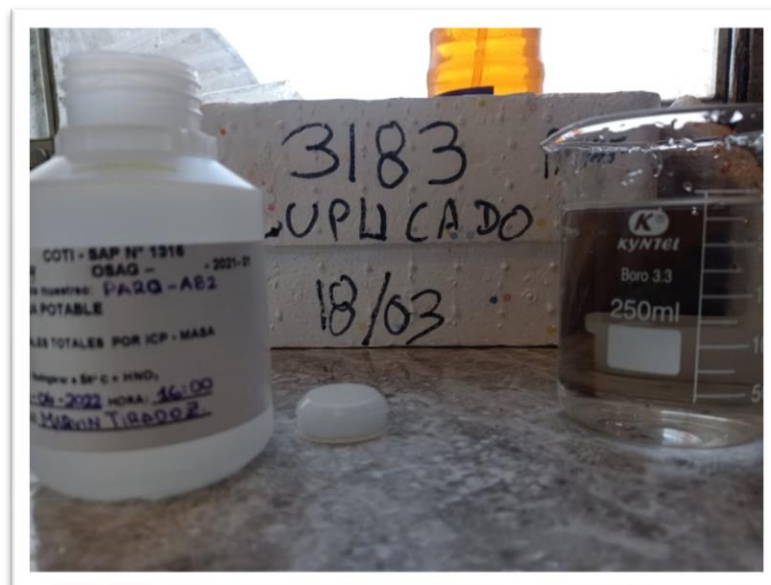


Imagen 3. Muestreo de agua para análisis de metales totales por ICP - código PA2Q-AB2



Imagen 4. Monitoreo de parámetros climáticos con la estación meteorológica DAVIS INSTRUMENT

**ANEXO 8.3 – TRASPLANTE DE PLANTULAS DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)
Y FERTILIZACIÓN**



Imagen 5. Macetas trasplantadas en proceso de fijación de raíces



Imagen 6. Fertilización de lechuga con biol LEVA al 5 % de concentración.