

Research Article

Concentración de fenoles totales y flavonoides en fabáceas forrajeras y arbustivas y uso como bioestimulante

Concentration of total phenols and flavonoids in forage and shrub fabaceae and their use as biostimulant.



Chacaguasay Apugllon, Elvia Noemi ¹



<https://orcid.org/0009-0007-4481-7636>



elvia.chacaguasay0478@utc.edu.ec



Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, La Maná



Sánchez Quiñonez, Dayan Fernando ²



<https://orcid.org/0009-0000-8767-1533>



dayan.sanchez9288@utc.edu.ec



Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, La Maná



Gavilánez Buñay, Tatiana Carolina ³



<https://orcid.org/0000-0002-7422-3122>



tatiana.gavilanez@utc.edu.ec



Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, La Maná



Rivera Toapanta, Evelyn Andrea ⁴



<https://orcid.org/0000-0002-5580-8467>



evelyn.rivera6209@utc.edu.ec



Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, La Maná

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n1/74>

Resumen: La investigación realizada en Sacha Wiwa, cantón la Maná, Ecuador, revela que las fabáceas forrajeras y arbustivas, incluidas *clitoria ternatea* y *flemingia macrophylla*, tienen el potencial de ser importantes en la agricultura sostenible. Estas especies son abundantes en compuestos bioactivos, particularmente fenoles totales y flavonoides, que pueden utilizarse como bioestimulantes para los cultivos. Las seis especies se analizaron utilizando el método espectrofotométrico uv-vis, y se encontró que *flemingia* tenía la mayor concentración de fenoles totales (16,25 mg eq 100 g ms) y *clitoria* tenía la mayor concentración de flavonoides (9,511 mg eq 100 g ms). Los extractos de estas especies se utilizaron como bioestimulantes en concentraciones de 5, 10 y 15, y luego se aplicaron en parcelas experimentales con rábanos (*Raphanus sativus*). El tratamiento que arrojó resultados más significativos fue *flemingia* al 10%, que produjo un rendimiento de 12.166,66 kg/ha. Los hallazgos de este estudio sugieren que los bioestimulantes de fabaceae pueden ser una solución sostenible para mejorar el rendimiento agrícola, particularmente entre los pequeños agricultores.

Palabras clave: Fabáceas, fenoles totales, flavonoides, bioestimulante



Check for updates

Recibido: 11/Dic/2024
Aceptado: 30/Dic/2024
Publicado: 31/Ene/2025

Cita: Chacaguasay-Apugllon, E. N., Sánchez-Quiñonez, D. F., Gavilánez-Buñay, T. C., & Rivera-Toapanta, E. A. (2025). Concentración de fenoles totales y flavonoides en fabáceas forrajeras y arbustivas y uso como bioestimulante. *Revista Científica Zambos*, 4(1), 30-44. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n1/74>

Ecuador, Santo Domingo, La Concordia
Universidad Técnica Luis Vargas Torres
de Esmeraldas – Sede Santo Domingo
Revista Científica Zambos (RCZ)
<https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec>

Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

The research conducted in Sacha Wiwa, La Maná Canton, Ecuador, reveals that creeping and shrub-like Fabaceae species, including *Clitoria ternatea* and *Flemingia macrophylla*, have the potential to play a significant role in sustainable agriculture. These species are abundant in bioactive compounds, particularly total phenols and flavonoids, which can be utilized as biostimulants for crops. Six species were analyzed using the UV-Vis spectrophotometric method, with *Flemingia* showing the highest concentration of total phenols (16.25 mg eq/100 g DM) and *Clitoria* exhibiting the highest concentration of flavonoids (9.511 mg eq/100 g DM). Extracts from these species were used as biostimulants at concentrations of 5, 10, and 15 and subsequently applied in experimental plots with radishes (*Raphanus sativus*). The most significant results were obtained with *Flemingia* at 10%, which yielded 12,166.66 kg/ha. The findings of this study suggest that Fabaceae-derived biostimulants can provide a sustainable solution to enhance agricultural yields, particularly for small-scale farmers.

Keywords: Fabaceae, total phenols, flavonoids, biostimulant

1. Introducción

La agroecología, que se refiere a la disciplina que incorpora principios ecológicos en la producción agrícola, ha surgido como una opción factible para fomentar el crecimiento rural sustentable. En Ecuador, una nación con una rica diversidad biológica y una considerable población rural dedicada a la agricultura, la puesta en marcha de prácticas agroecológicas surge como una posible solución a varios desafíos económicos, sociales y medioambientales (Caicedo-Aldaz & Herrera-Sánchez, 2022).

Según (Rojas & Saavedra-Mera, 2022) el cultivo diversificado en los terrenos de Ecuador brinda una serie de beneficios económicos significativos que pueden impulsar la estabilidad y la sostenibilidad de la agricultura en el país.

Las plantas forrajeras y arbustivas como *Clitoria* también conocida como la conchita azul o campanilla (*Clitoria ternatea*), *Mucuna* (*Mucuna pruriens*), Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), *Flemingia* (*Flemingia macrophylla*), Frejol de palo (*Cajanus cajan*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) son una fuente de nutrientes para la alimentación del ganado, ya que son plantas ricas en nutrientes, además producen mayor biomasa y toleran mejor la sequía y tienen la capacidad de rebrotar más rápido. Sus compuestos bioactivos principales son flavonoides y polifenoles (Ludeña-Macias, 2011).

Clitoria ternatea en el ámbito de la agricultura se la utiliza como forraje debido a que mejora la calidad de la dieta del animal en épocas de sequía, además tiene propiedades insecticidas (Kelemu et al., 2004), entre sus compuestos bioactivos se

encuentran antocianinas que poseen flavonoides como la quercetina, contiene compuestos contribuyen a su capacidad antioxidante (Luna et al., 2020). *Pueraria phaseoloides* es una planta leguminosa que se usa principalmente como cultivo de cobertura debido a su capacidad para mejorar el suelo y aumentar la producción de cultivos, en su composición contiene isoflavonas la principal es el puerarin, contiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, entre otras (Alvarado-Aguayo et al., 2023). *Mucuna pruriens*: planta leguminosa usada en medicina y agricultura, destaca por levodopa, flavonoides y polifenoles (Boniface et al., 2024).

Cajanus cajan ha destacado por su adaptabilidad, fabricación de forraje y su capacidad para ser alimentado a coste reducido por animales. Al igual que otras leguminosas, contiene isoflavonas, en particular cajanina y cajanol, que poseen características antioxidantes (Gargi et al., 2022). Por otro lado, los árboles de *Gliricidia sepium*, originarios de América Central y del Sur, poseen flavonoides que poseen características antioxidantes (Alamu et al., 2023). *Flemingia macrophylla* se la usa generalmente para heno y ensilaje, también para controlar la erosión de suelos (Guzmán & Paztuña, 2022), contiene isoflavonas, flavanonas y emodina que tienen propiedades antioxidantes y actividades de eliminación de radicales libres (Wafaey et al., 2023).

Estas propiedades bioactivas no son aprovechadas y está situación implica una pérdida de potencial en términos agrícolas, ecológicos y económicos, que podrían contribuir significativamente al desarrollo sostenible y la diversificación de los sistemas productivos.

El modelo de negocio de economía circular (González Soriano et al., 2022), se fundamenta en el reciclaje, el reaprovechamiento y la disminución de los recursos naturales. Desde la revolución industrial, las industrias han generado un sinnúmero de productos para el consumo y producen desechos destinados a la contaminación ambiental sin un tratamiento posterior.

En las últimas décadas, se ha desarrollado el uso de bioestimulantes, ya que las variaciones en los factores ambientales como la temperatura, la luz y la humedad impactan de manera significativa en el proceso de producción de cultivos, al producir niveles de estrés en las plantas. Adicionalmente, los bioestimulantes son un recurso que facilita la obtención de ventajas como disminuir el estrés, incrementar la calidad del producto recolectado y proporcionar una mayor resistencia frente a plagas y enfermedades (Salazar et al., 2021). La utilización de estos productos representa una opción natural, ya que las materias primas utilizadas en la mayoría de las situaciones son origen de contaminantes, y al emplear bioestimulantes ecológicos se producirá una disminución de la contaminación ambiental (Ardisana et al., 2020).

El objetivo del estudio es establecer la cantidad de fenoles totales y flavonoides en las fabáceas forrajeras y arbustivas del centro experimental Sacha Wiwa, así como su aplicación como bioestimulante en las plantas de rábano (*Raphanus sativus*).

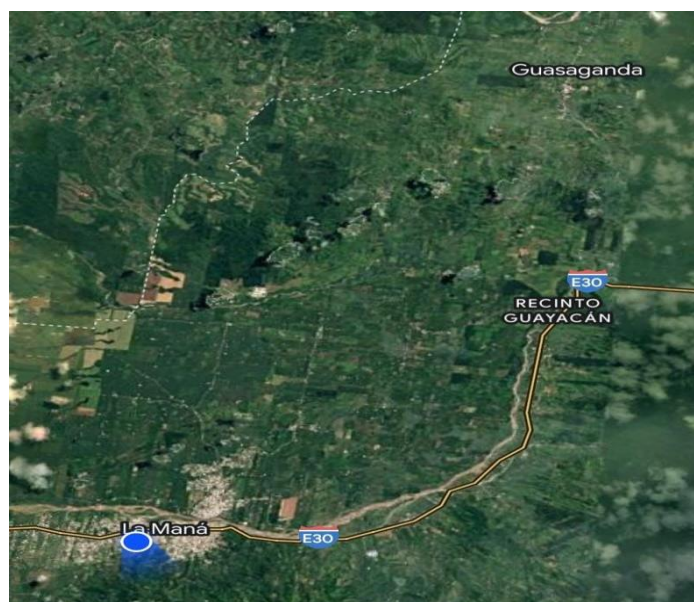
2. Metodología

Área de estudio

La etapa experimental de este estudio se llevó a cabo en el cantón La Maná, en la provincia de Cotopaxi, en Ecuador. Este lugar está situado en las cumbres occidentales de la cordillera andina, a una altitud de 220 metros de altitud (Madrid, 2015) Se encuentra circundada al norte por la parroquia de Alluriquín-Sto. Domingo, al sur por Moraspungo, al este por el cantón Pujilí y al oeste por el cantón de Valencia (GAD La Maná, 2023), la recolección del material vegetal se realizó en la parroquia de Guasaganda perteneciente al jardín de pastos y forrajes perteneciente al proyecto del FIASA-CA-2023-013, denominado, “Sistemas agro-productivos de fabáceas en asociación con cacao y café en un contexto de economía circular para el desarrollo sostenible” ubicado en el mismo cantón en las instalaciones del Centro Experimental Sacha Wiwa perteneciente.

Figura 1

Área de estudio



Nota: Ubicación del área para la recolección de la materia vegetal (Google, 2024).

Recolección de materia vegetal

La recolección de la biomasa se realizó de manera manual en fundas de polietileno de baja densidad color negras, seleccionando las hojas que no tenían signos de daños mecánicos ni biológicos, inmediatamente fueron almacenadas en el cuarto frío a 4°C hasta su posterior uso.

Método de secado

La biomasa recolectada de *Flemingia macrophylla*, *Pueraria phaseloides* y *Cajanus cajan* se le sometió a una temperatura de 60°C por 3 días en una incubadora Biobase BJPX-H30 (Cuibin et al., 2020). En cambio, la materia vegetal de *Mucuna pruriens*,

Clitoria ternatea y *Gliricidia sepium* se le sometió a una temperatura de 75°C por 2 días en una estufa de secado Biobase BOV-V30F (Zurita, 2020).

Una vez que la materia vegetal se retiró después del tiempo correspondiente de secado, se la tritura hasta obtener un polvo para luego colocarlo en fundas herméticas debidamente etiquetadas y posteriormente almacenadas a 4°C hasta su análisis.

La muestra vegetal tanto para fenoles y flavonoides fue preparada según metodología (Lock et al., 2006) con modificaciones, en donde se usó 0,5 g de materia vegetal seca y pulverizada en Erlenmeyer de 100 ml, en donde se añadió 20 ml de etanol al 80% y se calentó en una manta calefactora por 30 minutos a 60 °C, posteriormente se filtra en un balón aforado de 25 ml.

Cuantificación de fenoles totales

Según metodología (Montané et al., 2021) con modificaciones la determinación se utilizó el método Folin Ciocalteu para el uso total de fenoles. En una botella de 5 ml, se añadieron 0.5µl de la muestra y 100µl del reactivo Folin Ciocalteu, se agitaron y se dejaron reposar a temperatura ambiente en un sitio oscuro. Después, se incorporó 1 ml de solución de carbonato de sodio al 20%, se agitaba y se aforó con agua limpia. Se dejó reposar durante 2 horas en un sitio sombrío y se llevaron a cabo mediciones en blanco y negro de reactivos a 765 nm. Se calculó la concentración total de fenoles mediante la curva de calibración, utilizando como estándar el ácido gálico (0-1000 µL).

Para cuantificar los fenoles totales (Sailema, 2019) utiliza la siguiente ecuación con modificaciones:

Ecuación 1. Cuantificación de fenoles totales

$$FT = \frac{A_{765} - b_1}{m_1} \times \frac{FD}{g_H}$$

Donde:

FT: Fenoles totales expresados en mg GA/g de hoja seca,

*A*₇₆₅: Absorbancia medida a 765 nm,

*m*₁ y *b*₁: Pendiente e intercepto de la recta de regresión del calibrado con GA.

FD: comprende el factor de dilución

*g*_H: gramos de hoja seca empleada

Cuantificación de flavonoides

Después de la elaboración del extracto como se mencionó en el acápite anterior, se cuantificó los flavonoides por el método de espectrometría según metodología (Rengifo, 2018) con modificaciones. La curva de calibración se elaboró pesando 2,70 mg de quercetina y se disuelve con un 80% de etanol, lo que proporciona 10 ml de

solución. Luego se extrajeron de manera sucesiva 100 µL, 175 µL, 350 µL y 750 µL de la solución preparada anteriormente para disolver con etanol 80% hasta su aforo correspondiente en balones aforados de 10 ml. Cada disolución elaborada recibirá 200 µL de acetato de sodio 1 M y 200 µL de nitrato de aluminio al 10%, permitiendo que repose durante 40 minutos. Finalmente, se llevó a cabo la lectura de las absorbancias en el espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de onda de 415 nm.

También se utilizó la ecuación con modificaciones para cuantificar Flavonoides de (Sailema, 2019).

Ecuación 2. Cuantificación Flavonoides (Fn)

$$Fn = \frac{A_{415} - b_2}{m_2} \times \frac{FD}{g_H}$$

Donde:

Fn: Flavonoides totales expresados en mg QT/g de hoja seca

*A*₄₁₅: Absorbancia medida a 415 nm

*m*₂ y *b*₂: Pendiente e intercepto de la recta de regresión del calibrado con QT.

FD: comprende el factor de dilución

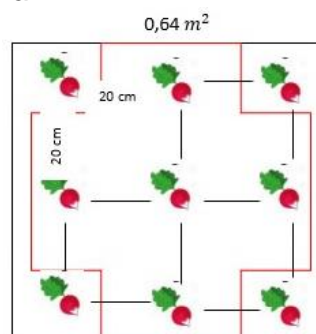
*g*_H: gramos de hoja seca empleada.

Aplicación del bioestimulante en rabano (*Raphanus sativus*)

Para la preparación del bioestimulante se realizó por infusión en concentraciones del 5%, 10%, y 15% de los tratamientos que presentaron mayor concentración de flavonoides y polifenoles que fueron *Clitoria ternatea* y *Flemingia macrophylla*. Posteriormente la siembra del rabano se realizó en parcelas de 0,64 m², en donde se sembró 9 plantas en cada parcela, teniendo una separación de 20 cm la una con la otra como se puede observar en el Figura 2, siendo así 6 tratamientos con 3 réplicas, la aplicación del bioestimulante se realizó cada 15 días y después de los 40 días se realizó la cosecha.

Figura 2

Esquema de la siembra parcela

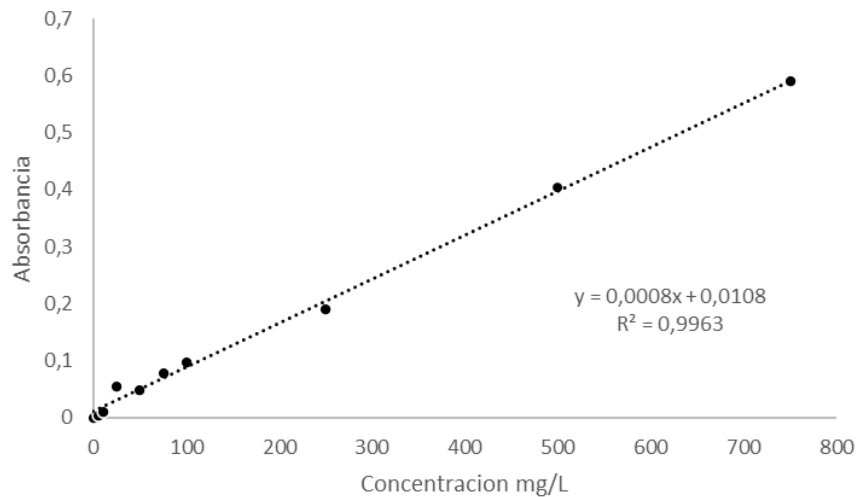


Nota: En esta grafica se observa la distancia de las plantas sembradas y los puntos de control (Autores, 2025)

3. Resultados

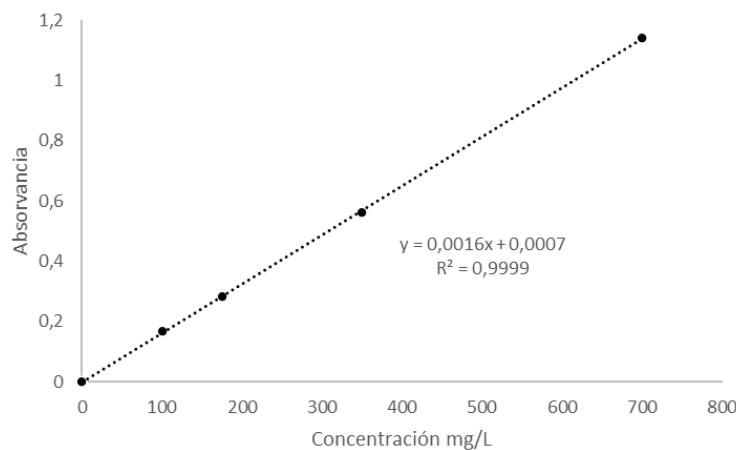
La Figura 3 presenta la curva de calibración para medir fenoles totales, la Figura 4 presenta la curva de calibración para flavonoides, mientras que la Tabla 1 presenta los resultados logrados

Figura 3
Curva de calibración de ácido gálico (mg EAGG/100g MS) como estándar a 765 nm



Nota: Esta grafica se puede ver la línea de tendencia la cual está dentro de los parámetros (Autores, 2025).

Figura 4
Curva de calibración de quercetina (mg EQ/100g MS) como estándar a 415 nm



Nota: La curva muestra una relación lineal directa entre la concentración y la absorbancia, lo que sugiere que los datos son altamente confiables para determinar concentraciones de flavonoides (Autores, 2025).

Tabla 1
Concentración de polifenoles totales y flavonoides obtenidos de cada especie

Especie	Concn. fenoles totales (mg EAGG/100 g MS)	Concn. Flavonoides (mg EQ/100 g MS)
Frejol de palo	13,77 ± 0,70 ^{od}	1,40 ± 0,17 ^b
Flemingia	16,25 ± 0,69 ^d	2,63 ± 0,17 ^c

Matarratón	8,53 ± 1,40 ^a	0,18 ± 0,03 ^a
Clitoria	9,50 ± 0,74 ^{ab}	9,11 ± 0,28 ^d
Kudzu	12,07 ± 1,87 ^{bc}	1,53 ± 0,14 ^b
Mucuna	12,03 ± 1,87 ^{bc}	1,85 ± 0,14 ^b
CV (%)	12,03	2,78

Nota: Esta tabla resume las concentraciones de polifenoles y flavonoides de las especies estudiadas y el coeficiente de variación (Autores, 2025).

En la Tabla 1 se indica la cuantificación de concentraciones de flavonoides y fenoles totales obtenidos de las diferentes especies utilizadas para este estudio, en donde se utilizó la media ± desviación estándar, de modo que el análisis estadístico de varianza (ANOVA) nos muestra un contraste estadístico relevante ($p < 0.05$) en todas las especies.

Con relación a la cuantificación de fenoles totales la especie que destaca es Flemingia, seguido de Frejol de palo mientras que Matarratón mostro menor concentración en relación con las otras especies. Por otro lado, la cuantificación de flavonoides indica que la especie que posee mayor concentración es Clitoria siendo significativamente diferente a las demás especies y Matarratón presenta menor concentración tanto en fenoles totales como en flavonoides.

Tabla 2

Porcentaje de humedad, materia seca y rendimiento de los rábanos con aplicación del bioestimulante

Tratamiento	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Rendimiento (Kg/ha)
Clitoria 5%	93,20 ± 0,14 ^a	6,8 ± 0,14 ^a	4 406,26 ± 154,68 ^a
Clitoria 10%	92,93 ± 1,20 ^a	7,07 ± 1,20 ^a	9 093,76 ± 218,75 ^{bc}
Clitoria 15%	93,27 ± 0,40 ^a	6,73 ± 0,40 ^a	5 875 ± 878,75 ^{ab}
Flemingia 5%	93,47 ± 0,58 ^a	6,53 ± 0,58 ^a	5 395,84 ± 429,14 ^{ab}
Flemingia 10%	93,30 ± 0,52 ^a	6,7 ± 0,52 ^a	12 166,66 ± 984,04 ^c
Flemingia 15%	93,47 ± 0,81 ^a	6,72 ± 0,81 ^a	8 322,92 ± 724,56 ^{ab}
CV (%)	0,67	9,36	37,52

Nota: En esta tabla se puede resumir los mejores resultados de cada tratamiento analizando el % de humedad, materia seca y rendimiento (Autores, 2025).

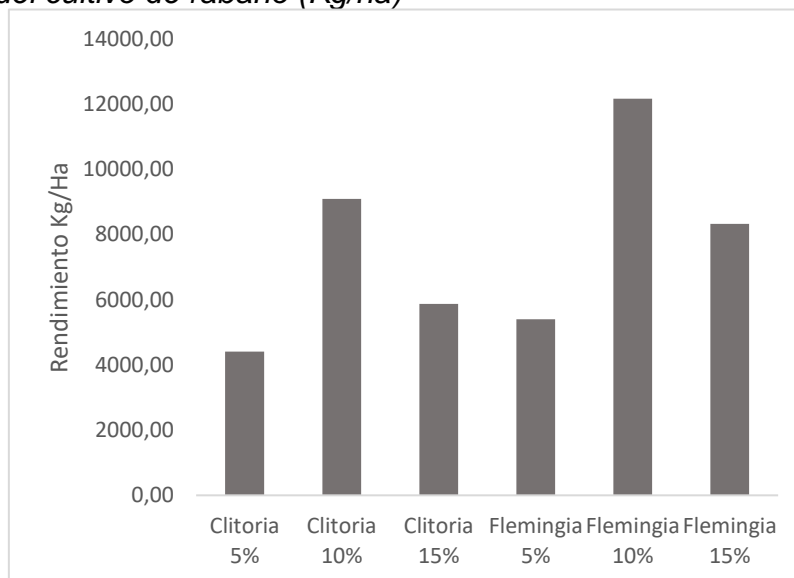
En la Tabla 2 se observa la humedad, materia seca del rábano después de su cosecha y el rendimiento obtenido por cada tratamiento. Después de realizar el análisis estadístico de varianza (ANOVA) nos refleja una diferencia significativa ($p < 0,05$) en el rendimiento, aunque no hay una diferencia significativa entre humedad y materia seca ($p \geq 0,05$).

Los resultados logrados en humedad y materia seca en los rábanos tras su cosecha señalan que no hay una variación notable entre los diferentes tratamientos. Sin embargo, el rendimiento presenta variaciones notables, siendo Flemingia 10% el tratamiento con el rendimiento más alto con un valor de 12 166,66 Kg/ha, seguido de

Clitoria 10% con un valor de 9 093,76 Kg/ha por otro lado, Clitoria 5% es el tratamiento con menor rendimiento con un valor de 4406,26 Kg/ha.

Figura 5

Rendimiento del cultivo de rábano (Kg/ha)



Nota: En esta grafica se puede ver cuál es el tratamiento con un mejor resultado (Autores, 2025).

La Figura 5 muestra el esquema de barras correspondiente al análisis de los seis tratamientos empleados en cada parcela. Además, se muestra que los tratamientos con el rendimiento más bajo fueron clitoria 5%, clitoria 15% y flemingia 5%, en contraste con los que mostraron un rendimiento superior, que fue flemingia al 10% y clitoria al 10% respectivamente.

4. Discusión

Según (García-Ferrer et al., 2016), en su estudio indica que durante los meses secos experimentaron un impacto considerable ($p \leq 0.05$) en la concentración total de fenoles en cuatro especies de fabáceas: Cacahuatillo, Stylosathes, Clitoria y Kudzu. Sus concentraciones fueron de 27,02, 31,01, 74,62 y 46,38 mg/g MS respectivamente, además menciona que a los 42 días de rebrote Clitoria obtuvo mayor cantidad de polifenoles totales (155,5 mg/g MS), mientras que la Tabla 1 muestra los hallazgos del estudio llevado a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Al analizar seis fabáceas diferentes, se observó que Flemingia posee 16,25 mg EAGg/100 g MS, siendo esta la especie con la concentración más alta. Luego se encuentra Frejol de palo con 13,70 mg EAGg/100 g MS y Clitoria con 9,50 mg EAGg/100 g MS. Además, se registraron valores inferiores en otra investigación (Pérez-Pérez et al., 2019), utilizando diversas variedades de frijol que forma parte de la familia de las Fabáceas, calcularon el contenido total de fenoles mediante el método Folin Ciocalteu. Una parte del frijol fue sometida a cocción y la otra parte fue frijol crudo. Los resultados obtenidos oscilan entre 1,91 a 5,66 mg EAG/g en frijol crudo, mientras que en el frijol cocido los

resultados se sitúan entre 0,69 a 3,47 mg EAG/g, las variedades que mejor concentración tuvieron fue Teapa y el peruano.

Además, determinaron flavonoides por el método de colorimetría en donde las variedades que mejor concentración presentan son Flor de mayo y Patol en frejol crudo, mientras que en frejol cocido la variedad Teapa obtuvo la mejor concentración, respecto al aumento de flavonoides en el frijol Teapa cocido (Huber, 2016) indica que al someter a un proceso de cocción al frijol la concentración aumenta como efectivamente se evidencio en dicha investigación. Por otro lado, la determinación de flavonoides que se realizó por el método de espectrometría UV-Vis en donde la especie fabácea que sobresale en el contenido de flavonoides es *Clitoria* $9,11 \pm 0,28$ (mg EQ/100 g MS), debido a que es un metabolito que usa para protegerse de estrés ambiental. Según (Jaafar et al., 2020) realizó una determinación de flavonoides obteniendo una media de 41,6 mg GAE/g MS. Según la prueba realizada, el resultado experimental de flavonoides fue 41,17 mg GAE/g de muestras secas. Así mismo, (Barrón-Yáñez et al., 2011) Condujé una investigación sobre los flavonoides y la actividad antioxidante de *Calia secundiflora*, concluyendo que la cantidad de fenólicos $8,31 \text{ mg/g-1}$ de MS superó a la de flavonoides $3,08 \text{ mg/g-1}$ de MS en hojas originarias del Estado Hidalgo. En las hojas de *C. secundiflora*, el contenido total de fenólicos fue de $5,61 \text{ mg/g-1}$ de MS y el de flavonoides de $2,76 \text{ mg/g-1}$ de MS.

Posteriormente, se eligió el mejor tratamiento en función de concentración de fenoles totales (Flemingia) y flavonoides (Clitoria) y con estos se elaboraron extractos a diferentes concentraciones de 5%, 10% y 15% (p/v), tratamientos que fueron aplicados al cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) como un posible bioestimulante. Después de la aplicación durante 40 días se procedió a la cosecha de las raíces tuberosas (parte comestible) y se midieron variables como humedad, materia seca y rendimiento. Los tratamientos que presentaron mayor porcentaje de humedad fueron flemingia al 5% y 15% con 93,47% y 93,47% respectivamente, pero al analizar estadísticamente estos resultados demostraron que no hay gran variación con respecto a la humedad. En una investigación realizada por (Casilla-V et al., 1986) se analizó los 10 tratamientos (Suelo Fertilizado, Control y Suelo sin fertilizar) realizados en donde el mejor resultado que obtuvieron es el de Suelo sin fertilizante más vitamina C con 92,40% ya que es recomendable que los valores no queden por debajo de 70% debido a que podrá llevar a una deshidratación de los rábanos lo que terminaría en alteraciones organolépticas, por lo tanto, en esta investigación se examinó el porcentaje de humedad en los seis tratamientos utilizados oscilan entre 92,93% – 93,47%, sin que se observaran diferencia entre tratamientos. en la misma investigación realizada por (Casilla-V et al., 1986) en materia seca obtuvieron valores desde 7,60% en el tratamiento de Suelo sin fertilizante más Vitamina C hasta 11,19% el tratamiento Suelo sin fertilizar siendo los valores que menor y mayor materia seca tuvieron debido a los tratamientos a los cuales se los sometió, mientras tanto en esta investigación los que presentaron un mayor porcentaje de materia seca fueron

flemingia y clitoria ambas al 10% con 6,7% y 7,07% pero a nivel estadístico se demostró que de estos seis tratamientos los cambios que presentan son mínimos.

El rendimiento del cultivo de rábano presentó los resultados más relevantes en el tratamiento compuesto por flemingia a 10% con un rendimiento de 12 166,66 Kg/ha, seguido de Clitoria al 10% con un rendimiento de 9 093,76 Kg/ha y a un análisis estadístico el que tuvo un mejor rendimiento y fue bastante superior y ofreció un valor absoluto mayor fue flemingia a un 10%, sin embargo si se busca tener un equilibrio entre rendimiento y estabilidad se puede tomar en cuenta a clitoria a 10% debido a su menor error estándar con respecto a la flemingia, sin embargo, el autor (Lobato-Magallanes & Vega-Chusin, 2023) para analizar el impacto de tres bioestimulantes en la conducta morfológica y productiva del cultivo de rábano, se llevó a cabo un experimento en zonas del organopónico "El Estadio" Sancti Spíritus, Cuba, a lo largo de los meses de febrero a abril del 2018. Las terapias incluyeron: ME-50 (50 ml/L-1), humus lixiviado (100 ml/L-1), Biobras-16 (0,012 L/ha-1) y una supervisión basada en agua. Las evaluaciones de los parámetros morfoagronómicos se llevaron a cabo en 45 plantas que fueron sometidas a tratamiento, y las variables incluyeron: rendimiento (kg/ha), media de hojas por planta, altura de la planta (cm), entre otros factores. Los hallazgos indicaron que el uso de los tres bioestimulantes en la elaboración del cultivo de rábano bajo condiciones organopónicas resultó provechoso, puesto que demostró beneficios en el aumento de la producción media de hojas por planta y el rendimiento superior a 10 500 kg/ha. Además, el tratamiento con ME-50 disminuyó el porcentaje de raíces tuberosas afectadas en un 50% inferior al control.

La Flemingia contiene fenoles totales en sus metabolitos secundarios, cuya función principal es protegerse de ataques de patógenos o herbívoros (Santacoloma-Varón & Enrique-Granados Jairo, 2012), además, posee la habilidad de mantener el nitrógeno en la tierra (Meza-Vinces, 2011) estas propiedades son razones por las cuales el cultivo de rábano tuvo mayor rendimiento al servir como plaguicida y también al disponer nitrógeno aprovechable para el cultivo lo usan como nutriente.

Según (Zárate-Martínez et al., 2021), los compuestos fenólicos desempeñan roles de defensa en las plantas, contribuyen a resistir factores bióticos y abióticos; son de gran relevancia fisiológica y morfológica para las plantas, dado que tienen características como antioxidantes y antimicrobianos. La presencia de sustancias fenólicas muestra una correlación significativa con su habilidad antioxidante.

5. Conclusiones

Los hallazgos de este estudio señalan que el bioestimulante hecho con Flemingia al 10% tiene diferencias significativas en comparación a Clitoria al 5% fue la que menos rendimiento obtuvo en el rábano es decir que flemingia tiene un impacto notable en cuanto rendimiento del cultivo de rábano, la diferencia en el rendimiento entre los dos tratamientos se debe a las propiedades bioactivas que estas especies disponen

principalmente fenoles totales. Además los resultados indican la importancia de los compuestos fenólicos y flavonoides en distintas especies fabáceas, dentro de estos resultados las concentraciones de fenoles totales y flavonoides varía significativamente siendo Flemingia y Clitoria las que más destaca, esta oscilación indica que las condiciones de crecimiento y las características interiores de cada especie influye para acumular estos compuestos bioactivos que son importantes no solo para la alimentación bovina si no para otros enfoques agrícolas. Asimismo, en los tratamientos aplicados sobre los rábanos no se observaron variaciones significativas en la humedad y materia seca, es crucial investigar como diferentes tratamientos y las concentraciones puede influir en estos parámetros. El bioestimulante elaborado a partir de fabáceas en concentraciones diferentes demuestra un potencial significativo para mejorar el rendimiento del cultivo de rábano, los resultados evidencian que Flemingia a una concentración del 10% produce un rendimiento superior no obstante Clitoria al 10% también ofrece una elección viable. Finalmente, esta investigación aporta información importante sobre la aplicación de un bioestimulante en cultivos de rábano que aporta significativamente en la práctica agrícola.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Alamu, E., Adesokan, M., Fawole, S., Maziya-Dixon, B., Mehreteab, T., & Chikoye, D. (2023). *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp Applications for Enhancing Soil Fertility and Crop Nutritional Qualities. *Forests*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/f14030635>
- Alvarado-Aguayo, A. A., Carrera-Maridueña, Braulio Javier, Carrera-Mariduela, D. M., & Pilalao-David, W. O. (2023). Kudzú tropical: Situación y perspectiva para la agricultura sostenible. 16.
- Ardisana, E., Torres, A., Fosado, O., Peñarrieta, S., Solórzano, J., Jarre, V., Medranda, F., & Montoya, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 41(4), 2. <http://ediciones.inca.edu.cuoctubre-diciembre>
- Barrón-Yáñez, R. M., García-Mateos, M. del R., Soto-Hernández, M. R., & Colinas-León, T. (2011). Flavonoides y actividad antioxidante de *Calia secundiflora* (Ort.) Yakovlev. *SCielo*, 34.
- Boniface, F., Washa, W., & Nnungu, S. (2024). Comparison of nutritional values of *Mucuna pruriens* L. (velvet bean) seeds with the most preferred legume pulses.

- Food Production, Processing and Nutrition, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00187-4>
- Caicedo-Aldaz, J. C., & Herrera-Sánchez, D. J. (2022). El Rol de la Agroecología en el Desarrollo Rural Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 1(2), 1–16. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n2/24>
- Casilla-V, J. C., Londoño, J., Guerrero, H., & Buitrago, L. (1986). Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus*).
- Cuibin, R., Otto, M., Palacios, G., Norabuena, E., Collazos, L., & Sotelo, A. (2020). Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en el cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(4). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V31I4.19020>
- GAD La Maná. (2023). Datos generales, La Maná.
- García-Ferrer, L., Bolaños-Aguilar, D. E., Lagunes-Espinoza, C. L., Ramos-Juárez, J., & Osorio-Arce, M. M. (2016). CONCENTRATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN TROPICAL FORAGE FABACEAE AT DIFFERENT REGROWTH TIME. *Agrociencia*, 50, 429–440.
- Gargi, B., Semwal, P., Jameel, S., Singh, P., Painuli, S., Thapliyal, A., & Cruz, N. (2022). Revisiting the Nutritional, Chemical and Biological Potential of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *Molecules*, 27(20). <https://doi.org/10.3390/molecules27206877>
- González Soriano, F. J., Ortiz Choez, G. G., & Landaburú Mendoza, J. R. (2022). Economía Circular y Comercio Internacional. *RECIAMUC*, 6(3), 646–655. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.646-655](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.646-655)
- Google. (3 de octubre de 2024). Google Maps. Obtenido de https://www.google.com.ec/maps/place/centro+experimental+%E2%80%9CSacha+Wiwa%E2%80%9D/@-0.7967986,-79.1612659,722m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x91d4c52662a426ef:0xc9d24bf1c2cc4572!8m2!3d-0.796804!4d-79.158691!16s%2Fq%2F11ssl9k37h?hl=es&entry=tту&q_ep=Ego
- Guzmán, C., & Paztuña, G. (2022). COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA FLEMINGIA (*Flemingia macrophylla*).
- Huber, K. (2016). Phenolic Acid, Flavonoids and Antioxidant Activity of Common Brown Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Before and After Cooking. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 06(05). <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000551>
- Jaafar, N. F., Ramli, M. E., & Salleh, R. M. (2020). Extraction condition of clitoria ternatea flower on antioxidant activities, total phenolic, total flavonoid and total

- anthocyanin contents. *Tropical Life Sciences Research*, 31(2), 1–17. <https://doi.org/10.21315/tlsr2020.31.2.1>
- Kelemu, S., Cardona, C., & Segura, G. (2004). Antimicrobial and insecticidal protein isolated from seeds of *Clitoria ternatea*, a tropical forage legume. *Plant Physiology and Biochemistry*, 42(11). <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2004.10.013>
- Lobato-Magallanes, G. E., & Vega-Chusin, J. A. (2023). Producción de cultivo de rábano (*Raphanus Sativus L.*) con diferentes dosis de bioestimulantes en el cantón la Maná.
- Lock, O., Cabello, I., & Doroteo, H. (2006). Análisis de flavonoides en plantas. www.iupac.org/publications/cd/medicinal_chemistry/
- Ludeña-Macias, C. O. (2011). Comportamiento agronómico y valoración nutricional de kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) y Clitoria (*Clitoria ternatea*). 2–2. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/24fe1bde-9dae-44e1-908c-1c9ddb26e0b/content>
- Luna, R., Morales, M., López, K., & Sandoval, K. (2020). Extracción de un Bioestimulante a partir de *Clitoria ternatea* para mejorar el crecimiento de plantas de pimiento (*Capsicum annum*). 4.
- Madrid, G. (2015). Diseño de marca para el cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi, como herramienta de difusión turística. 14.
- Meza-Vinces, T. M. (2011). Comportamiento agronómico y valoración de la flemingia (*Flemingia macrophylla*) mas clitoria (*Clitoria ternatea*) con pasto seboya (*Panicum maximun*) y pasto brachiaria (*Brachiaria decumbens*). 1.
- Montané, C., Arias, D., & Chil, I. (2021). Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en un extracto blando de flores de *Calendula officinalis* Linn. *Orange Journal*, 2(3), 20–31. <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995x/2020.3.02>
- Pérez-Pérez, L. M., Del Toro-Sánchez, C. L., Sánchez-Chávez, E., González-Vega, R. I., Reyes-Díaz, A., Borboa-Flores, J., Soto-Parra, J. M., & Flores-Cordova, M. A. (2019). Bioaccesibilidad de compuestos antioxidantes de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en México, mediante un sistema gastrointestinal in vitro. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*, 118–120. <http://biotecnia.unison.mx>
- Rengifo, D. (2018). ESTUDIO FITOQUÍMICO CUALITATIVO PRELIMINAR Y CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES Y TANINOS DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE HOJAS DE *Desmodium vargasianum* Schubert. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 84(2). <https://doi.org/10.37761/rsqp.v84i2.139>

- Rojas, F. E., & Saavedra-Mera, K. A. (2022). Diversificación de Cultivos y su Impacto Económico en las Fincas Ecuatorianas. *Revista Científica Zambos*, 1(1), 51–68. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n1/21>
- Sailema, L. (2019). Extracción simultánea de polifenoles totales y flavonoides totales en hojas de *Fragaria* spp. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29997/1/BQ%20190.pdf>
- Salazar, Y., Jesús, M., & Alisberkys, G. (2021). LOS BIOESTIMULANTES. UNA ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO AGROECOLOGICO CUBANO. 11, 5–12.
- Santacoloma-Varón, L. E., & Enrique-Granados Jairo. (2012). Interrelación entre el contenido de metabolitos secundarios de las especies *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia* y algunas propiedades físicoquímicas del suelo. *Dialnet*, 3.
- Wafaey, A., El-Hawary, S., Kirollos, F., & Abdelhameed, M. (2023). An overview on *Gliricidia sepium* in the pharmaceutical aspect. *Egyptian Journal of Chemistry*, 66(1), 479–496. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2022.129184.5713>
- Zárate-Martínez, W., González-Morales, S., Ramírez-Godina, F., Robledo-Olivo, A., & Juárez-Maldonado, A. (2021). Effect of phenolic acids on the antioxidant system of tomato plants (*Solanum lycopersicum* Mill.). *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 854–868. <https://doi.org/10.15517/AM.V32I3.45101>
- Zurita, S. (2020). Propagación vegetativa de *Justicia spicigera* mediante estacas embestidas en sustancias enraizantes en el cantón Mejía. 10–12.