

APLICACIÓN FOLIAR DE BIOL EN DOS VARIEDADES DE FRUTILLA (*Fragaria* sp.) EN SISTEMA VERTICAL Y AMBIENTE ATEMPERADO

Foliar application of Biol on two varieties of strawberry (*Fragaria* sp.) in a vertical system and temperate environment

Luis Enrique Jarro Choque¹, Víctor Antonio Castaño Rivera^{2*}, Gladys J. Chipana Mendoza³

RESUMEN

Las condiciones climáticas extremas del altiplano, caracterizadas por alta radiación, heladas severas y una temperatura promedio de 6.5 °C, limitan severamente la producción de frutilla. A esto se suma la reducción de suelo cultivable por la presión urbana, lo que exige alternativas tecnológicas como ambientes atemperados y sistemas verticales que, debido a su intensidad, demandan insumos nutricionales sostenibles y de bajo costo. El objetivo de la investigación es evaluar el efecto de dos niveles de aplicación foliar de biol en el crecimiento y rendimiento de dos variedades de frutilla (*Fragaria* sp.) en sistema vertical y ambiente atemperado. El estudio se realizó en El Alto, Bolivia (3 840 m s.n.m.) entre 2022 y 2023. Se utilizaron 216 plantines de las variedades Albión y Monterrey en un sistema vertical piramidal. Mediante un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, se evaluaron dosis de biol al 0%, 15% y 25% aplicadas semanalmente. La dosis de biol al 25% obtuvo la mayor altura de planta (22.23 cm) y número de hojas (3.94). La variedad Monterrey demostró mayor precocidad (64.31 días a la floración) y un rendimiento superior (419.11 g/planta) en comparación con Albión. Aunque las dosis de 15% y 25% superaron significativamente al testigo, no presentaron diferencias estadísticas entre sí respecto al rendimiento final. La variedad Monterrey es la más apta para la producción bajo estas condiciones. El biol es una alternativa orgánica eficaz, estableciéndose la dosis del 15% como la más eficiente para optimizar el rendimiento sin incurrir en aplicaciones excesivas.

Palabras clave: *Fragaria* sp., biol, sistema vertical, ambiente atemperado, aplicación foliar, altiplano.

ABSTRACT

The extreme climatic conditions of the highlands, characterized by high radiation, severe frosts, and an average temperature of 6.5 °C, severely limit strawberry production. Added to this is the reduction of arable land due to urban pressure, which requires technological alternatives such as temperate environments and vertical systems that, due to their intensity, demand sustainable and low-cost nutritional inputs. The objective of the research is to evaluate the effect of two levels of foliar application of biol on the growth and yield of two strawberry varieties (*Fragaria* sp.) in a vertical system and controlled environment. The study was conducted in El Alto, Bolivia (3 840 m s.n.m.) between 2022 and 2023. 216 seedlings of the Albion and Monterrey varieties were used in a vertical pyramid system. Using a randomized complete block design with a factorial arrangement, doses of biol at 0%, 15%, and 25% applied weekly were evaluated. The 25% biol dose obtained the highest plant height (22.23 cm) and number of leaves (3.94). The Monterrey variety showed greater precocity (64.31 days to flowering) and higher yield (419.11 g/plant) compared to Albion. Although the 15% and 25% doses significantly outperformed the control, there were no statistical differences between them in terms of final yield. The Monterrey variety is the most suitable for production under these conditions. Biol is an effective organic alternative, with the 15% dose being the most efficient for optimizing yield without excessive applications.

Keywords: *Fragaria* sp., organic, vertical system, temperate environment, foliar application, highlands.

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/oozn4411ke61k>

Recibido: 15/09/2025

Aceptado: 21/12/2025

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. enriquejarr@gmail.com

² *Autor de correspondencia: Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. warauma2025@gmail.com

³ Docente Investigadora, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8014-0385>.
gjchipana@faumsa.edu.bo

INTRODUCCIÓN

Las condiciones del altiplano, caracterizadas por una alta radiación solar, amplitud térmica diaria, recurrencia de heladas severas, limitan la producción agrícola y la viabilidad de cultivos como la frutilla (*Fragaria sp.*). A este problema climático se suma la creciente presión urbana, que reduce la disponibilidad de suelo cultivable horizontal. En respuesta a estas limitantes, la agricultura protegida mediante ambientes atemperados y la producción vertical emergen como alternativas. En los ambientes atemperados se obtiene condiciones artificiales de microclima a fin de que las especies a cultivar se adapten, cuando las condiciones exteriores no sean apropiadas para su desarrollo (Cañazaca, 2022).

El clima en el altiplano boliviano es extremadamente adverso para la horticultura, debido a su ubicación geográfica, su elevación promedio de 3 800 m.s.n.m. y su temperatura promedio de 6.5 °C. Ticona (2020) señala que, después del factor agua, las heladas constituyen en el altiplano una limitante para la agricultura, frente a esta realidad, los ambientes atemperados constituyen una alternativa tecnológica fundamental al problema de la producción en el altiplano y a la excesiva presión sobre la tierra.

La frutilla es un cultivo que se adapta muy bien a los sistemas verticales en sustrato. Esto se debe a su sistema radicular superficial, su capacidad de producir en alta densidad y el beneficio de mantener las hojas y frutos separados de la humedad del medio de cultivo, facilitando la cosecha. No obstante, esta intensificación de la producción en sistemas protegidos y verticales genera alta demanda nutricional, donde la sostenibilidad de estos sistemas depende de insumos que sean eficientes, de bajo costo y ecológicamente responsables. El biol es un abono orgánico líquido producto de la fermentación de estiércol y residuos vegetales (Ramírez et al., 2023), el biol no solo aporta nutrientes esenciales, sino que actúa como un potente bioestimulante, promoviendo el crecimiento y desarrollo de la planta (Vera, 2021).

La aplicación foliar de este biofertilizante es una vía de rápida absorción que puede complementar la nutrición radicular, potenciar procesos fisiológicos (floración, cuajado) y mejorar la sanidad general del cultivo, de hecho; su uso es una alternativa que garantiza la salud de los ecosistemas y cultivos, así

también como la salud del consumidor final (Ramírez et al., 2023).

Bajo este contexto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de dos niveles de aplicación foliar de biol en dos variedades de frutilla en sistema vertical y ambiente atemperado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación fue realizada desde abril del 2022 a febrero del 2023 en el Distrito 8 del municipio de El Alto, que se encuentra ubicado en el departamento de La Paz, en un entorno geográfico situado sobre la meseta altiplánica, caracterizada por una superficie plana y ligeramente ondulada, al pie de la Cordillera Oriental, a una altura de 3 840 m s.n.m. (PTDI, 2017). Su clima es frío y seco de alta montaña, con un promedio anual de 7 °C de temperatura y 600 mm de precipitación anual, las nevadas pueden ocurrir en cualquier época del año, aunque lo típico es que ocurran entre julio a septiembre (GAMEA, 2022).

Metodología

Material biológico

Para la presente investigación se utilizó dos variedades de frutilla, ambas de día neutro, que tiene menor respuesta al fotoperíodo para florecer, ideales para producción de verano en regiones con veranos frescos, siendo las temperaturas las que inciden en el balance reproductivo/vegetativo de estas variedades (Kirschbaum, 2022). Se utilizaron 216 plantines adquiridos de la localidad de Comarapa (departamento de Santa Cruz), el material biológico de estudio se distribuyó equitativamente para los tratamientos: a) 108 plantines de la variedad Albión y b) 108 plantines de la variedad Monterrey.

El biol utilizado en los tratamientos fue adquirido de la Estación Experimental Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, en una cantidad total de 20 litros.

Construcción y acondicionamiento del ambiente atemperado

Para la ejecución del trabajo de investigación, se realizó la construcción del invernadero de 4 m de

ancho, 9.2 m de largo y una altura de 2.5 m, teniendo un área total de 36.8 m².

Control de temperatura

Se monitorea y recolecto datos periódicamente de las temperaturas mínimas y máximas alcanzadas en el ambiente atemperado, para correlacionar estos datos con la respuesta fisiológica y productiva de la frutilla.

Preparación y desinfección de sustrato

Se utilizó un sistema vertical tipo piramidal, instalado dentro del ambiente atemperado. En este sistema, se utilizó sustrato sólido, que fue formulado para asegurar un medio adecuado para el anclaje, aireación y retención de humedad necesarios para el cultivo de frutilla. Para la preparación del sustrato, se emplearon los siguientes insumos: tierra del lugar, turba, arena y humus de lombriz, la mezcla de los mencionados insumos se realizó de forma homogénea, respetando las siguientes proporciones: 2 partes de tierra del lugar, 1 parte de arena, 1 parte de turba.

Para garantizar la sanidad vegetal y eliminar posibles patógenos, el sustrato húmedo se sometió a una desinfección con una solución de formol al 5%, el sustrato fue cubierto con plástico y dejado en reposo durante dos semanas para permitir la acción del desinfectante. Finalmente se procedió a retirar el plástico y se dejó evaporar completamente el formol y el exceso de humedad por evaporación. Con el sustrato desinfectado se llenó en bolsas de polietileno negro y se ubicó en el estante para posteriormente realizar el trasplante de los plantines.

Trasplante y refallo

Después de la recepción de los estolones de frutilla de las dos variedades y antes de enraizarlos, y como medida sanitaria preventiva, los estolones fueron sometidos a un tratamiento de inmersión en una disolución de agua y abamectina al 2% durante 10 minutos. Este procedimiento tiene como objetivo eliminar posibles plagas presentes en el material vegetativo, especialmente ácaros.

Transcurrida la etapa de enraizamiento (26 días), se realizó una selección de los plantines sanos y fuertes

Los plantines seleccionados se trasplantaron en las bolsas de polietileno (4 plantines por cada bolsa) distribuyéndolos sobre el sistema vertical. El riego se realizó de manera equitativa para todas las unidades experimentales, tomando en cuenta la capacidad de campo del sustrato. Así mismo, se consideró el riego con agua previamente reposada para disminuir el cloro residual que contiene el agua potable.

Aplicación foliar de biol

Para la aplicación de este fertilizante, se consideró la dosificación que otros autores recomiendan. Padilla (2013) sugiere la aplicación de 15% y dos aplicaciones después del trasplante y durante el desarrollo foliar, para obtener mejores rendimientos. GADPO (2018), menciona que la dosis de aplicación a utilizar en cultivos puede variar 3 a 5 partes de biol en 15 partes de agua, teniendo una relación de dosificación de un 16 a 25%, por otra parte, Claros et al. (2010) recomienda una dosificación de 10 a 17% de concentración de biol en agua para la aplicación foliar. Asimismo, Trinidad y Aguilar (1999) indican que en la aplicación foliar de fertilizantes líquidos se debe considerar factores de la planta, ambiente, tamaño de la partícula, temperatura, pH de la solución, humedad y hora de aplicación.

Considerando estas recomendaciones, se utilizó una dosificación de biol de 15 y 25%, la aplicación fue semanal, desde la segunda semana después del trasplante hasta el inicio de la etapa de fructificación. La Tabla 1 muestra la composición de macro y micronutrientes, así como la conductividad eléctrica del biol, según los análisis reportados para este insumo en la Estación Experimental Choquenaira.

Tabla 1. Análisis químico biol-bovino.

Parámetro	Resultados	Unidades
Nitrógeno (N)	0.049	%
Fosforo (P)	0.020	%
Potasio (K)	0.161	%
Carbono orgánico	0.204	%
Calcio (Ca)	0.017	%
Magnesio (Mg)	0.009	%
Sodio (Na)	0.025	%
Hierro (Fe)	5.62	ppm
Manganese (Mn)	1.19	ppm
Zinc (Zn)	1.42	ppm
Cobre (Cu)	0.62	ppm
Conductividad eléctrica	7.75	mS/cm

Fuente: Clavijo (2017).

Podar

En el cultivo de frutilla se realizan diferentes prácticas agrícolas, una de las más importantes, fue la poda de los primeros botones florales y estolones con la finalidad de obtener una planta con mayor vigor y mayor tamaño de frutos (Ramírez-Morales et al, 2023). Por lo antes mencionado, se practicó la poda de hojas que no son funcionales para la planta. Durante la etapa de fructificación se realizó la poda de restos de inflorescencias que quedaron después de la maduración y cosecha de frutos. También se realizó la poda de los estolones que fueron brotando, por qué, son una limitante para el desarrollo del cultivo, ya que el fin era la producción y no la reproducción vegetativa.

Control de plagas y enfermedades

Durante la investigación, se tuvo la incidencia de áfidos de la familia Aphididae y araña roja (*Tetranychus urticae*). Para controlar el ataque de áfidos, se aplicó un repelente orgánico elaborado a base de alcohol, cebolla, ajo y locoto. La dosis de aplicación foliar fue de 5% en agua. Para controlar la araña roja, se realizó tres aplicaciones con abamectina (5 ml por litro) que es un insecticida acaricida de acción translaminar moderadamente peligroso muy eficaz contra esta plaga.

Control de malezas

El control de malezas fue manual de acuerdo a la aparición de las mismas, la desinfección del sustrato, fue la medida preventiva más efectiva para minimizar la germinación de semillas, adicionalmente, el sustrato estaba cubierto totalmente con polietileno negro que actuó como barrera física, limitando la germinación de malezas. Debido a estas medidas, no se tuvo incidencia de malezas.

Diseño experimental

Para este estudio se utilizó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial el modelo lineal corresponde a (Ecuación 1):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + Y_j + \alpha Y_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Dónde: Y_{ij} = una observación cualquiera; μ = media general; β_j = efecto aleatorio del j -ésimo bloque; α_i = efecto fijo del i -ésimo nivel de biol; Y_j = efecto de la j -ésima variedad de frutilla; αY_{ij} = efecto fijo de la interacción del i -ésimo nivel de biol y la j -ésima variedad de frutilla; ε_{ijk} = error aleatorio de residuales.

Tratamientos

En el presente trabajo de estudio se consideró dos niveles de biol y un testigo en dos variedades de frutilla, los cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos.

Tratamiento	Factor	
	Factor A	Factor B
T1	a1 (25% de biol)	x b1 (variedad Albión)
T2	a1 (25% de biol)	x b2 (variedad Monterrey)
T3	a2 (15% de biol)	x b1 (variedad Albión)
T4	a2 (15% de biol)	x b2 (variedad Monterrey)
T5	a3 (0% de biol)	x b1 (variedad Albión)
T6	a3 (0% de biol)	x b2 (variedad Monterrey)

Variables de estudio

Altura de planta (cm): esta variable se evaluó durante la fase fenológica de fructificación del cultivo a los 95 días, con una frecuencia mensual, la medición se realizó desde el cuello de la raíz hasta la hoja más larga de la planta, se tomó en cuenta el promedio de 12 plantas por cada unidad experimental.

Número de hojas: el conteo se realizó de las hojas compuestas (considerando cada conjunto de foliolos como una hoja). Se tomó el promedio de 12 plantas de cada unidad experimental, durante la etapa de floración a los 75 días después del trasplante y fructificación a partir de los 90 días después del trasplante.

Días a la floración: se consideró los días hasta alcanzar el 75% de apertura floral de las unidades experimentales desde el momento del trasplante.

Número de frutos: los frutos se contabilizaron desde la semana 13, cuando comenzó la aparición de frutos maduros para la cosecha. La cosecha se realizó semanalmente hasta la semana 31 donde se dio por finalizado el trabajo.

Peso de frutos: para evaluar esta variable, se tomó el dato del peso de cada fresa cosechada de las diferentes unidades experimentales, anotando el total cosechado. Los datos se registraron durante 14 días continuos, con intervalos de cinco semanas entre toma de datos.

Rendimiento: la producción de frutos, fue evaluado en gramos obtenidos por cada unidad experimental, desde la semana 14 hasta la conclusión del trabajo. Para la evaluación de este parámetro se recolectaron todos los frutos con un nivel de maduración entre 5 y 6 (Delgado et al., 2017).

Análisis de los resultados

El análisis fue con el software estadístico InfoStat V.2020I, con una prueba de Duncan a 5% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de la temperatura

El registro de temperatura durante el tiempo del estudio, mostró una amplia variación térmica, las temperaturas más bajas se registraron durante el invierno (junio) con valores de hasta -2 °C dentro del invernadero y temperatura más alta fue de 36 °C en el mes de octubre (Figura 1).

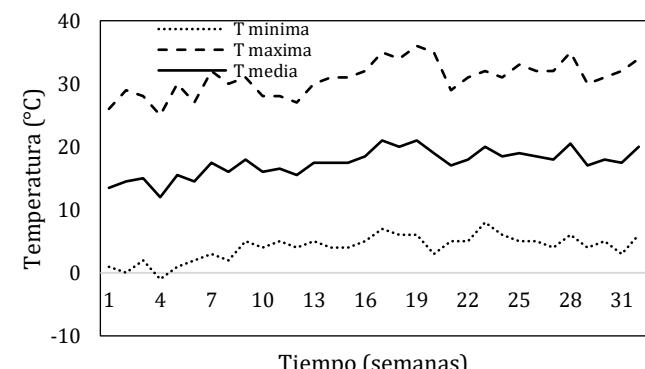


Figura 1. Variación de temperaturas dentro del ambiente atemperado.

Durante la etapa fenológica de crecimiento de la planta, las temperaturas oscilaron entre -2 y 31 °C, posteriormente en la etapa de floración y fructificación se presentaron temperaturas de 3 °C y máximas de hasta 36 °C, las mínimas alcanzadas son toleradas por el cultivo. Kirschbaum (2022) menciona que con la exposición a temperaturas entre a 0 a 7°C promueve la respuesta tanto productivas como vegetativas. Sin embargo, durante la primavera a partir del mes de octubre a febrero se presentaron temperaturas sobre los 30 °C, al respecto Kirschbaum (2022) aclara que la formación de brotes florales se ve restringida si las temperaturas se tornan demasiado cálidas, convirtiéndose en una limitante para la producción.

Altura de planta

El análisis de varianza mostró que no existe significancia en el factor B (variedad), es decir la variedad Albión es igual estadísticamente a la variedad Monterrey y así mismo no existe diferencia en la interacción dosis por variedad. Mientras que el factor A (dosis de biol), si presentó diferencia estadística significativa, siendo que los diferentes niveles de biol presentaron cambios significativos en la variable altura de planta (Tabla 3), donde la aplicación de biol al 25% muestra un incremento de crecimiento, 10% mayor en relación al testigo y 8.1% mayor a la aplicación de biol al 15%.

Tabla 3. Comparación de medias, altura de planta del factor A (dosis de aplicación).

Factor A (dosis de aplicación)	Altura media de planta (cm)	Duncan 5%
25% de biol	22.23	A
15% de biol	20.43	B
0% de biol	20.20	B

Barros et al. (2020), afirma que el biol en su composición contiene precursores hormonales como el ácido indol acético, las giberelinas y vitaminas afirmando que esta es la razón del efecto del biol en el crecimiento de cultivos. El T6 presentó la menor altura de planta, debido a que no se aplicó biol.

Número de hojas

La disposición de bloques no influyó estadísticamente en el número de hojas, el factor A (dosis de aplicación de biol) presentó diferencias significativas en los

niveles de aplicación. La dosis de aplicación al 25%, presenta una media mayor en comparación a los otros niveles, con un valor de 3.94 hojas por planta, en contraparte el testigo obtuvo el valor referencial de 3.5 hojas por planta (Tabla 4), la aplicación foliar de biol al 25% tiene incidencia en la cantidad de hojas que produce la planta, generando una mayor área foliar y capacidad fotosintética.

Tabla 4. Comparación de medias de número de hojas del factor A (dosis de biol).

Factor A	Promedio número de hojas	Duncan 5%	
25 % de biol	3.94	A	
15 % de biol	3.68	A	B
0 % de biol	3.5	B	

Días a la floración

El análisis de varianza resultó en diferencias significativas para los factores A y B. La variedad Monterrey resultó significativamente más precoz según los resultados, iniciando la fase de floración (75%) a los 64.31 días, lo que representa una anticipación de aproximadamente tres días en comparación con la variedad Albión con 67.22 días (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de medias para días a la floración según variedad.

Factor B (variedad)	Días promedio a la floración	Duncan 5%
b2 (Monterrey)	64.31	A
b1 (Albión)	67.22	B

Esta diferencia se atribuye al factor genético. Aunque ambas son de día neutro, la variedad Monterrey demostró una respuesta más rápida bajo las condiciones de ambiente atemperado en la ciudad de El Alto. Al respecto, Von Bothmer et al. (2022), menciona que la expresión del genotipo en interacción con el ambiente puede manifestar características observables; esta interacción determina cómo se desarrollan y adaptan los rasgos genéticos en respuesta a condiciones ambientales específicas.

La comparación de medias para los niveles de aplicación de biol (Tabla 9), confirma que el factor A (dosis de biol) influyó significativamente en la precocidad del cultivo (Tabla 9). Se observa que la

aplicación foliar del 25% de biol indujo mayor precocidad, logrando el inicio de la floración a los 63.50 días en promedio. Estadísticamente, este tratamiento se ubica en el grupo "A", diferenciándose significativamente del testigo, que se ubica en el grupo "B" con un tiempo promedio de floración de 67.83 días. Esto demuestra que la dosis alta de biol permitió adelantar la etapa reproductiva en 4.33 días respecto al testigo. Por otro lado, la dosis de aplicación de biol al 15% presentó un comportamiento intermedio con 65.83 días, clasificándose en el grupo "AB" (Tabla 6). Esto significa que, aunque mostró una tendencia a ser más precoz que el testigo, estadísticamente no se diferencia de ninguno de los extremos, sugiriendo que se requiere la concentración del 25% para asegurar un efecto significativo en la aceleración de la etapa de floración.

Tabla 6. Comparación de medias para días a la floración según dosis de biol

Factor A	Promedio días a la floración	Duncan 5%
25% de biol	63.50	A
15% de biol	65.83	A B
0% de biol	67.83	B

En el presente estudio, se observó que las dosis foliares de biol redujeron significativamente los días a la floración en el cultivo de frutilla, lo cual coincide con los principios fisiológicos descritos por Ronen (2020), quien señala que la fertilización foliar actúa como una vía rápida y eficiente para suplir nutrientes cuando la absorción radicular es limitada o lenta; y que en frutilla, la floración depende estrechamente del balance nutricional y de la actividad metabólica de las yemas reproductivas; por ello, una adecuada provisión de nutrientes vía foliar favorece la transición del estado vegetativo al reproductivo y puede anticipar el inicio de la floración.

A pesar de las ventajas agronómicas y económicas que permite el adelantar la floración, es necesario considerar la necesidad de mantener un equilibrio fisiológico óptimo entre la fase vegetativa y la reproductiva. La inducción floral que ocurre de manera muy anticipada en plantines jóvenes puede generar una pérdida de fuerza en el desarrollo vegetativo, ya que la planta desvía la energía y nutrientes esenciales, hacia la formación prematura de flores. Esta floración anticipada puede comprometer la capacidad del cultivo para establecer

la estructura foliar y radicular adecuada, que son importantes para el posterior rendimiento del cultivo.

Número de frutos

El análisis de varianza muestra diferencias significativas en las dosis de aplicación de biol y variedades de frutilla. Para la variedad b1 se tuvo 143.56 frutos y para la variedad b2 150 frutos (Tabla 7), siendo el rendimiento de esta última 4.81% más alto que la variedad b1.

Tabla 7. Comparación de medias de número de frutos total de las dos variedades.

Factor B (variedad)	Media número de fruto	Duncan 5 %
b2 (Monterrey)	150.44	A
b1 (Albión)	143.56	B

Paucar (2022), en su investigación realizada en Ecuador en un sistema vertical y convencional en suelo, reportó un rendimiento promedio de fresa para la variedad Monterrey de 170 frutos al cuarto mes de evaluación y para la variedad Albion de 141.5 frutos. En su estudio concluye que la producción convencional en suelo obtuvo mejores resultados que el sistema en margas verticales. Estos hallazgos coinciden con lo observado en el presente estudio, donde también se evidenció que la variedad Monterrey superó el número de frutos de la variedad Albión.

La Tabla 8, muestra la prueba de medias de Duncan, donde la aplicación de biol al 25% muestra mejores resultados expresados en el número de frutos obtenidos durante la etapa de producción.

Tabla 8. Comparación de medias, número total de frutos en relación del factor B (dosis de biol).

Factor A (dosis)	Media número de fruto	Duncan 5 %
25% de biol	157.33	A
15% de biol	147.10	B
0% de biol	136.67	C

Huaman y Navarro (2024), en su investigación comparando abonos orgánicos (biol, mallki y bocashi) en el cultivo de fresa variedad San Andreas, muestra que obtuvo 13.83 frutos por planta en su T1 (biol al 2.88%) a los 110 días de iniciada la investigación. En la presente investigación se obtuvieron valores

inferiores de 12.53 frutos por planta para la variedad Monterrey y 11.96 para la variedad Albión, esta diferencia podría atribuirse a las características propias de las variedades utilizadas.

Peso de frutos

El análisis de varianza mostró significancia para el factor A (dosis de biol). En la prueba de Duncan se observa una media de peso de frutos de 25.15 g para la dosis de aplicación 25% de biol, seguida de la 24.43 g para el 15% de aplicación de biol y 22.61 g para el testigo (0% biol) (Tabla 9).

Tabla 9. Comparación de medias, para el peso promedio de frutos respecto dosis de aplicación de biol.

Factor A (dosis)	Peso promedio (g)	Duncan 5%
25% de biol	25.15	A
15% de biol	24.43	A B
0% de biol	22.61	B

El efecto positivo de la dosis del 25% sobre el peso del fruto, se atribuye al aporte de potasio (K) y fitohormonas presentes en el biol, siendo que el potasio es esencial para mejorar la calidad de los frutos en el cultivo de frutilla, promoviendo su llenado y aumento de calibre (Heredia et al., 2023). El efecto bioestimulante es importante, Santelices (2022), señala que los fitorreguladores promueven un buen desarrollo en las hojas, mejora la floración, estimula el crecimiento y desarrollo de las raíces. La aplicación foliar de biol al 25%, estimula el desarrollo radicular y foliar, y; generó mayor capacidad fotosintética y de absorción de nutrientes, transfiriendo más eficientemente los recursos al fruto.

El estudio realizado por Aucay y Ortega (2024), evaluó el rendimiento de las variedades Albión y monterrey bajo diferentes concentraciones de biol (hasta un 55%). Dicha investigación concluyó que la influencia de los biofertilizantes tuvo un impacto positivo y significativo en el cultivo, también determinó que la variedad Monterrey superó significativamente a Albión en cuanto a peso de fruto demostrando el potencial genético.

Rendimiento

En el análisis de varianza resultaron en que el factor B (variedad) y el factor A (dosis) de aplicación son

altamente significativos indicando que existe una diferencia real entre los tratamientos respecto al rendimiento del cultivo. El análisis de medias confirma un mejor rendimiento de la variedad Monterrey (419.11 g/planta), ubicándola en el grupo estadístico A, siendo significativamente mayor al obtenido por la variedad Albión (382.59 g/planta) que se encuentra en el grupo B (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de medias, rendimiento por planta para el factor B variedades de frutilla.

Factor B (variedad)	Rendimiento promedio (g/planta)	Duncan 5%
b2 (Monterrey)	419.11	A
b1 (Albión)	382.59	B

La prueba de Duncan para el factor dosis (Tabla 11), categoriza los niveles de aplicación en dos grupos estadísticos. La aplicación foliar de biol al 15% y 25% resultó en rendimientos estadísticamente iguales, ubicándose ambos en el grupo A y superando significativamente al testigo (0% de biol), que se encuentra en el grupo B con un promedio de 393.69 g/planta. Este resultado es crucial, pues indica que la respuesta máxima del cultivo se alcanzó con la dosis de 15%, y aumentar la concentración a 25% no generó un incremento productivo adicional significativo, siendo 15% la dosis óptima. Esto indica que la aplicación foliar es eficiente logrando un impacto máximo en el rendimiento con una concentración menor este uso eficiente del biol este dato es fundamental para la rentabilidad de los sistemas intensivos.

Tabla 11. Comparación de medias, rendimiento por planta para los diferentes niveles de aplicación de biol

Factor a (dosis de biol)	Rendimiento promedio (g/planta)	Duncan 5%
25% de biol	408.08	A
15% de biol	400.78	A
0% de biol	393.69	B

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de biol al 25%, no presentó diferencia estadística significativa relacionada a la variedad, donde ambas variedades presentaron similar comportamiento de crecimiento (22.23 cm de altura de planta).

El mayor número de hojas fue obtenido con la aplicación de 25% de biol (3.94 hojas/planta) y con

la dosis de aplicación de 15% de biol, se obtuvo 3.68 hojas por planta. Estadísticamente no existe diferencia entre variedades, pero si la dosificación de biol influyó en mayor número de hojas respecto al testigo.

La floración se consideró desde el trasplante y los tratamientos T2, T4 y T 1 presentaron mejor respuesta con 62, 64 y 65 días respectivamente, se evidencia que la aplicación foliar de biol mejora estos resultados con relación a los testigos establecidos.

El número de frutos se vio influenciado por las variedades utilizadas y las dosificaciones de biol aplicado, el mayor número de frutos fue registrado por la variedad Monterrey con 150.44 unidades en promedio y la aplicación de biol al 25% obtuvo mejor resultado con 157.33 unidades por planta.

En la variable peso de fruto el T2 presentó un mejor aprovechamiento de la dosis aplicada de biol con un valor de 25.15 g de media un 11% más grandes en comparación al testigo planteado de referencia.

El rendimiento con mejores resultados se obtuvo con la variedad Monterrey y una dosis de aplicación de biol al 25% con una media de 408.08 g/planta, la aplicación de biol al 15% registro una media de 400.78 g/planta.

El biol como alternativa orgánica y amigable con el medio ambiente supone una estrategia muy viable para su implementación, coadyuva como una alternativa para la fertilización en los cultivos y mejora la respuesta del cultivo ante la incidencia de plagas o enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

- Aucay, L., & Ortega, C. (2024). Evaluación del rendimiento de la fresa (*Fragaria × ananassa Duch.*) vars. Monterrey y Albión frente a diferentes concentraciones de biol MM, en el cantón Cuenca. Universidad de Cuenca. <https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/44408/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Barros, A., Borja, R., Coronel, K., Merino, E., Oñate, D., Pillapa, Y., & Torres, W. (2020) Producción de fertilizantes orgánicos tipo compost, biol y abono líquido, para huertos caseros. Universidad Técnica de Ambato.
- Cañazaca, O. (2022). Determinación del enraizamiento del clavel (*Dianthus caryophyllus L.*) utilizando dos tipos de hormonas en condiciones de invernadero. Universidad Nacional del Altiplano.

- <https://repositorio.unap.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9d3ac620-e122-4c2d-95e3-02ecbb8a2d33/content>
- Claros, R., Chungaram A., & Zeballos, G. (2010). Manual de elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades: experiencia en la zona biocultural subcentral Waca Playa, Tapacarí. AGRUCO. https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/libreria_cm_archivos/pdf_546.pdf
- Clavijo, P. (2017). Adaptabilidad de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides L.*) bajo riego por goteo con la aplicación de diferentes niveles de biol-bovino en la estación experimental choquenaira - Viacha. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/15411/T-2487.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Delgado, M., Herrera-Guillén, D., Medina, L., & Corredor-Gómez, J. 2017. Implementación de un sistema de procesamiento de imágenes integrado con Raspberry PI 2B para reconocimiento y recolección de fresas maduras. Revista Politécnica, 13(25), 75-85. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v13n25a6>
- GADPO (Gobierno Autónomo descentralizado de la provincia de Orellana). (2018). Manual para el estudio de la fertilidad de los suelos agrícolas. Artes gráficas SILVA. Orellana Ecuador <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2018/04/SOLS.pdf>
- GAMEA (Gobierno Autónomo Municipal de El Alto). (2022). Plan Territorial de Desarrollo Integral para vivir bien del municipio de el alto 2021-2025
- Heredia, A. M., Kirschbaum, D. S., Quiroga, R. J., Jerez, E. F., Martínez, J. M., Fernández, M. T., & Ramallo, A. C. (2023). Impacto de la biofertilización en la calidad de la frutilla. Investigación Joven, 10(2), 222-222. <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/16087/15353>
- Huaman, J. J., & Navarro, A. A. (2024). Comparativo de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) en condiciones del distrito de Paucartambo-Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión 2022. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4070/1/T026_76026556_T.pdf
- Kirschbaum, D. S. (2022). Características botánicas, fisiología y tipos de variedades de fresas. SPE3(España). https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.50.0.12123/12068/INTA_CRTucuman-Santiago_EEAFamailla_Kirschbaum_DS_Fresa_Caracteristicas_botanicas_variedades.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Padilla A. (2013). Efecto del biol como fertilizante foliar a diferentes niveles en la producción de cultivo de frutilla (*Fragaria x annanasa*) en el Centro Experimental Cota Cota. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4143/T-1849.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paucar, L. J. (2022). Evaluación del rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria sp*) en las variedades Albión y Centro Experimental "San Francisco" cantón Huaca, provincia del Carchi. Universidad Politécnica Estatal Monterrey mediante dos sistemas de producción en el del Carchi. <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/202399a7-39af-4b28-8978-34a2b8f558b2/content>
- PTDI (Plan Territorial de desarrollo integral). (2017). Gobierno Autónomo Municipal de El Alto. Secretaría municipal de planificación e infraestructura urbana.
- Ramírez, L. A. G., Cabrera, F. A. L., Escobedo, M. K. L., Vásquez, C. B. B., & Torres, C. A. L. (2023). Biofertilizante "biol": caracterización física, química y microbiológica. Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, 7(20), 336-345. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/273/681>
- Ramírez-Morales, Z., Santiago-Martínez, G. M., Aragón-Robles, E., & García-Bautista, C. (2023). Efecto de podas en rendimiento de variedades de fresa (*Fragaria vesca L.*) Bajo manejo agroecológico en "la labor", miahuatlán, oaxaca. Revista Mexicana de Agroecosistemas, 10. <https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/99/91>
- Ronen E. (2020). Fertilización foliar otra exitosa forma de nutrir a las plantas. Haifa Chemicals. <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/fertilizacion-foliar-otra-exitosa-forma-de-nutrir-a-las-plantas.pdf>
- Santelices, M. (2022). Implementación de biol como estimulante del crecimiento radicular y fitorregulador foliar para mejorar la productividad del ají tabasco (*Capsicum frutescens*). Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/75a381e2-901f-4f5a-82b2-9defe7026f82/content>
- Ticona, E. C. (2020). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro especies de hortalizas de fruto en ambiente atemperado en la Estación Experimental de Patacamaya. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/25323/T-2792.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trinidad, A., & Aguilar, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra Latinoamérica, 17(3), 247-255. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317309.pdf>
- Vera. I. J. G. (2021). Efecto de la fertilización de biol en la producción de acelga bajo condiciones de campo abierto. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VERA%20IBARRA%20GENESIS%20JULISA.pdf>
- Von Bothmer, R., Díaz, O., Fagerström, T., Jansson, S., Ortega-Klose, F., Ortiz, R., & Sánchez, M. 2022. Más allá de los OGM, ciencia y fitomejoramiento para una agricultura sostenible. https://recursosgeneticos.com/gallery/FO_M%C3%81S ALLAOMG_2022.pdf