

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

Efecto de los programas de fertilización en el desarrollo del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad Sumatra en la zona de Ventanas

Effect of fertilization programs on the development of the tobacco crop (*Nicotiana tabacum*) variety Sumatra in the Ventanas area

Autor 1: Arnaldo Andrés Rodríguez Jiménez¹, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5462-9693>

Autor 2: Marlon Víctor Hugo Pazos Roldan², ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6798-8736>

Autor 3: Guillermo Enrique García Vásquez³, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1782-6573>

Autor 4: Javier Antonio Contreras-Miranda⁴, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3267-5611>

Autor 5: Jhon Luis Cano Maquilon⁵, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8872-2873>

Autor 1: rodriguezjimenezarnaldoandres@gmail.com; Asesor Técnico Comercial Los Ríos Norte en Agroproductivo S.A.S., Ecuador,

Autor 2: mpazos@utb.edu.ec; Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

Autor 3: ggarcia@utb.edu.ec; Docente en la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

Autor 4: jcontreras@uagraria.edu.ec; Docente en la Facultad de Ciencias Agraria, Universidad Agraria del Ecuador

Autor 5: jcanom@utb.edu.ec; Técnico Docente en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

* **Autor correspondencia:** mpazos@utb.edu.ec

Recibido: 04/mayo/2026

Aprobado: 04/junio/2026

Publicado: 15/junio/2026

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los programas de fertilización en el desarrollo del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad Sumatra en la zona de Ventanas. Se aplicó el diseño de bloques completamente al azar, en el cual se evaluaron 4 tratamientos con tres repeticiones. Para determinar las diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey al 95%. La muestra estuvo conformada por 30 plantas de tabaco, con 3 repeticiones en cada tratamiento, totalizando 360 plantas evaluadas en el campo. Se evaluaron las siguientes

variables: altura de planta (cm), largo de hoja (cm), ancho de hoja (cm), área foliar, número de hojas, peso de hojas verdes, peso de hojas secas y análisis económico. El tratamiento con Biotrac (T2) superó significativamente a los demás tratamientos (Banatrel, Zerebra agro Fyto-6 y testigo absoluto) en desarrollo foliar, obteniendo mayores dimensiones en las hojas, lo que contribuye directamente a la calidad de la cosecha. Biotrac destacó al mostrar los mejores resultados en cuanto a altura de planta, número de hojas, largo y ancho de las hojas, y área foliar. Económicamente, todos los tratamientos fueron rentables frente al testigo;



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

Banatrel (T1) fue el más rentable (1630 kg/ha; \$5143.60/ha), superando a Biotrac (1475 kg/ha; \$4516.75/ha).

Palabras clave: calidad de la hoja, desarrollo, fertilización foliar, tabaco.

Abstract

This research aimed to evaluate the effect of fertilization programs on the development of the Sumatra variety of tobacco (*Nicotiana tabacum*) in the Ventanas region. A completely randomized block design was used, with four treatments and three replications. Tukey's test at a 95% confidence level was used to determine differences between means. The sample consisted of 30 tobacco plants, with three replications per treatment, for a total of 360 plants evaluated in the field. The following variables were evaluated: plant height (cm), leaf length (cm), leaf width (cm), leaf area, number of leaves, green leaf weight, dry leaf weight, and economic analysis. The Biotrac treatment (T2) significantly outperformed the other treatments (Banatrel, Zerebra Agro Fyto 6, and the control) in leaf development, resulting in larger leaves, which directly contributes to the quality of the harvest. Biotrac stood out by showing the best results in terms of plant height, number of leaves, leaf length and width, and leaf area. Economically, all treatments were profitable compared to the control; Banatrel (T1) was the most profitable (1630 kg/ha; \$5143.60/ha), surpassing Biotrac (1475 kg/ha; \$4516.75/ha).

Keywords: leaf quality, development, foliar fertilization, tobacco.

Introducción

El tabaco es un cultivo del cual se pueden obtener gran cantidad de compuestos de

aplicación en diferentes campos de la industria, especialmente la farmacéutica. Sin embargo, el potencial del cultivo del tabaco está basado no solo en su contenido en sustancias útiles, sino también en la alta productividad, ya que la planta de tabaco se puede cultivar con una alta densidad de siembra y puede someterse a cortes sucesivos obteniéndose así altas producciones. En estas condiciones se pueden conseguir, en un período de 6 a 8 meses, producciones de hoja verde de $165 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Zamora, 2024).

El tabaco se cultiva en más de 120 países con grandes diferencias de intensidad. China, con una producción de más de 2,2 millones de toneladas producidas en más de 1 millón de hectáreas, es con diferencia el mayor productor, seguido de Brasil, India y EE. UU. El cultivo de tabaco en Europa ha disminuido significativamente en los últimos 20 años y en la actualidad solo representa 66.000 ha, siendo los principales productores Italia, España, Polonia, Grecia, Croacia, Francia, Hungría y Bulgaria, que representan el 99% de la producción de tabaco de la Unión Europea (Kaly, 2025).

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2021) señala que el tabaco es uno de los productos más consumidos a nivel global, generando una atractiva demanda mundial para los productores. En Ecuador, se sembraron alrededor de 3650 hectáreas de tabaco en ese año, posicionándolo como uno de los principales cultivos transitorios del país.

El cultivo de tabaco en Ecuador tiene una buena acogida, además de que genera una alta rentabilidad para los productores que se dedican a este cultivo, teniendo en cuenta que las condiciones climáticas son favorables para un excelente desarrollo de las hojas, principal exigencia de los mercados (Arteaga, 2023).



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

El desarrollo foliar del tabaco es sensible a la disponibilidad de nutrientes durante las etapas críticas de crecimiento de la hoja y antes de la floración. La fertilización foliar puede ser estratégica para suplementar micronutrientes y corregir deficiencias que limitan parámetros agronómicos como el área foliar o el contenido de clorofila (Pilaguano y Villavicencio, 2024). El cultivo de tabaco exige cumplir con estrictos estándares de calidad establecidos por la industria tabacalera, lo que implica obtener hojas de tamaño, color, textura y aroma específicos. Para alcanzar estos estándares y cumplir la exigencia de los mercados, el uso de fertilizantes sintéticos ha sido una práctica común. Combinar la fertilización foliar con aplicaciones al suelo podría mejorar rendimientos y calidad de hoja, sobre todo en períodos de estrés (por lluvia o sequía) (Suatunce et al., 2025).

La fertilización foliar es reconocida como una práctica complementaria con beneficios potenciales sobre el crecimiento vegetativo y la productividad, especialmente en condiciones de deficiencias edáficas o estrés, pero su eficacia depende de la dosis, la formulación y el manejo integrado con la fertilización al suelo (Awad et al., 2024).

Toala (2023) expresa que la fertilización foliar es considerada una práctica indispensable para los agricultores, porque previene las deficiencias nutricionales de las plantas, aumenta el rendimiento del cultivo y mejora la calidad; no es considerada como un reemplazo de la fertilización común de los cultivos, sino como una técnica que sirve de respaldo para complementar los requerimientos nutricionales que los cultivos no pueden abastecer mediante la fertilización tradicional al suelo.

Januszkiewicz et al. (2024) mencionan que el uso de fertilizantes foliares multicompuestos es una opción beneficiosa para optimizar el rendimiento y la calidad de las hojas del cultivo de tabaco. Sin embargo, su composición química y dosificación requieren mayor desarrollo.

Mohammed (2021), en un experimento combinando diferentes fuentes de N (nitrógeno) y H₂O₂ foliar, mostró que los tratamientos integrados de nutrición y aspersiones pueden mejorar características fisiológicas, productividad, área foliar, pigmentación y rendimiento en tabaco Virginia.

Chen et al. (2025) demostraron que la aplicación foliar de compuestos bioactivos (24-epibrasinolido) mejora el crecimiento, la tolerancia al estrés por frío, la actividad radicular, la asimilación de nitrógeno y el contenido de nicotina en hojas maduras.

Prabhakar (2016) menciona, en un estudio en tabaco tipo *bidi*, que las aplicaciones foliares de KNO₃ o de sulfatos combinados mejoraron el rendimiento de hoja curada y el contenido de N y K, aunque no cambiaron significativamente algunos parámetros de calidad química.

La fertilización foliar ha demostrado ser una técnica eficaz para mejorar tanto el rendimiento como la calidad de los cultivos, especialmente en momentos críticos del ciclo de crecimiento. Investigaciones recientes en maíz evidencian que la aplicación foliar de micronutrientes como zinc (Zn), boro (B) y cobre (Cu) aumentó significativamente el rendimiento de grano y la calidad nutricional en comparación con los tratamientos sin fertilización foliar, favoreciendo además parámetros fisiológicos como el índice SPAD, relacionado con la actividad fotosintética de las hojas (Jarecki et al., 2025).



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

Una de las grandes ventajas de la fertilización foliar es su capacidad para proporcionar nutrientes de forma rápida y directa a través de las hojas, lo que resulta especialmente útil para corregir deficiencias nutricionales en etapas de alta demanda o cuando la absorción radicular está limitada por factores ambientales o del suelo. Este método puede mejorar la eficiencia del uso de nutrientes al evitar procesos de fijación o pérdida en el suelo que reducen la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican por vía radical, permitiendo una respuesta más inmediata de la planta (Balachandra et al., 2025).

La fertilización foliar no reemplaza a la fertilización tradicional del suelo, sino que la complementa, proporcionando una herramienta adicional para satisfacer las necesidades específicas de nutrientes en momentos en que la absorción por las raíces es subóptima debido a suelos fríos, compactados o con desequilibrios nutricionales. Esta estrategia ha sido reconocida como una práctica valiosa tanto en agricultura intensiva como en sistemas de producción más sostenibles, para maximizar la absorción de nutrientes esenciales sin depender únicamente del suelo (Fernández & Brown, 2024).

La fertilización foliar con fuentes específicas de potasio ha demostrado ser efectiva para maximizar la absorción de este nutriente en cítricos cultivados en suelos con deficiencia de potasio, mejorando parámetros de crecimiento y estado nutricional de las plantas. Este enfoque permite que las plantas superen limitaciones del suelo al suministrar directamente el nutriente a través de las hojas, promoviendo un crecimiento más vigoroso y favoreciendo respuestas fisiológicas beneficiosas, lo cual es especialmente importante en sistemas donde los

sustratos no satisfacen las demandas minerales de la planta (Awad et al., 2024).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los programas de fertilización en el desarrollo del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad Sumatra en la zona de Ventanas. Se hipotetiza que la fertilización foliar con Biotrac produce un mayor desarrollo foliar en comparación con Banatrel, Zerebra agro + Fyto-6 y el testigo absoluto. Para ello, se compararon los fertilizantes foliares Banatrel, Biotrac, la mezcla Zerebra agro + Fyto-6 (tratamiento del productor) y un testigo absoluto. Los resultados permitirán optimizar el manejo nutricional del cultivo, contribuir a la sostenibilidad productiva y ambiental, y servir como base para la toma de decisiones técnicas por parte de los productores y profesionales del sector agrícola local.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la Finca Manssur, ubicada en la parroquia Ventanilla, cantón Ventanas, provincia de Los Ríos, con las siguientes coordenadas UTM: X = 685972.325, Y = 9803706.045, propiedad del señor Farid Manssur. El tipo de investigación fue de campo y laboratorio, con un enfoque de estadística descriptiva e inferencial y de tipo cuantitativo. Se aplicó el diseño de bloques completamente al azar, en el cual se evaluaron 4 tratamientos con tres repeticiones. Para determinar las diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey al 95%.

La población en estudio estuvo conformada por 1946 plantas en los tratamientos establecidos, donde se realizó la aplicación del programa de fertilización en diferentes dosis. La muestra estuvo conformada por 30 plantas de tabaco por tratamiento, con 3 repeticiones cada uno, totalizando 360 plantas evaluadas en el campo. Las 30 plantas por tratamiento se seleccionaron al azar en cada repetición,



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

excluyendo las plantas de los bordes de cada parcela.

Las técnicas aplicadas para la evaluación del efecto de los programas de fertilización en el desarrollo del cultivo de tabaco (*N. tabacum*) variedad Sumatra fueron cualitativas y cuantitativas, utilizando instrumentos de observación y medición.

Los datos recolectados de cada variable fueron procesados estadísticamente; se determinaron parámetros de estadística descriptiva: media, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación. Además, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los tratamientos de acuerdo con las fuentes de variación. Para detectar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables analizadas, se aplicó la prueba de Tukey al 5%. Para todos los análisis se utilizó el software de análisis estadístico InfoStat.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en 4 programas de fertilización foliar, descritos en la Tabla 1

Tabla 1. Tratamientos estudiados en el ensayo

Tratamientos	Fertilizantes foliares	Dosis	Frecuencia
T1	Banatre	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	Cada 8 días
T2	Biotrac	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	Cada 8 días
T3	Tratamiento productor: Zerebra agro Fyto-6	0.5 Lt/ha 1 Lt/ha	4 aplicaciones durante el ciclo
T4	Testigo absoluto	-	-

Manejo del cultivo

Vivero

En el vivero se realizó el **llenado** de las cubetas germinadoras con un buen sustrato. Se **sembró** la semilla al voleo, mezclada con arena debido al tamaño de la semilla. En esta etapa, el tabaco permaneció de 45 a 50 días antes de ser trasplantado.

Transplante

El transplante se realizó cuando la planta cumplió 45 a 50 días en vivero; con un esqueje

se fue haciendo un hoyo pequeño, para luego realizar la siembra y el tapado.

Fertilización

La fertilización edáfica se realizó a los 8 días después del trasplante, donde se aplicó como fuente nitrogenada urea a razón de 200 kg/ha (4 sacos de 50 kg) para lograr mayor vigorosidad en las plantas.

Aporcamiento

Esta labor se realizó a los 8 días luego de que el cultivo ya este fertilizado para tapar el fertilizante y darle un mayor anclaje a la planta

Control de maleza

Se realizó un control químico utilizando Verdigol (ingrediente activo: paraquat dicloruro) a 1 L/ha, un herbicida selectivo que afecta principalmente a las malezas de hoja angosta. A los 47 días después de la siembra se aplicó Zhara (ingrediente activo según la etiqueta del producto comercial) a 1 L/ha, un herbicida no selectivo. Ambas aplicaciones se realizaron siguiendo las recomendaciones del fabricante y las buenas prácticas agrícolas.

Libre pie

El libre pie es una labor la cual consiste en retirar a los 27 días las hojas bajas que están teniendo contacto con el suelo, para así evitar contaminación de algún patógeno.

Desbotonamiento

Es una labor la cual consiste en sacar chupones o hojas a los 42 días, que ya no van a ser consideradas, para que así no exista competencia con las hojas a producir.

Capado

A los 46 días se procedió a cortar la parte final del tabaco (despunte), donde va a emitir la inflorescencia. Para evitar el rebrote de chupones, se aplicó el producto comercial Sukerside como inhibidor de crecimiento.

Cosecha

La cosecha se realizó a los 65 días cuando las primeras hojas del corte 1 empiezan con su madurez fisiológica



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

Variables evaluadas

Altura de planta (cm)

La altura de la planta se determinó con una cinta métrica, desde la base del suelo hasta el punto final del brote de la hoja. Las evaluaciones se realizaron cada 8 a 10 días.

Largo de hoja (cm)

El largo de la hoja se determinó desde la base del pecíolo hasta el ápice de la hoja, utilizando una cinta métrica. Las evaluaciones se realizaron cada 8 a 10 días.

Ancho de hoja (cm)

El ancho de la hoja se determinó midiendo la distancia máxima entre los bordes laterales de la lámina foliar, en la zona media de la hoja, de forma perpendicular a la nervadura central. La medición se realizó con una cinta métrica y se evaluará cada 8 a 10 días.

Área foliar

Para determinar el área foliar del tabaco se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Area foliar} = L \times A \times k (0.68)$$

Número de hojas

El número de hojas se determinó mediante el conteo directo de hojas completamente desarrolladas presentes en cada planta al momento de la evaluación. Los datos se registraron cada 8 a 10 días, antes de la aplicación de los productos.

Número de hojas frescas por kg

Al momento de la cosecha se recolecto hojas verdes para determinar cuántas hojas conforman un kilogramo. El peso se obtuvo utilizando una balanza digital.

Número de hojas secas por kg

Cuando las hojas se encontraban en la casona durante el proceso de secado, se tomó una cuje y se seleccionaron hojas para pesar y determinar cuántas hojas alcanzan un peso de 1 kg. La medición se determinará con una balanza digital.

Análisis económico

El análisis económico se determinó al finalizar el ensayo, basándose en los costos de los productos por hectárea, mano de obra y equipos en cada tratamiento.

Resultados y Discusión

Altura de planta

En la Tabla 2 se presentan los promedios de altura de planta por tratamiento. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas, con un coeficiente de variación de 0.95% y un promedio de altura de planta de 102.60 cm. Se evidencia que el T2 (Biotrac) logró el mayor promedio de altura con 112.05 cm, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos, mientras que los demás tratamientos (T1, T3 y T4) alcanzaron los promedios más bajos (99.46 cm).

La aplicación de Biotrac se destacó por su impacto positivo en el crecimiento de la planta, lo que se alinea con los resultados obtenidos por Mohammed (2021), quien mostró que la aplicación de fertilizantes foliares puede mejorar las características fisiológicas, como el área foliar y la productividad; este tipo de tratamiento integrado es crucial para lograr un desarrollo más equilibrado en condiciones de deficiencias edáficas.

Tabla 2. Promedio de altura de planta

Tratamientos	Fertilizantes foliares	Dosis	Altura de planta (cm)
T1	Banatrel	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	99.46 b
T2	Biotrac	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	112.05 a
T3	Tratamiento productor: Zerebra agro	0.5 Lt/ha	99.46 b
	Fyto-6	1 Lt/ha	
T4	Testigo absoluto	-	99.46 b
Promedio			102.60
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			0.95

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Número de hojas

En la Tabla 3 se presentan los promedios de número de hojas por tratamiento. El análisis de



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

varianza mostró diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 0.68% y un promedio de 16.45 hojas. El T2 (Biotrac) obtuvo el mayor promedio (17.20 hojas), siendo estadísticamente superior al resto, mientras que los demás tratamientos (T1, T3 y T4) presentaron los valores más bajos (16.20, 16.20 y 16.23, respectivamente). Este hallazgo es consistente con investigaciones previas, como la de Toala (2023), quien destaca la fertilización foliar como una práctica fundamental para prevenir deficiencias nutricionales y mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos. En ese mismo sentido, la aplicación de fertilizantes multicompuestos, como lo sugiere Januszkiewicz et al. (2024), ha demostrado ser beneficiosa para optimizar la producción.

Tabla 3. Promedio de número de hojas

Tratamiento	Fertilizantes foliares	Dosis	Número de hojas
T1	Banatre	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	16.20 b
T2	Biotrac	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	17.20 a
T3	Tratamiento productor: Zerebra agro Fyto-6	0.5 Lt/ha 1 Lt/ha	16.20 b
T4	Testigo absoluto	-	16.23 b
Promedio			16.45
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			0.68

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Largo de hoja

En la Tabla 4 se muestran los promedios obtenidos al evaluar el largo de hoja por tratamiento, en la cual de acuerdo con el análisis de varianza se obtuvo significancia estadística, con un coeficiente de variación de 0.26 % y promedio de 46.76 cm de largo de la hoja. Se demostró que el T2 logró el mayor promedio de largo de hoja con 51.23 cm, siendo estadísticamente superior al resto de

tratamientos, mientras que los demás tratamientos (T1, T3 y T4) lograron los promedios más bajos de largo de hoja con 45.25, 45.23 y 45.23 cm, respectivamente.

Este comportamiento coincide con lo reportado por Basha et al. (2019) en tabaco bidi, donde la nutrición foliar con fuentes de nitrógeno y potasio incrementó el largo foliar respecto al testigo. En dicho estudio, el control presentó 32.9 cm de largo de hoja, mientras que los tratamientos con KNO_3 al 2.5 % aplicados a los 45 y 60 días después del trasplante alcanzaron hasta 50.4 cm.

Tabla 4. Promedio de largo de hoja

Tratamientos	Fertilizantes foliares	Dosis	Largo de hoja (cm)
T1	Banatre	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	45.25 b
T2	Biotrac	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	51.23 a
T3	Tratamiento productor: Zerebra agro Fyto-6	0.5 Lt/ha 1 Lt/ha	45.23 b
T4	Testigo absoluto	-	45.23 b
Promedio			46.73
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			0.26

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho de hoja

En la Tabla 5 se muestran los promedios obtenidos al evaluar el ancho de hoja por tratamiento, en la cual de acuerdo con el análisis de varianza se obtuvo significancia estadística, con un coeficiente de variación de 1.27 % y promedio de 26.45 cm de ancho de la hoja. Se demostró que el T2 logró el mayor promedio de ancho de hoja con 29.63 cm, siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, mientras que los demás tratamientos (T1, T3 y T4) lograron los promedios más bajos de largo de hoja con 25.50, 25.50 y 25.17 cm, respectivamente. Chen et al. (2019) encontraron variaciones en características foliares según etapas de



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

desarrollo, aunque sin significancia en ancho según edad de hoja de tabaco, lo que sugiere que las respuestas foliares pueden depender del tipo de tratamiento foliar aplicado.

Tabla 5. Promedio de ancho de hoja

Tratamientos	Fertilizantes foliares	Dosis	Ancho de hoja (cm)
T1	Banarel	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	25.50 b
T2	Biotrac	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	29.63 a
T3	Tratamiento productor: Zerebra agro Fyto-6	0.5 Lt/ha 1 Lt/ha	25.50 b
T4	Testigo absoluto	-	25.17 b
Promedio			26.45
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			1.27

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Área foliar

En la Tabla 6 se muestran los promedios obtenidos al evaluar el área foliar por tratamiento, en la cual de acuerdo con el análisis de varianza se obtuvo significancia estadística, con un coeficiente de variación de 1.12 % y promedio de 785.58 cm² de área foliar. Se demostró que el T2 logró el mayor promedio de área foliar con 960.78 cm², siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, mientras que los demás tratamientos (T1, T3 y T4) lograron los promedios más bajos de área foliar con 730.42, 730.21 y 720.63 cm², respectivamente.

Los resultados obtenidos en el demuestran una mayor eficiencia de Biotrac en la absorción de nutrientes específicos necesarios para el crecimiento del tabaco, un aspecto también señalado por Awa et al. (2024), quienes indican que el tipo y la

formulación del fertilizante foliar influyen considerablemente en la respuesta fisiológica de las plantas.

Además, Mohammed (2021) en un experimento combinando diferentes fuentes de N (nitrógeno) y H₂O₂ foliar mostró que tratamientos integrados de nutrición y sprays pueden mejorar características fisiológicas, productividad, área foliar, pigmentación y rendimiento en tabaco Virginia.

Tabla 6. Promedio de área foliar

Tratamientos	Fertilizantes foliares	Dosis	Área foliar (cm ²)
T1	Banarel	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	730.42 b
T2	Biotrac	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	960.78 a
T3	Tratamiento productor: Zerebra agro Fyto-6	0.5 Lt/ha 1 Lt/ha	730.21 b
T4	Testigo absoluto	-	720.63 b
Promedio			785.58
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			1.12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Número de hojas frescas por kg

En la Tabla 7 se muestran los promedios obtenidos al evaluar el número de hojas frescas por kg en cada tratamiento, en la cual de acuerdo con el análisis de varianza se obtuvo significancia estadística, con un coeficiente de variación de 3.65 % y promedio de 32.35 hojas frescas por kg. Se demostró que el T4 logró el mayor promedio de número de hojas frescas con 40.67 hojas por kg, siendo estadísticamente inferior al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos T2 y T3 lograron los promedios más bajos de número de hojas frescas con 25.45 y 27.98 hojas por kg, respectivamente.



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

Januszkiewicz et al. (2024), menciona que el uso de fertilizantes foliares multicompuestos es una opción beneficiosa para optimizar el rendimiento y la calidad de las hojas del cultivo de tabaco.

Tabla 7. Promedio de número de hojas frescas por kg

Tratamientos	Fertilizantes foliares	Dosis	Número de hojas frescas por kg
T1	Banatre	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	35.33 b
T2	Biotrac	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	25.45 a
T3	Tratamiento productor: Zerebra agro Fyto-6	0.5 Lt/ha 1 Lt/ha	27.98 a
T4	Testigo absoluto	-	40.67 c
Promedio			32.35
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación			3.65

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Número de hojas secas por kg

En la Tabla 8 se muestran los promedios obtenidos al evaluar el número de hojas secas por kg en cada tratamiento, en la cual de acuerdo con el análisis de varianza se obtuvo significancia estadística, con un coeficiente de variación de 1.64 % y promedio de 91.84 hojas secas por kg. Se demostró que el T4 requirió el mayor promedio de hojas secas con 105.61 hojas por kg, siendo estadísticamente inferior al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento T2 logró el promedio más bajo de número de hojas secas con 80.44 hojas por kg.

Se hace referencia a lo descrito por Chen et al (2025) quienes demostraron que la aplicación foliar de compuestos bioactivos (24-

epibrasinolido) mejora el crecimiento, la tolerancia al estrés por frío, la actividad radicular, la asimilación de nitrógeno y el contenido de nicotina en hojas maduras.

Tabla 8. Promedio de número de hojas secas por kg

Tratamientos	Fertilizantes foliares	Dosis	Número de hojas secas por kg
T1	Banatre	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	95.33 c
T2	Biotrac	1 Lt/ha x 5 aplicaciones	80.44 a
T3	Tratamiento productor: Zerebra agro Fyto-6	0.5 Lt/ha 1 Lt/ha	86.00 b
T4	Testigo absoluto	-	105.61 d
Promedio			91.84
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación			1.64

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Menor número de hojas por kg equivale a mayor rentabilidad del cultivo.

Análisis económico

En las Tablas 9 y 10 se registran los costos fijos y el análisis económico por hectárea. El costo fijo fue de \$1820.00. Todos los tratamientos fueron rentables en comparación con el testigo absoluto. **El tratamiento Banatre (T1) presentó el mayor rendimiento (1630 kg/ha) y el mayor beneficio neto (\$5143.60/ha), seguido del tratamiento productor (\$4575.00/ha) y de Biotrac (\$4516.75/ha). El testigo absoluto obtuvo el menor rendimiento (1360 kg/ha) y beneficio (\$3623.20/ha)

Tabla 9. Costos fijos/ha en el cultivo de tabaco en la zona de Ventanillas



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

ÍTEM	Unidades	Costo unitario	Costo total
Preparación del suelo			\$180
Arado + rastra:	1	\$180	\$180
Semilla y vivero			\$640
Semilla certificada:	1	\$60	\$60
Bandejas (semillero)			\$450
Sustrato:	1	\$80	\$80
Mano de obra vivero:	5	\$10	\$50
Trasplante			\$140
Riego inicial:	1	\$40	\$40
Mano de obra:	8 - 12	\$10	\$100
Fertilización			\$330
Fertilizantes edáficos (NPK): en quintales	6 – 10	\$35	\$280
Aplicación:			\$50
Control de plagas y enfermedades			\$255
Insecticidas, fungicidas	Global		\$195
Mano de obra:	6	\$10	\$60
Labores culturales (Deshierba, aporque, desbotone, deschuponado)			\$275
Mano de obra:			\$275
		Total Costos fijos	\$1820

Tabla 10. Análisis económico/ha⁻¹

Precios productos (litro): Zerebra: \$ 80, Fyto – 6: \$ 22, Biotrac: \$ 15.50, Banatrel: \$ 15.0. Precios en dólares a 12 de enero 2026.

Producto	Rend Kg/ha	Ganancia Bruta	Fijos	Tratamiento	Jornales aplicación	Cosecha	Total	Beneficio Neto (USD)
Banatr el	1630	7579.50	1820	75.0	50	490.90	2435.90	5143.60
Biotra c	1475	6858.75	1820	77.5	50	443.20	2342.00	4516.75
Productor Zerebra + Fyto 6	1498	6965.70	1820	62.0	10	450.00	2390.70	4575.00
Testigo	1360	5853.30	1820	0	0	409.10	2229.10	3623.20

Aunque Biotrac (T2) superó a Banatrel (T1) en crecimiento vegetativo, Banatrel presentó mayor rendimiento (1630 vs. 1475 kg/ha) y

beneficio neto (\$5143.60 vs. \$4516.75/ha). Esta aparente contradicción puede explicarse en parte porque Biotrac produce hojas más pesadas individualmente (25.45 vs. 35.33 hojas/kg), pero su rendimiento final en kg/ha fue inferior, posiblemente por una menor densidad efectiva de plantas o diferencias en la partición de biomasa. Por lo tanto, la elección dependerá del objetivo del productor: maximizar el desarrollo foliar (Biotrac) o la rentabilidad económica (Banatrel).

Conclusiones

El tratamiento con Biotrac (T2) superó significativamente a Banatrel, Zerebra agro Fyto-6 y al testigo absoluto en las variables de desarrollo foliar: altura de planta, número de hojas, largo de hoja, ancho de hoja y área foliar, lo que contribuye directamente a la calidad de la cosecha.

En cuanto al rendimiento y beneficio económico, el tratamiento Banatrel (T1) fue superior (1630 kg/ha; \$5143.60/ha) en comparación con Biotrac (1475 kg/ha; \$4516.75/ha) y con el tratamiento productor (1498 kg/ha; \$4575.00/ha). Todos los tratamientos fueron rentables frente al testigo absoluto (1360 kg/ha; \$3623.20/ha).

Se recomienda a los productores tabacaleros adoptar un enfoque integral, combinando la fertilización foliar con métodos tradicionales de fertilización del suelo, lo que puede ayudar a corregir deficiencias de micronutrientes, fomentar un mejor crecimiento de las hojas y mejorar su calidad. La elección entre Biotrac y Banatrel dependerá del objetivo del productor: maximizar el desarrollo foliar (Biotrac) o la rentabilidad económica (Banatrel).

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés en la elaboración de este artículo.



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

Contribución de los autores

Arnaldo Andrés Rodríguez Jiménez y Marlon Víctor Hugo Pazos Roldan desarrollo del trabajo experimental. Guillermo Enrique García Vásquez, Javier Antonio Contreras-Miranda y Jhon Luis Cano Maquilon, en la creación y redacción del artículo científico.

Referencias bibliográficas

1. Arteaga, M. (2023). Principales factores que influyen en la producción del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en la Provincia de los Ríos (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo.
2. Awad, A. A. M., Hussein, H. A. Z., El Samad, A. G. A. A., et al. (2024). Foliar nourishment with different potassium sources to maximize yield through improving nutrient uptake in *Citrus aurantifolia* trees grown in potassium-deficient soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24, 7151–7166. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-02030-2>
3. Basha, S., Manjunath, J., Bai, P., & Rao, C. (2019). Response of bidi tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) to foliar nutrition with nitrogen and potassium under rain fed conditions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(1), 205-207.
4. Balachandra, Y., Kishan Tej, M., Jhonson Raju, S., & Jayachandra Reddy, B. (2025). Foliar fertilization for nutrient use efficiency. *International Journal of Agriculture and Nutrition*, 7(9), 96–101. <https://doi.org/10.33545/26646064.2025.v7.i9b.293>
5. Chen, Y., Ren, K., He, X., Gong, J., Hu, X., Su, J., & Zou, C. (2019). Dynamic changes in physiological and biochemical properties of flue-cured tobacco of different leaf ages during flue-curing and their effects on yield and quality. *BMC Plant Biology*, 19(1), 555.
6. Chen, H., Zhang, S., & Chang, J. (2025). La aplicación foliar de 24-epibrasinolida mejora el contenido de nicotina en las hojas a baja temperatura durante la etapa madura del tabaco curado al aire libre, regulando la tolerancia al estrés por frío. *BMC Plant Biology*, 25, 77. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06080-1>
7. Fernández, V., & Brown, P. H. (2024). Foliar nitrogen and phosphorus fertilization (Capítulo 3). En *Advances in Agronomy*, 187, 109–169. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2024.05.002>
8. Ganchozo-Mendoza, E., Flores, F. J., & Garcés-Fiallos, F. R. (2023). Virosis en el cultivo del tabaco. *Revista Bionatura*, 8(4), 30.
9. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2021). Homologación y Caracterización de los Registros Estadísticos de Empleo y Empresas. Superficie Plantada por Especie en Ecuador. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
10. Januszkiewicz, R., Kulczycki, G., & Sacała, E. (2024). Efecto de los fertilizantes foliares multicomponentes en el rendimiento y la calidad del grano y la paja del triticale. *Agronomía*, 14(12),



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

2846. <https://doi.org/10.3390/agronom>
y14122846
11. Jarecki, W., Borza, I. M., Rosan, C. A., Domuța, C. G., & Vicas, S. I. (2025). The effect of foliar micronutrient fertilization on yield and nutritional quality of maize grain. *Agronomy*, 15(8), 1859. <https://doi.org/10.3390/agronom>
y15081859
12. Kaly. (2025). Superficie y producción del cultivo de tabaco. <https://www.ks-iberia.com/es-es/agricultura/kali-academy/cultivos/es-tabaco/>
13. Mendoza, M., Andrio, A., López, A., Rodríguez, R., Latournerie, L., & Rodríguez, S. (2006). Tasa de infección de la pudrición del tallo en maíz causada por *Fusarium moniliforme*. *Agronomía Mesoamericana*, 17(1), 19-24.
14. Mohammed, H. (2021). Respuesta de algunas características productivas y cualitativas del tabaco (*Nicotiana tabacum* L. Var. Virginia VK 51) a la fertilización nitrogenada y a la aplicación foliar con peróxido de hidrógeno (Tesis de grado). Universidad de Tishreen. Facultad de Ingeniería Agrícola.
15. Pilaguano Vega, J. D., & Villavicencio Enríquez, J. A. (2024). Producción del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en época lluviosa y seca con diferentes tipos de fertilización (Tesis de grado). Universidad Técnica de Cotopaxi.
16. Pinto, V. F., López, A. M., & Rodríguez, C. (2018). Métodos para la evaluación de incidencia y severidad de enfermedades fúngicas en maíz. *Fitopatología Brasileña*, 43(2), 145-152.
17. Prabhakar, K. (2016). Suplementación de nitrógeno y potasio mediante nutrición foliar en tabaco bidi (*Nicotiana tabacum* L.). *Revista de Investigación Angrau*, 44(3-4), 27-32. <https://epubs.icar.org.in/index.php/TJRA/article/view/140438>
18. Suatunce-Zambrano, P., López-Bósquez, J., Pincay-Ronquillo, W., Campi-Mayorga, J., & Heredia-Pinos, M. (2025). Enmiendas biológicas con fertilización mineral en la producción de tabaco en el subtrópico de La Maná. *Ciencia y Tecnología*, 18(1), 31-40. <https://doi.org/10.18779/cyt.v18i1.895>
19. Toala, C. (2023). Efecto de los diferentes fertilizantes foliares como complemento nutricional en la producción del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), Guayas (Tesis de grado). Universidad Agraria del Ecuador.
20. Zamora Villavicencio, E. E. (2024). Calidad de la hoja del Tabaco (*Nicotiana tabacum*) en la industria Ecuatoriana (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo.

