Informe final de investigación para optar al título de Ingeniero Agropecuario

Efecto de los fertilizantes en el sistema de fertirrigación mediante el crecimiento del cultivo de tabaco *(Nicotiana tabacum)* en la zona de Estelí tabacalera Perdomo 2023-2024

Autores

Jorge Luis Mairena López

Danny Alexis Cruz Quezada

Tutor

M.Sc. Trinidad German Reyes Barreda

Asesor

Ing. Juan Francisco Ríos Valle

Estelí, febrero 2025

Este informe final de investigación fue aceptado en su presente forma por la Oficina de Investigación de la Dirección de Ciencias Agropecuarias (DCA) de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda (UNFLEP), y aprobada por el Honorable Comité Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de: **INGENIERO AGROPECUARIO.**

Tutor

M.Sc. Trinidad German Reyes Barreda

Asesor

Ing. Juan Francisco Ríos Valle

Miembros del Comité

M.Sc. Magda Elizabeth Betanco Vázquez

Ing. Rafael Antonio López Moreno

Ing. Bryron Uriel Rojas Valverde

Sustentantes:

Br. Jorge Luis Mairena López

Br. Danny Alexis Cruz Quezada

ÍNDICE

Contenido **Página**

ÍNDICE DE TABLAS i

ÍNDICE DE FIGURAS ii

ÍNDICE DE ANEXOS iii

DEDICATORIA.....iv

AGRADECIMIENTO.....vi

RESUMEN viii

I. INTRODUCCIÓN 1

II. ANTECEDENTES 2

III. JUSTIFICACIÓN 4

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 6

V. OBJETIVOS 7

5.1. Objetivo general 7

5.2. Objetivos específicos 7

VI. LIMITANTES 8

VII. MARCO TEORICO 9

7.1. Origen cultivo tabaco (Nicotina tabacum) 9

7.2. Descripción Morfológica 10

7.2.1. Raíz 11

7.2.2. Inflorescencia del cultivo de Tabaco 11

7.2.3. Fertilidad de Suelo 11

7.2.4. Nicotina 13
7.2.5. Género Nicotiana 13
7.2.6. Nicotina tabacum L. 14
7.2.7. Riego 14
7.3. Características de la variedad "Criollo 98 15
7.4. Importancia económica del cultivo del tabaco 16
VIII. HIPOTESIS 17
IX. PREGUNTAS DIRECTRICES 18
X. DISEÑO METODOLÓGICO 19
10.1. Ubicación geográfica 19
10.2. Enfoque de investigación 19
10.3. Tipo de investigación 19
10.4. Universo o población y muestra 20
10.5. Matriz de operacionalización de las variables 22
10.6. Diseño experimental 24
10.7. Tratamientos o condiciones 24
10.8. Manejo del experimento 24
10.9. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos 24
10.10. Confiabilidad y validez de los instrumentos 25
10.11. Procedimientos para el análisis de datos 26
10.12. Consideraciones éticas 26
XI. RESULTADOS Y DISCUSIONES 27

XII. CONCLUSIONES 41

XIII. RECOMENDACIONES 43

XIV. BIBLIOGRFIA 45

XV. ANEXOS 48

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido **Página**

Tabla 1. Requerimiento nutricional del cultivo de tabaco 15
Tabla 2. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables incluidas en el estudio 22
Tabla 3. Costos de sistema de fertirrigación 37
Tabla 4. Costos de fertilización tradicional.....39

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido **Página**

Figura 1. Altura promedio de las plantas de tabaco de la variedad Criolla 9 .27

Figura 2. Grosor del tallo de la planta de tabaco variedad criolla 29

Figura 3. Número de hojas de planta de tabaco variedad criolla 98.....31

Figura 4. Largo de la hoja de tabaco variedad 98.....33

Figura 5. Ancho promedio de la hoja de la planta de tabaco variedad criolla 98.....35

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido **Página**

Anexo 1. Ubicación geografica.....48
Anexo 2. Datos estadísticos prueba T para muestras independientes 48
Anexo 3. Datos estadísticos prueba de Kruskal Wallis 49
Anexo 4. Datos estadísticos prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov) 50
Anexo 5. Hoja de campo.....50
Anexo 6. Imágenes del proceso de recopilación de datos del sistema de fertirrigación 51

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de graduación a Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y salud, quien me ha permitido culminar mis estudios universitarios. Agradezco profundamente su guía y bendiciones, que me han sostenido durante estos cinco años de carrera profesional.

De igual manera, quiero dedicar este logro académico a la memoria de mi querida madre, a quien perdí siendo apenas un niño de dos años. Estoy seguro de que, de estar aquí, habría sentido gran orgullo y felicidad por este importante logro en mi vida.

Con amor y gratitud infinita, rindo homenaje a la memoria de mi padre, José Filemón López Blandón. Aunque ya no esté físicamente entre nosotros, su legado de integridad, dedicación y sabiduría permanece como una inspiración constante y una guía en cada paso que doy. Sus huellas viven en mi corazón y en cada acción que realizo. Este logro no es solo mío, sino también un tributo a su ejemplo y al amor eterno que compartimos.

Por último, extiendo mi agradecimiento a nuestros docentes facilitadores, en especial al M.Sc. Trinidad Germán Reyes Barreda, cuya orientación y apoyo fueron fundamentales para la realización de nuestro tema de investigación.

Jorge Luis Mairena López

DEDICATORIA

Con cariño y respeto, dedico esta tesis a la memoria de mi amado padre, el Sr. Alexis Cruz. Su amor incondicional, su compromiso inquebrantable y el apoyo constante que me brindó a lo largo de mi vida han sido la fortaleza que me ha impulsado a alcanzar este importante logro.

Hoy, al culminar esta etapa de mis estudios, llevo en mi corazón su ejemplo, su guía y las innumerables lecciones que me dejó. A pesar de su ausencia física, su presencia permanece viva en cada paso que doy, y este logro es un tributo sincero a su legado de esfuerzo y dedicación.

Danny Alexis Cruz Quezada

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, quien ha sido nuestra guía constante a lo largo de la vida, bendiciéndonos con fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad. Su presencia y apoyo han sido fundamentales para llegar hasta este momento.

Con profunda gratitud, expreso mi reconocimiento a mis padres, quienes, aunque ya no están físicamente presentes, siguen siendo mi mayor fuente de inspiración. Su amor incondicional, sus sacrificios y las valiosas enseñanzas que me brindaron han dejado un legado imborrable en mi vida. Este trabajo es el fruto de mi dedicación, pero también refleja los valores y principios que ellos supieron inculcarme. A ellos les debo todo lo que soy y todo lo que aspiro a ser.

Extendemos nuestro agradecimiento a todos los docentes que, a lo largo de nuestra formación académica, nos guiaron con sabiduría en los procesos de aprendizaje, adaptándose como facilitadores al nuevo contexto educativo. De igual forma, expresamos nuestra gratitud al personal de limpieza, cuyo esfuerzo diario garantizó que pudiéramos recibir nuestras clases en un ambiente agradable y óptimo para el aprendizaje.

Finalmente, agradecemos profundamente a la Empresa Tabacalera “Perdomo” por brindarnos su apoyo y permitirnos realizar en sus instalaciones el estudio de investigación que da vida a esta monografía.

Jorge Luis Mairena López

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, elevo mi más sincero agradecimiento a Dios Padre, quien en su infinita bondad me ha concedido salud, fortaleza y sabiduría para afrontar cada día de preparación con determinación y esperanza. Sin Su guía y Su luz, este camino habría sido mucho más difícil de recorrer.

Extiendo mi profunda gratitud a mis padres, quienes han sido mi pilar de apoyo y mi mayor inspiración. En especial, agradezco a mi madre, Dania Quezada, por su amor incondicional, su entrega y su presencia constante en cada etapa de este proceso. Su apoyo, tanto en los momentos más difíciles como en los más felices, ha sido una bendición inigualable.

De igual manera, quiero expresar mi reconocimiento a todos los profesores que, de una u otra forma, han influido en mi formación académica. Agradezco sinceramente el esfuerzo y la dedicación con los que nos han compartido sus conocimientos, motivándonos a crecer como profesionales y como personas. Su labor ha dejado una huella imborrable en mi trayectoria.

Danny Alexis Cruz Quezada

RESUMEN

El estudio se centró en evaluar el efecto de distintos tipos de fertilizantes aplicados mediante fertirrigación en el cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum) en la zona de Estelí, específicamente en la tabacalera Perdomo, durante el ciclo 2023-2024. El objetivo general fue analizar el efecto de los fertilizantes en el sistema de fertirrigación y su influencia en el crecimiento del cultivo. Entre los objetivos específicos se incluyó determinar el desarrollo de la variedad Criolla 98 al emplear fertirrigación, evaluando cómo las diferentes formulaciones de fertilizantes afectaron el crecimiento de las plantas, la calidad del tabaco y otros parámetros relevantes. Además, se examinó la eficiencia y el costo del sistema de fertirrigación en comparación con métodos tradicionales, con el propósito de validar su aplicabilidad en la producción de tabaco y optimizar los recursos. Otro objetivo fue analizar la efectividad de la fertilización soluble basada en los requerimientos nutricionales específicos del cultivo, ajustando las mezclas de nutrientes para maximizar el rendimiento y evitar el estrés hídrico. Se realizó un seguimiento exhaustivo de variables clave como la cantidad de agua y fertilizantes utilizados, la humedad del suelo y los parámetros de crecimiento de las plantas. El análisis de los datos recopilados permitió comparar métodos de fertirrigación y evaluar su impacto en la producción y calidad del tabaco, proporcionando una base para recomendaciones prácticas destinadas a mejorar la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo. Los resultados destacaron que la fertirrigación incrementó la altura y uniformidad de las plantas ($p = 0.0043$), mientras que la fertilización tradicional fue más efectiva en aumentar el largo ($p = 0.0436$) y el ancho promedio de las hojas ($p = 0.0251$). Aunque no se encontraron diferencias significativas en el grosor del tallo ni en el número de hojas, estos hallazgos subrayaron la importancia de ajustar las prácticas de fertilización según los objetivos del cultivo.

Palabras clave: Tabaco, Criolla 98, Fertirrigación, Rendimiento, Crecimiento, Eficiencia.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tabaco en Nicaragua a mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, consolidándose como un sector clave de agroexportación para la economía del país. En 2022, este sector generó 55.7 millones de dólares y abarcó una producción de 171,640 quintales en 6,130 manzanas, principalmente en los municipios de Estelí, Jalapa, Jinotega, Matagalpa y la Isla de Ometepe. Durante los primeros seis meses de 2023, se exportaron aproximadamente 582,585 kilogramos de puros elaborados, subrayando la importancia económica y social del tabaco en Nicaragua, especialmente en términos de generación de empleo y divisas.

El manejo del cultivo de tabaco requiere conocimientos técnicos y mano de obra calificada, destacándose la técnica de fertirrigación, que combina la aplicación de fertilizantes con el riego, optimizando así la entrega de nutrientes, el rendimiento y la calidad del cultivo. En este contexto, la empresa tabacalera Perdomo, ubicada en la región de Estelí, ha implementado diversos métodos de fertirrigación durante el ciclo de cultivo 2023-2024. Evaluar la efectividad de estos sistemas es crucial para mejorar las prácticas agrícolas y la toma de decisiones en la producción de tabaco en la zona.

Esta investigación tiene como propósito principal evaluar el efecto de diversos fertilizantes en el crecimiento y rendimiento del tabaco mediante el uso de sistemas de fertirrigación en la tabacalera Perdomo. El objetivo es proporcionar recomendaciones prácticas basadas en evidencia para optimizar la producción de tabaco mediante el uso eficiente de recursos. La mejora de las prácticas agrícolas en Estelí, una región vital para la economía local, es el motor principal de esta investigación, que pretende identificar las prácticas más efectivas para incrementar el rendimiento y la calidad del tabaco, beneficiando a los productores de la zona y contribuyendo al desarrollo sostenible de la agricultura.

II. ANTECEDENTES

El presente documento expone diversos estudios de investigación que han abordado el efecto de los fertilizantes en el sistema de fertirrigación de cultivos. A continuación, se detallan algunos trabajos relevantes:

Efecto de tres fertilizantes orgánicos y uno sintético sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (Raphanus sativus L.): Este estudio, realizado en Nicaragua, investigó el efecto de tres fertilizantes orgánicos y uno sintético en el crecimiento y rendimiento del rábano (Raphanus sativus L). Los hallazgos mostraron que los fertilizantes orgánicos promovieron un crecimiento equilibrado y una mayor calidad del producto final, mientras que el fertilizante sintético ofreció un crecimiento más rápido, pero con una calidad inferior. La importancia de este estudio radica en la necesidad de elegir el tipo adecuado de fertilización para lograr un equilibrio óptimo entre rendimiento y calidad, al mismo tiempo que se protege el medio ambiente. (Rodríguez Brizuela, 2022).

Fertilización orgánica y sintética en el crecimiento y rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L): En Nicaragua, se llevó a cabo un estudio que evaluó los efectos de diferentes tipos de fertilización, tanto orgánica como sintética, en el crecimiento y rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L). Los resultados indicaron que la fertilización orgánica contribuyó a un crecimiento más saludable y sostenido de las plantas, mientras que la fertilización sintética ofreció resultados de rendimiento más inmediatos, pero menos sostenibles a largo plazo. Este estudio es significativo ya que compara los diferentes métodos de fertilización y su efecto no solo en el rendimiento del cultivo, sino también en la salud del suelo y la sostenibilidad agrícola. (Hernández, 2014).

Uso de biofertilizante y sus efectos en las características agronómicas y rendimiento de Brassica olerácea L. (repollo): Realizado en Perú, este estudio se centró en analizar el efecto de los biofertilizantes en el rendimiento y las características agronómicas del repollo (Brassica olerácea L). Los resultados mostraron que el uso de biofertilizantes mejoró significativamente la calidad del cultivo, incrementando tanto la producción como la

resistencia a enfermedades. Este estudio subraya los beneficios de utilizar fertilizantes orgánicos y sostenibles en la agricultura, promoviendo prácticas agrícolas ecológicas y reduciendo el efecto ambiental negativo. (Montero Vilchez, 2022).

La importancia de estos estudios radica en la evidencia proporcionada sobre los beneficios y limitaciones de diferentes tipos de fertilizantes, ya sean orgánicos o sintéticos. Estos conocimientos son esenciales para desarrollar prácticas agrícolas que no solo maximicen el rendimiento de los cultivos, sino que también promuevan la sostenibilidad ambiental y la salud del suelo.

III. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum) es una actividad de suma importancia económica y social en la región de Estelí, Nicaragua, especialmente para empresas como la tabacalera Perdomo. La región es reconocida por la alta calidad de su producción tabacalera, lo que ha posicionado a Estelí como un referente en la industria a nivel nacional e internacional. Sin embargo, los productores enfrentan desafíos constantes relacionados con la optimización del crecimiento y rendimiento del cultivo, así como la sostenibilidad de las prácticas agrícolas empleadas.

Este estudio se centró en evaluar el efecto de diferentes tipos de fertilizantes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tabaco utilizando sistemas de fertirrigación. La fertirrigación, una técnica que permite la aplicación simultánea de fertilizantes y agua a través del sistema de riego, es una práctica avanzada que optimiza el uso de recursos y mejora la eficiencia en la entrega de nutrientes. Esta técnica no solo maximiza la absorción de nutrientes por las plantas, sino que también permite una dosificación precisa y controlada, reduciendo las pérdidas por lixiviación y mitigando el efecto ambiental.

La importancia de esta investigación radico en la necesidad de desarrollar prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles que beneficien tanto a los productores de tabaco como al medio ambiente. La implementación de sistemas de fertirrigación puede mejorar significativamente la absorción de nutrientes y el uso eficiente del agua, lo que es especialmente relevante en regiones con recursos hídricos limitados. Además, al optimizar la fertilización del cultivo de tabaco, se pueden obtener productos de mayor calidad y rendimiento, fortaleciendo así la competitividad de la industria tabacalera de Estelí. El uso adecuado de fertilizantes, tanto granulados como solubles, en un sistema de fertirrigación puede reducir los costos operativos y aumentar la rentabilidad del cultivo, contribuyendo al desarrollo económico de la región.

Este estudio también tiene implicaciones importantes en el ámbito de la sostenibilidad ambiental. La fertirrigación permite una gestión más responsable de los recursos naturales, minimizando el efecto negativo de la agricultura intensiva en el suelo y los cuerpos de agua

cercanos. Al reducir las pérdidas de nutrientes por lixiviación y escorrentía, se protege la calidad del agua subterránea y se previene la contaminación de los ecosistemas acuáticos.

Los resultados de este estudio ofrecerán una guía práctica para los productores de tabaco, permitiéndoles tomar decisiones informadas sobre la gestión de sus cultivos y contribuyendo a la sostenibilidad agrícola en la región. En última instancia, la generación de conocimientos sobre la fertirrigación y la fertilización adecuada del cultivo de tabaco en Estelí tuvo un efecto positivo tanto en el ámbito económico como en el medio ambiental. La difusión de estas prácticas puede inspirar a otros productores a adoptar técnicas similares, promoviendo una agricultura más sostenible y resiliente en toda la región.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la región de Estelí, Nicaragua, el cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum) es una actividad agrícola de gran relevancia económica y cultural, especialmente para empresas como la tabacalera Perdomo. Sin embargo, los productores de tabaco se enfrentan a desafíos constantes para optimizar el crecimiento y rendimiento de sus cultivos mientras buscan prácticas agrícolas sostenibles que minimicen el efecto ambiental.

La fertirrigación, una técnica que combina la aplicación de fertilizantes y agua a través del sistema de riego, se presentó como una solución potencial para mejorar la eficiencia en la entrega de nutrientes y el uso del agua. A pesar de sus beneficios teóricos, la implementación de fertirrigación en el cultivo de tabaco en Estelí no ha sido ampliamente estudiada, y existen preguntas importantes sobre su efectividad y el efecto de diferentes tipos de fertilizantes en este contexto específico.

La falta de información concreta y local sobre la influencia de los fertilizantes, tanto granulados como solubles, en el crecimiento y rendimiento del tabaco variedad criolla 98, plantea un problema significativo para los agricultores de la región. Sin una comprensión clara de cómo estos fertilizantes afectan el desarrollo del cultivo y cómo optimizar su uso, los productores corren el riesgo de desperdiciar recursos valiosos y reducir la productividad.

Este problema se agrava por la variabilidad de las condiciones del suelo y el clima en la zona de Estelí, así como la necesidad de mantener la calidad del tabaco producido para satisfacer las demandas del mercado. Además, la carencia de conocimientos técnicos y la falta de acceso a fertilizantes específicos pueden limitar la adopción de prácticas más eficientes y sostenibles.

Por lo tanto, surgió la necesidad de una investigación exhaustiva que evalúe el efecto de diferentes tipos de fertilizantes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tabaco *(Nicotiana tabacum)* utilizando sistemas de fertirrigación.

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de los fertilizantes en el sistema de fertirrigación mediante el crecimiento del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en la zona tabacalera Perdomo de Estelí durante el ciclo 2023-2024

5.2. Objetivos específicos

Identificar el nivel de desarrollo del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98 utilizando fertirriego con fertilizantes granulados y solubles

Determinar la utilidad del sistema de fertirriego empleado en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98

Analizar la efectividad de la fertilización soluble basada en los requerimientos nutricionales del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98

VI. LIMITANTES

La implementación de la fertirrigación en el cultivo de tabaco en la zona de Estelí puede enfrentar varias limitaciones. La variabilidad del suelo puede afectar la distribución y absorción de los fertilizantes, impactando la uniformidad del crecimiento del cultivo. Además, factores climáticos como la lluvia, la temperatura y la humedad pueden influir en la efectividad de la fertirrigación y el comportamiento de los fertilizantes aplicados. La calidad del agua también es crucial; la presencia de sales disueltas, contaminantes o un pH inadecuado puede interferir con la disponibilidad de nutrientes. No todos los fertilizantes son compatibles entre sí cuando se mezclan en soluciones para fertirrigación, lo que puede limitar la variedad de nutrientes disponibles o causar problemas de precipitación en el sistema de riego.

VII. MARCO TEORICO

7.1. Origen cultivo tabaco (*Nicotina tabacum*)

Explica Salgado (2019) que la planta del tabaco es originaria del continente americano, específicamente de México, siendo los mayas los primeros que usaron las hojas, comercializaban sus productos en el golfo de México, incluyendo islas del caribe como Cuba y República Dominicana; de esta manera el tabaco se difundió por toda América del Norte y Central. El tabaco fue descrito en Europa por los primeros cronistas de Indias. Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdez, en su obra Historia General de las Indias Cuando el tabaco fue descubierto por dos marinos españoles que, cumpliendo órdenes de Colón, exploraban el interior de la isla de Cuba, hacía ya un mes que la Pinta, la Niña y la Santa María habían tocado tierra. Las playas de San Salvador fueron el escenario del hallazgo.

Cuando los dos marinos llegaron a la orilla, los nativos les recibieron con frutas, jabalinas de madera y ciertas hojas secas que desprendían una peculiar fragancia. El cultivo del tabaco es considerado nativo de América los nativos mesoamericanos masticaban, fumaban, y lo empleaban en ceremonias religiosas como símbolo de confianza entre los que compartían la pipa. En la actualidad, se ha difundido por todo el continente con carácter netamente económico, especialmente en la zona del trópico entre los 40º Norte y los 30º Sur (Rodríguez, 2015).

El tabaco ya se consumía por los indígenas de América desde la época pre colonial. Entre otros, los mayas lo empleaban con fines religiosos y políticos, así como medicinales; de estos últimos, se le atribuían propiedades sanativas en contra del asma, la fiebre, heridas producidas por la mordedura de algunos animales, problemas digestivos y enfermedades de la piel. De los primeros, se empleaba en las grandes celebraciones y para sellar alianzas bélicas o en la suscripción de acuerdos de paz después de una guerra (Lira, 2021).

El tabaco fue descubierto en 1492 cuando Cristóbal Colón llegó a las tierras de los indios arahuacos en las Antillas. Europa conoció inicialmente el tabaco gracias a las crónicas de Fray Bartolomé de las Casas y al informe del fraile Romano Dane al rey Carlos V en 1497,

en el cual describía las propiedades medicinales de las hojas de tabaco. En ese mismo año, Américo Vespucio lo identificó como un producto masticado por los indígenas en una de las islas de Venezuela. En 1510, los hombres de Colón llevaron las primeras semillas a España, y para 1545, los indios ixoquis de Canadá ya lo fumaban (Mendoza, 2020).

España fue el primer país en gravar fiscalmente la importación de tabaco. Hacia 1611, con plantaciones establecidas en Santo Domingo y Cuba, las cortes españolas decidieron en 1623 que la hacienda pública se encargara de la comercialización del tabaco, estableciendo uno de los monopolios más antiguos. Los ingresos se destinaron principalmente a financiar obras públicas y sociales, como la construcción de la Biblioteca Nacional de Madrid y la publicación del primer Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española en 1723. Otros países siguieron el ejemplo de España. (Moraga.H. Murillo.C, S, Rueda.2020, Pág.22).

Según Cabrera (2008), la taxonomía de la especie está estructurada de manera detallada para reflejar su clasificación en el mundo vegetal. Esta especie pertenece al Reino Vegetal y al Subreino Embryophyta, lo que indica que es una planta terrestre que produce esporas o semillas. Se encuentra en la División Tracheophyta.

, caracterizada por plantas con tejidos vasculares. Dentro de esta división, se clasifica en la Subdivisión Terápsida y la Clase Angiosperma, que comprende plantas con flores. Más específicamente, pertenece a la Subclase Dicotiledónea, indicando que las semillas de esta planta tienen dos cotiledones. En términos de orden, está en Tubiflora, y su familia es Solanácea, conocida por incluir plantas como el tomate y la patata. Finalmente, se clasifica en el Género Nicotiana y la Especie tabacum, comúnmente conocida como tabaco.

7.2. Descripción Morfológica

La planta de (*Nicotiana tabacum)* es una yerba anual que llega a medir entre 1y 3 metros de alto. Las hojas pueden ser de forma ovadas, lanceoladas o elípticas y medir hasta 50 centímetros de largo. La inflorescencia es una panícula terminal con varias ramificaciones, generalmente compuestas; cáliz cilíndrico que mide de 12 a 20 milímetros de largo; la corola es de color blanca, roja o rosada de 4m a 5 centímetros de largo. El fruto es una cápsula parda,

ovoide, de 15 a 20 milímetros de largo, aguda u obtusa. Las semillas son esféricas o ampliamente elípticas, color pardo, de 0.5 milímetros de largo (Casco, 2011).

7.2.1. Raíz

Las raíces de la planta de tabaco son fibrosas, poco profundo. Generalmente, cerca del 80% de las raíces pueden encontrarse en los primeros 30 cm de profundidad del suelo, aunque pueden extenderse hasta los 50 cm y más. Debido a lo superficial del sistema radical y al relativamente gran tamaño de las hojas, la planta puede ser propensa a caerse en las raíces, particularmente en las raicillas en crecimiento, donde se produce la nicotina que se acumula en las hojas (López, 2015, Pág 21)

7.2.2. Inflorescencia del cultivo de Tabaco

Desde el punto de vista Contreras (2016, Pág 15) indica que su estructura reproductiva incluye flores de ambos sexos en el mismo individuo. Las flores, que aparecen en verano, son de estructura simétrica. Sus 5 pétalos están fusionados formando una trompeta dependiendo de la variedad presentan una coloración desde el blanco verdoso al rosa.

La polinización la llevan a cabo insectos, abejas y mariposas principalmente indica que la temperatura óptima del cultivo varía entre 18- 28ºC. Durante su fase de crecimiento en semillero, requieren temperaturas superiores a los 16ºC, y 19 desde el trasplante hasta la recolección se precisa un periodo libre de heladas de 90-100 días. Y el tabaco es muy sensible a la falta o exceso de humedad. Una humedad elevada en el terreno produce un desarrollo pobre y, en general, es preferible un déficit a un exceso de agua. En regiones secas la planta produce hojas poco elásticas y más ricas en nicotina que en las regiones húmedas.

7.2.3. Fertilidad de Suelo

Sinavimo (2016, Pág.50) menciona que el tabaco prefiere las tierras francas tirando a sueltas, profundas, que no se encharquen y que sean fértiles. El pH más apropiado es de neutro a ligeramente ácido, para los tabacos tipo Virginia, y neutro o ligeramente alcalino para tabacos de tipo Burley. Además, la textura de las tierras influye sobre la calidad de la cosecha y el

contenido nicotínico de las hojas. El fósforo, aunque tiende a acelerar la maduración, si su disponibilidad es alta, en general desmejora la calidad del tabaco.

El tabaco es particularmente exigente en potasio, cuando este elemento es deficitario se obtiene un tabaco de muy poca calidad y de difícil combustión. También es exigente en hierro y cobre. El azufre tiende a reducir la combustión del tabaco. Suelos ricos en calcio y magnesio, o recién encalados, no son buenos para el cultivo. SQM (2018) indica que las plantas absorben con mayor o menor dificultad dependiendo de la distancia que haya entre los iones en solución y los pelos radiculares. Por ejemplo, el N se puede absorber hasta una distancia máxima de 20 mm; el K, Ca y Mg hasta una distancia máxima de entre 5 y 7 mm y el P es absorbido por la planta solo si está a una distancia máxima de los pelos radiculares de 1 mm.

Por su parte, en suelos arcillosos, el K de intercambio debe estar en mayor cantidad para poder ser absorbido por la planta. En el caso del nitrógeno esta absorbe entre 2.0 – 2.75% con respecto al fósforo absorbe 0.15 – 0.25% y del potasio 1.8 – 2.0%. Landi (2010) expresa que el tabaco es una planta muy exigente en nutrientes y debe fertilizarse desde el semillero, en fórmula y cantidad adecuada.

La cosecha de tabaco responde a la fertilización adecuada en el tiempo que la requiere. En todos los tipos de tabaco el crecimiento es ininterrumpido y rápido, necesitando una aplicación abundante y bien balanceada de elementos nutrientes. Hay que considerar también que el exceso perjudica el equilibrio entre las necesidades de la planta, el contenido de suelo y la dosis aplicada. El tabaco requiere aproximadamente (220 Kg de N, 90 Kg de P, 240 Kg de K, 120 Kg de Azufre, 135 Kg de Magnesio y 80 Kg de Calcio) Calidad de la hoja del Tabaco Silva (2015) indica que existen algunas hojas de tabaco cultivadas cuyos factores como la locación o el país en el que se producen tiene mucho que ver con la calidad, factores como la nutrición de la planta, la calidad del suelo y del clima inciden en gran medida a que la calidad de estas sea algo excepcional.

Monzón y Trémols (2010) detalla que el nitrógeno (N) es el nutriente clave en la fertilización del cultivo del tabaco, pues incide tanto en la obtención de altos rendimientos como en su calidad. Esto está relacionado no sólo con la fuente a emplear sino también con las dosis, el fraccionamiento, la humedad del suelo y el momento óptimo de recolección. El nitrógeno está vinculado a la formación de moléculas como la clorofila, la nicotina y las proteínas, además incide sobre procesos fundamentales como la multiplicación celular y el crecimiento.

7.2.4. Nicotina

Rivera (2016, página 17) explica que la nicotina fue conocida en 1809 el alcaloide es conformado por una piridina 3-sustituida enlazada a un anillo N-metilpirrolidina, junto con la nornicotina son los alcaloides más importantes de N. tabacum (Ascon– Bieto & Taion 1993). Se ha establecido que la nicotina se sintetiza principalmente en las raíces de la planta; de allí es conducida por la savia a través del tallo y acumulada en las hojas bajo la forma de sales orgánicas. Las hojas una vez cortadas de la planta, no aumentan su tenor de nicotina, confirmando que la síntesis o producción del alcaloide se realiza exclusivamente en la raíz

En lo referente a la distribución en la hoja, se ha observado que la nicotina aumenta de la base a la punta de la misma y del sistema central de nervadura a la periferia, del sistema de nervaduras secundarias al parénquima intercalado entre ellas y de las hojas tiernas a las maduras; esta distribución responde a las leyes del desarrollo fisiológico del tejido de las hojas del tabaco. En lo que respecta a la distribución del alcaloide según la posición de la hoja, la nicotina aumenta desde la base de la planta al ápice o parte superior; es interesante hacer notar que la semilla de tabaco no contiene nicotina. La nicotina es un compuesto que se descompone al exponerse a incrementos de temperatura, también presenta reacciones fotoquímicas y procesos de fotólisis; es de color amarillo pálido, marrón o cristalino, de aspecto aceitoso, tiene olor característico, es combustible, higroscópica, soluble en agua y alcohol, es toxica, adictiva y venenosa (Quiroga 2010).

7.2.5. Género Nicotiana

Está compuesto por 41 especies; hierbas terrestres (algunas veces robustas y arbustivas, especialmente en Nicotiana), robustas, la mayoría son viscosas, hierbas pubescentes las

cuales en su mayoría se encuentran en los valles interandinos usualmente con hojas grandes y membranosas; cáliz alargado, típicamente más o menos inflado, frecuente mente 5 sépalos rígidos; corola tubular, las anteras son siempre exertas (Gentry, 2017, pág 15).

7.2.6. Nicotina tabacum L.

Planta herbácea anual, pubescente, glutinosa, tallo derecho, rollizo, superiormente ramoso, hojas oblongo-lanceoladas, aguzadas, sentadas, las inferiores escurridas, semiabrazadoras, flores pediceladas, bracteadas, cáliz oblongo, lacinias lanceoladas, agudas, desiguales, corola por fuera lanuginosa, garganta subinflada, limbo muy abierto, segmentos agudos, cápsula de la longitud del cáliz o un poco mayor (Ramirez, 2018, pág 17).

7.2.7. Riego

Afirma Velacalzar (2020 Pág 34) El tabaco como planta de gran desarrollo vegetativo y corto ciclo de crecimiento es exigente tanto en agua como en elementos nutritivos, la planta de tabaco en estado vegetativo contiene aproximadamente un 90% de peso en agua, una deficiencia en el suministro del agua, necesaria para la plantación, ocasiona una baja en el rendimiento de la hoja. El exceso de agua perturba el crecimiento normal de las plantas, cuyas hojas presentan un desarrollo excesivo de sus nerviaciones, originando un fino tejido que no resiste de forma óptima la fermentación. Es del riego de arraigue hasta el siguiente, deben dejarse pasar de 15 a 20 días. Después del riego de arraigue, se aplica aproximadamente de 4 a 6 riegos.

Se recomienda el riego por aspersión, ya que se ha comprobado que esta mejora el aprovechamiento del agua y forma unas hojas de tejido más fino y con menos proporción de venas que las regadas por surcos. El tabaco es una planta exigente en nutrientes, en la cual se debe fertilizar desde el semillero con la cantidad adecuada; generalmente la cosecha del tabaco responde a la fertilización correcta en el tiempo requerido.

En el proceso de desarrollo del cultivo, esta especie requiere de 400 a 600 mm; en condiciones en las que la mayor evapotranspiración es de 5 a 6 mm día-1, la absorción de

agua se verá afectada cuando se haya agotado entre el 50 y el 60% de toda el agua accesible en el suelo.

Los mejores suelos para la plantación de tabaco son arcillosos o francos, profundos, no encharcados y fértiles; el pH 6.5 - 7.0 para los tabacos de hoja clara, mientras para los tabacos de hoja oscura el pH 7.0 - 7.5; además, la superficie del suelo influye en la cosecha y en el contenido nicotínico de las hojas.

El crecimiento y desarrollo del cultivo de tabaco se ve interrumpido cuando existe una deficiencia de algún elemento nutricional, considerando la importancia de la fertilización balanceada para lograr mejores rendimientos con las diferentes variedades de tabaco.

Tabla 1. Requerimiento nutricional del cultivo de tabaco

Tipo de nutriente	**Requerimiento (Kg/Ha)**
Nitrógeno	130
Fosforo	30
Potasio	150
Magnesio	25
Calcio	18
Azufre	30

Fuente: (Llanes y Cabrera 2020).

7.3. Características de la variedad "Criollo 98

Explica Bustio (2022, Pág, 16) La variedad "Criollo 98" se origina de un cruzamiento entre las variedades Habana 92 y Habana P.R. Cuando se planta al sol desarrolla de 14-16 hojas útiles por planta y alcanza una altura promedio con inflorescencia de 150-160 cm, dada esta pequeña altura al hecho de que posee una distancia de entrenudos media de sólo 5 cm, aspecto este que la distingue del resto de las variedades de tabaco negro cubanas. La hoja mayor presenta una longitud media de 48-52 cm y un ancho de 24-28 cm. Su rendimiento potencial medio cultivada al sol ensartado es de unos 500 quintales/caballería (1,7 Mg/ha), y al sol en palo de 800 quintales/caballería (2,7 Mg/ha). Es resistente al moho azul, la pata prieta y el

virus del mosaico del tabaco y moderadamente resistente a la necrosis ambiental. Se recomienda para cultivo bajo tela, al sol ensartado y al sol en palo. Cultivada al sol ensartada tiene alto rendimiento en capote.

7.4. Importancia económica del cultivo del tabaco

García (2018, Pág. 19). El tabaco ocupa una posición sin paralelo entre las plantas de cultivo, con relación a algunos aspectos individuales, mientras que, en términos generales, esta planta ha logrado una situación realmente notable. Sus puntos más sobresalientes según Akehurst (1973) son los siguientes:

El mercado mundial del tabaco cerró 2022 con un valor aproximado de 870.000 millones de dólares estadounidenses, y las previsiones indican un crecimiento lento pero constante en los próximos ocho años. A pesar de la intensificación de las campañas para reducir el uso de un producto que causa la muerte de más de ocho millones de personas al año, según los últimos datos de la Organización Mundial de la Salud, el consumo mundial de cigarrillos se mantiene por encima de los cinco billones anuales generaron en 2022 alrededor de 78.000 millones de dólares para el sector. A pesar de que la cifra de fumadores ha disminuido en casi 70 millones en las últimas dos décadas, todavía hay muchos fumadores, aunque sea de manera ocasional. En 2020, entre la población mayor de 15 años, se registraron cerca de 1.300 millones de fumadores, con la mayoría concentrados en el sudeste asiático y el pacífico occidental.

Producción de tabaco en Nicaragua aportó a la economía 55.7 millones de dólares en 2022. Foto: Referencial. En Nicaragua el cultivo de Tabaco ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, siendo un rubro de agro exportación que aportó a la economía del país 55.7 millones de dólares en el año 2022.

VIII. HIPOTESIS

La aplicación de fertilizantes solubles y granulados a través del sistema de fertirrigación incrementará significativamente el crecimiento y rendimiento del cultivo de tabaco *(Nicotiana tabacum*) en la zona de Estelí, tabacalera Perdomo, ciclo 2023-2024, en comparación con los métodos tradicionales de fertilización, debido a la mejora en la eficiencia de la distribución de nutrientes y el mantenimiento óptimo de la humedad del suelo.

IX. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuál es el nivel de desarrollo del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98 al utilizar fertirrigación con fertilizantes granulados y solubles?

¿Qué tan util es el sistema de fertirrigación empleado en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98?

¿Qué tan efectiva es la fertilización soluble basada en los requerimientos nutricionales del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98?

X. DISEÑO METODOLÓGICO

10.1. Ubicación geográfica

El área de estudio se estableció en la finca El Consuelo ubicada en el km158 carretera hacia el Coyolito –Miraflor, Estelí, a una altura de 850 msnm con temperaturas promedios de 25-30 ^{0}C Sus suelos no son salinos, poseen buen drenaje interno y una adecuada relación de bases en el complejo de intercambio. En general estas características son óptimas para producción de tabaco de buena calidad.

10.2. Enfoque de investigación

La investigación adoptó un enfoque mixto centrado en evaluar y mejorar el sistema de fertirrigación en el cultivo de tabaco, con el objetivo de optimizar la producción, calidad y eficiencia en el uso del agua y los nutrientes. Se analizarán diversos aspectos del sistema de fertirrigación, incluyendo la aplicación de fertilizantes y agua mediante riego, el monitoreo de la humedad del suelo, la selección y distribución de los nutrientes, y la evaluación del efecto en el crecimiento, desarrollo y calidad del cultivo de tabaco.

10.3. Tipo de investigación

La investigación es una combinación de estudios experimentales y observacionales, lo cual permite obtener una visión integral y detallada del efecto de diferentes prácticas de fertirriego en el cultivo de tabaco. Este enfoque mixto es valioso para identificar las mejores prácticas y optimizar el uso de recursos en la producción agrícola.

Experimental: Se realizó pruebas y experimentos controlados para evaluar diferentes configuraciones y prácticas de fertirrigación en parcelas específicas de cultivo de tabaco. implementar diferentes de sistemas de riego y mezclas de nutrientes para comparar su efectividad.

Observacional: Se llevó a cabo un seguimiento continuo y observación de los cambios en el crecimiento de las plantas, la calidad de la hoja de tabaco y otros indicadores relevantes en relación con las diferentes estrategias de fertirrigación empleadas.

Alcance: Análisis de necesidades y diseño del estudio: Incluyó la revisión de literatura para identificar las mejores prácticas y tecnologías actuales en fertirrigación para cultivos de tabaco. Además, se diseñó un protocolo experimental detallado para la implementación del sistema de fertirrigación. Implementación y ejecución del estudio: Instalación y configuración del sistema de fertirrigación según el diseño experimental. Se llevó un registro exhaustivo de las variables relevantes como la cantidad de agua utilizada, tipos y cantidades de fertilizantes, estado de la humedad del suelo y parámetros de crecimiento de las plantas.

Análisis de datos y conclusiones: Se recopilaron y analizarán los datos obtenidos durante el ciclo de cultivo 2023-2024. Esto incluirá comparaciones entre diferentes métodos de fertirrigación, evaluación de costos, eficiencia del uso de recursos y el efecto en la calidad y cantidad de la cosecha de tabaco.

Elaboración de informe y recomendaciones: Se redactó un informe detallado que incluya los resultados, conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos del estudio.

10.4. Universo o población y muestra

Según Hernández Sampieri (2016, p. 65), la población se define como el conjunto del cual se extraerá la información y hacia el cual se generalizarán las conclusiones obtenidas. Esta población está compuesta por todas las unidades que se desean estudiar y que pueden ser observadas individualmente en el estudio. En el contexto de esta investigación, la población objeto de estudio está constituida en el experimento se realizó en seis manzanas con una población de 159 000 planta de tabaco para aplicar el tratamiento en estudio, en la finca el Consuelo del municipio de Estelí.

Explica Madrigal Sánchez (2014, Pág.56) que la muestra en una investigación es una parte representativa de la población que se estudia para inferir características y comportamientos del grupo completo. Este enfoque es esencial para obtener resultados precisos y manejables sin necesidad de analizar a toda la población.

Por razones de practicidad y eficiencia, se selecciona una porción o un número manejable de individuos. En este caso, la muestra está compuesta por 384 plantas.

El tamaño de la muestra se definió con la aplicación de la Fórmula Aleatoria Simples para Poblaciones Finitas. Dónde:

n: $\dfrac{Z^2 \text{p.q. N}}{e^2(n-1) + Za^2 \text{p.q.}}$

Dónde: Z^2 = 1.96

p = 0.50

q = 0.50

N= Tamaño de la población.159000 plantas

e^2 =nivel de precisión 5 % = 0.05

n= 384 plantas

Como muestra se tomó 384 plantas por cada bloque aplicándose el muestreo aleatorio sistemático, se estudiarán 76 planta con 15 repeticiones, aplicando dos tratamientos, es decir, la muestra estará constituida por 384 plantas.

10.5. Matriz de operacionalización de las variables

Tabla 2. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables incluidas en el estudio

Objetivos específicos	Variable	Definición conceptual	Sub variables	Indicadores	Técnicas de recolección de información	Fuente de información
Identificar el nivel de desarrollo del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98 utilizando fertirriego con fertilizantes granulados y solubles.	Desarrollo del cultivo	Estado general de la planta en términos de crecimiento, Salud y desarrollo.	Altura de la planta Grosor del tallo	Altura promedio de las plantas Grosor promedio del tallo	Guía de observación Medición directa	Las Plantas
Determinar la efectividad del sistema de fertirriego empleado en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98.	Efectividad del sistema de fertirriego	Eficiencia y costo del sistema de fertirriego.	Frecuencia de aplicación Costos	Costos iniciales de inversión Costos operativos anuales Incremento en la producción	Hoja de campo Análisis de costos	Las plantas

Objetivos específicos	Variable	Definición conceptual	Sub variables	Indicadores	Técnicas de recolección de información	Fuente de información
Analizar la efectividad de la fertilización soluble basada en los requerimientos nutricionales del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) variedad criolla 98.	Efectividad de la fertilización	Valor de la producción en relación a la cantidad de fertilizante aplicado y su eficiencia.	Producción Absorción de nutrientes Crecimiento y desarrollo	Cantidad de tabaco cosechado por hectárea Niveles de estrés hídrico	Recolección de datos de campo Cálculo de rendimiento	Las plantas

10.6. Diseño experimental

El ensayo se realizó en un área de seis manzanas de tabaco de la finca, dividida en cinco bloques. Se aplicó turnos de riego utilizando un diseño de bloques completos al azar, en bloques homogéneos en cuanto a características como el suelo, la exposición al sol y el drenaje, entre otros factores.

10.7. Tratamientos o condiciones

Se seleccionará diferentes sistemas de fertirrigación para comparar en las etapas de: Adaptación, roceta, gran crecimiento.

Nitrato de amonio (lbs)

12 quintales de 15.10-18-.13

5 quintales de 23-0-24

Xsuper phos. (Lt)

Calcium. (Lt)

Zmax super. (Lt).

Sistema A: Fertilización convencional. (T II)

Sistema B: Fertirrigación Soluble Vía Sistema por goteo. (T I)

10.8. Manejo del experimento

Para garantizar resultados confiables y representativos, cada tratamiento se aplicó en dos parcelas divididas en cinco bloques por cada parcela. Durante el ciclo de cultivo, se realizaron mediciones periódicas de crecimiento tomando en cuenta las subvariables de la matriz: altura, grosor tallo, número de hoja, largo de la hoja, ancho de la hoja (unidad de medida en centímetro).

10.9. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos

Se empleo la técnica observacional y se recolectaron los datos previos al establecimiento hasta el final del estudio, así mismo se utilizaron una hoja de campo para recolectar la información.

El proceso de desarrollo de la fase de campo para la fertirrigación se realizó por la mañana. Primero, se revisarán los fertilizantes, que serán llevados en una carretilla al tanque de mezclas e inyección. Se prepararò una premezcla utilizando el 50% del total de agua, que luego será trasvasada a otro tanque (rotoplast) junto con el otro 50% de agua. Antes de la fertirrigación, se verificará que todo el sistema de riego e inyección esté en pleno funcionamiento, utilizando instrumentos como; regla, cinta métrica y calibrador digital.

Después, se procedió a depositar la mezcla en la tubería principal utilizando un motor. Este proceso de fertirrigación duró entre 40 y 45 minutos y se realizará dos veces por semana durante 9 semanas, a partir de la primera semana. En Fertilización edifica se retirararon los fertilizantes y se aplicará de la siguiente manera 1ra fertilización a la primera semana se siembra. La segunda da fertirrigación a los 15 días después de la siembra y la 3ra fertirrigación a los 25 días después de la siembra.

Para determinar la eficiencia del uso del sistema se tomó en cuenta aprovechamiento de los fertilizantes mediante la medición savia clorofila y análisis foliares en las tres etapas fenológicas del cultivo. Se realizará un análisis de costo en los diferentes tipos de riego utilizados en el cultivo de tabaco. La recopilación de datos se basó en datos sobre el rendimiento del cultivo (peso total de hojas, número de hojas, tamaño de las hojas, etc.) y parámetros de calidad del tabaco (contenido de nicotina, pH, etc.) para cada tratamiento y replicación.

10.10. Confiabilidad y validez de los instrumentos

Para evaluar la confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación en el estudio, ha sido esencial comprender qué instrumentos específicos que se utilizaron en la investigación. Los instrumentos pueden incluyeron encuestas, cuestionarios, escalas de medición, herramientas de recolección de datos, entre otros.

Revisión por un experto de la empresa en el manejo productivo del tabaco, que permitió una retroalimentación en el campo para asegurar que el proceso metodológico y uso del

instrumento cubra todos los aspectos relevantes del sistema de fertirrigación y el cultivo de tabaco.

10.11. Procedimientos para el análisis de datos

Análisis estadístico: El Analisis de Varianza (ANOVA) se utilizó en métodos estadísticos pruebas estadísticas t de Student y Prueba de homogeneidad de Shapiro Wilkl modificado adecuados para analizar los datos recolectados y determinar si existen diferencias significativas entre los diferentes sistemas de fertirrigación en términos de rendimiento y calidad del cultivo.

10.12. Consideraciones éticas

En el estudio sobre el efecto de los fertilizantes en el sistema de fertirrigación en el cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum) en la zona de Estelí durante el ciclo 2023-2024, se tendrán en cuenta diversas consideraciones éticas.

Se procurará el uso responsable y seguro de fertilizantes, minimizando el efecto ambiental y evitando la contaminación de cuerpos de agua cercanos. Se garantizará el bienestar de los trabajadores, proporcionándoles equipos de protección adecuados y capacitaciones necesarias para el manejo seguro de los fertilizantes. Además, se respetarán las normativas locales e internacionales relacionadas con la investigación agrícola y se mantendrá la transparencia en la comunicación de los resultados obtenidos.

XI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de resultados del estudio titulado "Efecto de los fertilizantes en el sistema de fertirrigación mediante el crecimiento del cultivo de tabaco *(Nicotiana tabacum)* en la zona de Estelí, tabacalera Perdomo, ciclo 2023-2024", es esencial abordar cómo las distintas formulaciones de fertilizantes granulados y solubles afectan el desarrollo del cultivo. Este análisis se centró en evaluar el crecimiento de las plantas, la calidad del tabaco y la eficiencia del sistema de fertirrigación implementado. Al observar y comparar los diferentes métodos y mezclas de nutrientes, se pudo determinar patrones y tendencias que indiquen cuál es la estrategia más efectiva y económica para maximizar la producción y calidad del tabaco.

La recopilación y comparación de datos clave, tales como el rendimiento del cultivo, la salud de las plantas y los costos asociados, proporcionará una base sólida para extraer conclusiones precisas y fundamentadas, y para formular recomendaciones prácticas para futuras temporadas de cultivo.

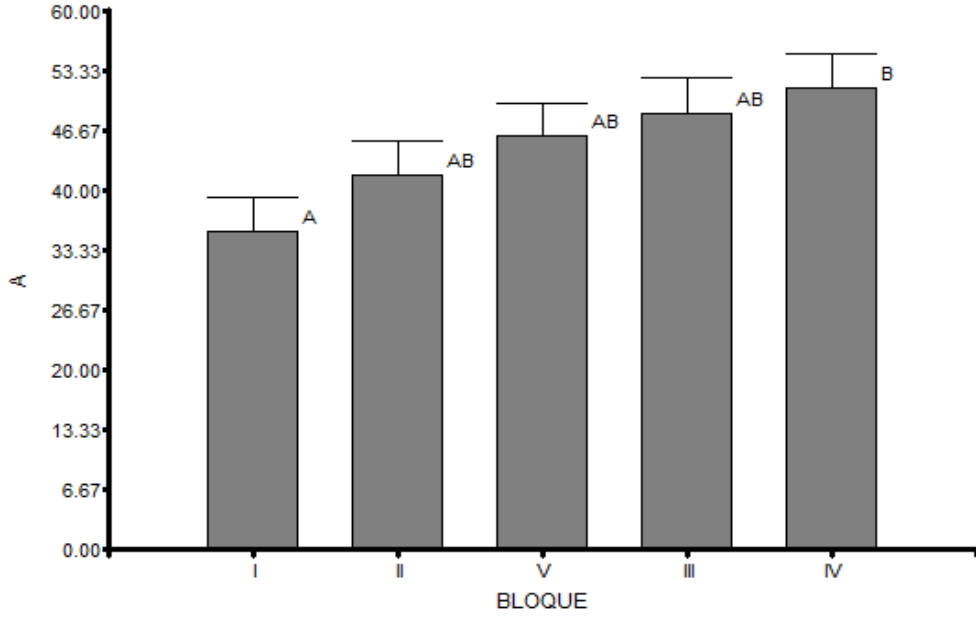


Figura 1 Altura promedio de las plantas de tabaco de la variedad Criolla 98

Al analizar la altura promedio de las plantas en los diferentes bloques del experimento, se observó una variabilidad significativa en el crecimiento del tabaco (Nicotiana tabacum)

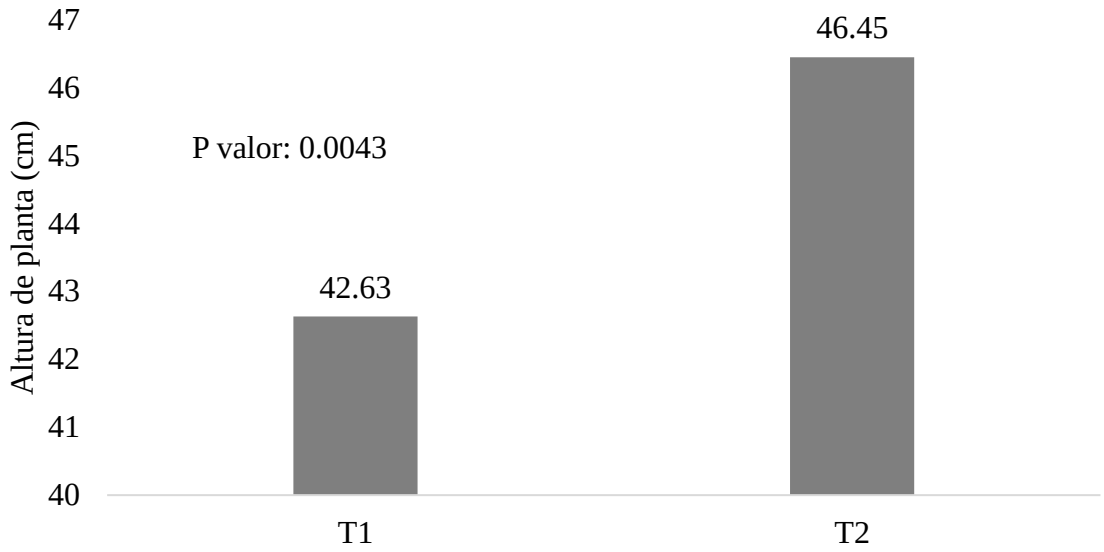
debido a los distintos tratamientos de fertirrigación aplicados. El Bloque I (A), con una altura promedio de 33.33 cm, presenta el menor crecimiento entre los cinco bloques, lo que indica una respuesta menos favorable a este tratamiento específico. En contraste, el Bloque II (AB) muestra una mejora notable con una altura promedio de 40 cm, destacando el efecto positivo del tratamiento aplicado en este bloque.

El Bloque V (AB) y el Bloque III (AB) presento alturas promedio de 46.67 cm y 47 cm, respectivamente, lo cual indica una consistencia en la respuesta al tratamiento en estos bloques. El crecimiento adicional en el Bloque V respecto al Bloque II resalta la eficiencia de la fertirrigación en este contexto. Finalmente, el Bloque IV (B) exhibe la mayor altura promedio con 53.33 cm, sugiriendo que este tratamiento ha sido el más eficaz en promover el crecimiento del cultivo de tabaco. Estos resultados subrayan la importancia de ajustar y optimizar los métodos de fertirrigación para maximizar el rendimiento del tabaco en la zona tabacalera de Estelí.

Tratamiento I: Fertirrigaciónvs. Tratamiento II: Fertilización Tradicional

Los resultados indicaron que el tratamiento de fertirrigación fue significativamente más efectivo en aumentar la altura de las plantas de tabaco en comparación con la fertilización tradicional. Los bloques I y II, que aparentemente recibieron fertilización tradicional, mostraron alturas menores, mientras que los bloques V, III y IV, asociados con la fertirrigación, presentaron mayores alturas. Este patrón sugiere que la fertirrigación podría ser un método más eficaz para promover el crecimiento del tabaco.

La consistencia en los resultados de los bloques V y III, con alturas promedio similares, indicó que la fertirrigación no solo incrementó la altura de las plantas, sino que también proporcionó resultados más uniformes. El mayor rendimiento observado en el Bloque IV, con la mayor altura promedio, podría deberse a una mejor administración del agua y nutrientes a través de la fertirrigación. La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis confirmó la diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, con un valor de p de 0.0043, destacando el tratamiento II con un promedio de 46.45 cm como el más efectivo.



Se realizo la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis el cual indica que hay diferencia estadística entre los cada uno de los tratamientos ya que P valor fue de 0.0043 obteniendo el mejor promedios T 2. 46.45 cm.

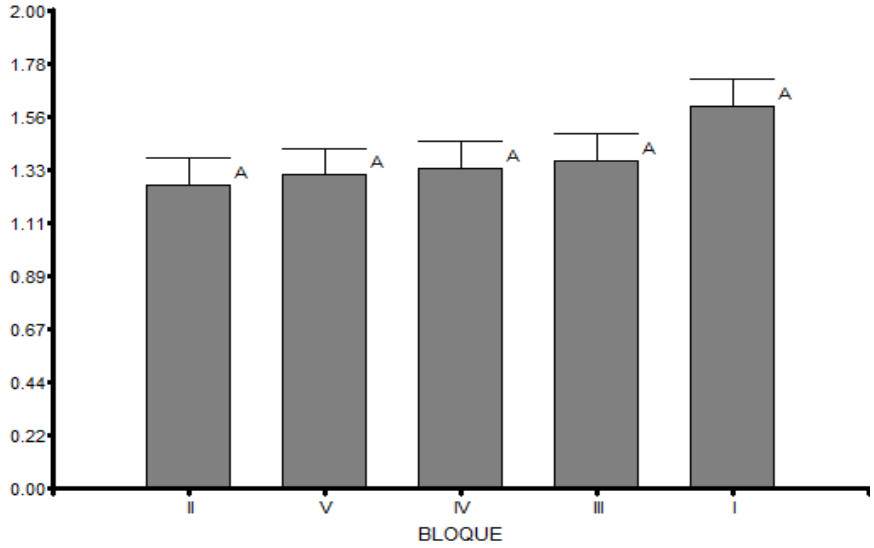


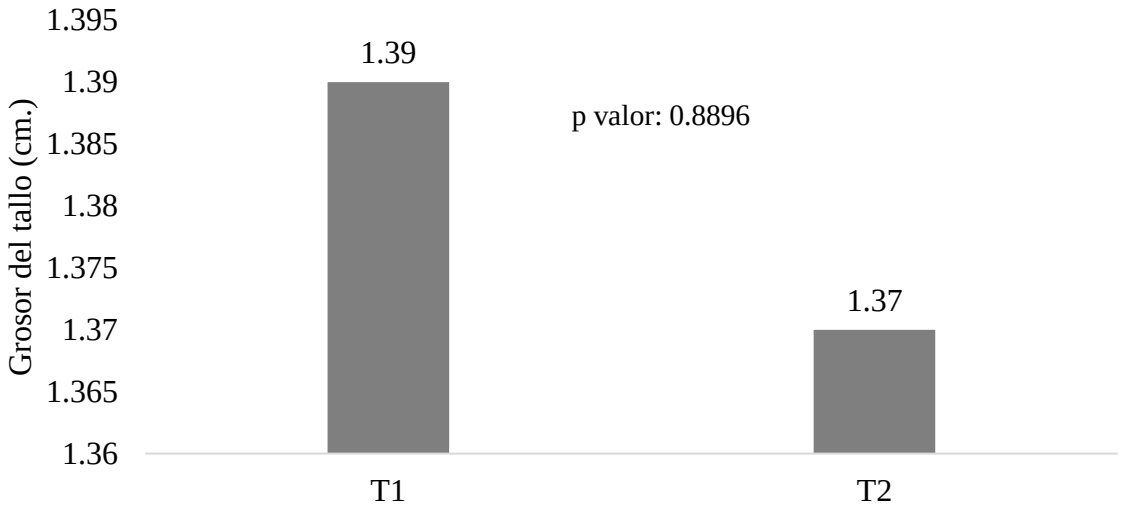
Figura 2 Grosor del tallo de la planta de tabaco variedad criolla

Los datos recopilados sobre el grosor del tallo en los diferentes bloques revelaron una variabilidad considerable en el crecimiento del *tabaco (Nicotiana tabacum).* El Bloque I, con un grosor del tallo de 1.56 cm, presentó el mayor grosor entre todos los bloques, lo que sugiere una absorción óptima de nutrientes y un crecimiento más vigoroso de las plantas en

esta área. En contraste, el Bloque II mostró el menor grosor del tallo con 1.30 cm, lo que podría indicar condiciones de cultivo menos favorables o una necesidad de optimizar las prácticas de fertirrigación en esta zona.

Los bloques III, IV y V presentaron grosores de 1.35 cm, 1.34 cm y 1.33 cm, respectivamente, indicando condiciones de cultivo moderadamente buenas, pero no óptimas. La similitud en el grosor del tallo entre estos bloques sugiere una consistencia en las condiciones de crecimiento, aunque no alcanzaron el rendimiento observado en el Bloque I.

El análisis estadístico, presentado en la Figura 2, mostró que no hubo diferencias significativas en el grosor promedio del tallo entre los tratamientos de fertirrigación y fertilización tradicional, a pesar de la alta dispersión en los datos. Esto implica que, bajo las condiciones experimentales evaluadas, ambos métodos de fertilización fueron igualmente efectivos en promover el crecimiento en grosor de las plantas de tabaco variedad Criolla 98. La considerable variabilidad observada puede atribuirse a factores externos no considerados en este estudio, como microclimas locales, variaciones en la calidad del suelo o posibles diferencias genéticas dentro de la variedad.



Los resultados obtenidos no permitieron establecer la superioridad de un método de fertilización sobre otro en cuanto a su efecto en el grosor del tallo de las plantas de tabaco evaluadas. Con un valor de p de 0.8896, que fue mayor a 1.39, se confirmó que no se

encontraron diferencias significativas en el grosor del tallo entre los tratamientos de fertirrigación y fertilización tradicional. Por lo tanto, no se rechazó la hipótesis nula de que los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en el grosor del tallo. Estos hallazgos sugirieron que, bajo las condiciones experimentales evaluadas, ambos métodos de fertilización fueron igualmente efectivos en promover el crecimiento en grosor de las plantas de tabaco.

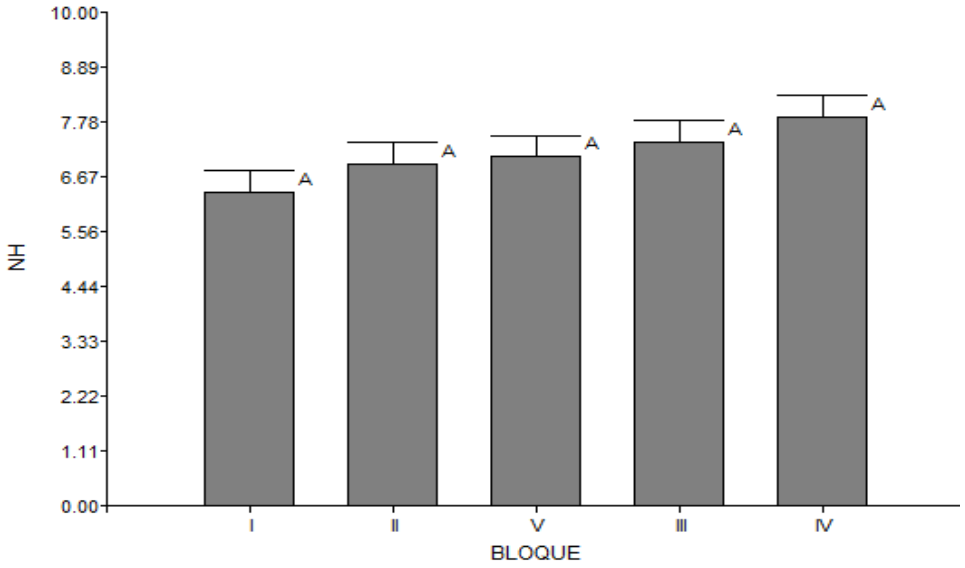


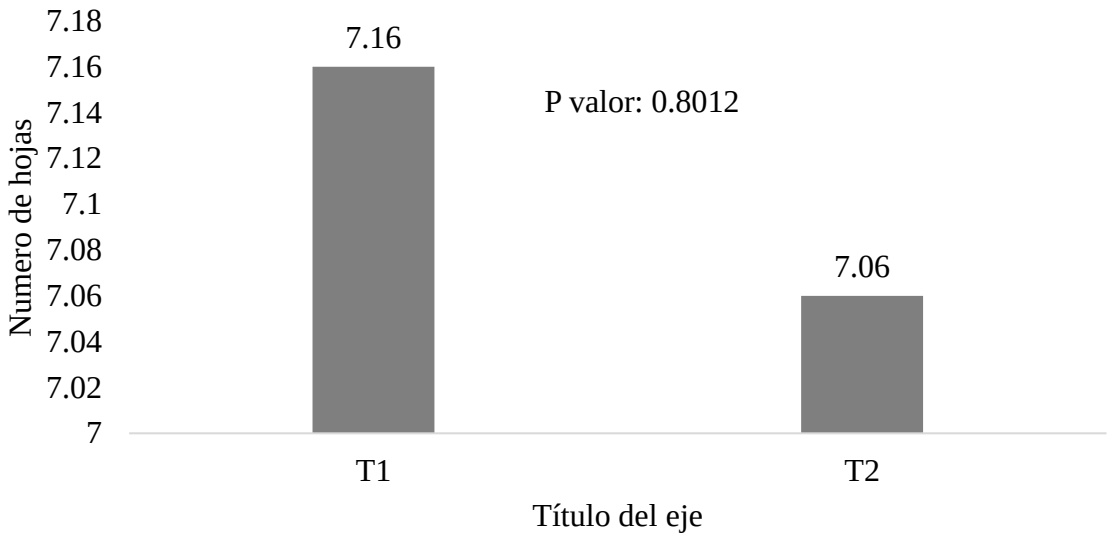
Figura 3. Número de hojas de planta de tabaco variedad criolla 98

Según los datos recopilados, el número promedio de hojas de las plantas de tabaco variedad Criollo 98 varió según el bloque de tratamiento. El Bloque I tuvo un promedio de 6 hojas, el Bloque II de 6.68 hojas, el Bloque V de 6.69 hojas, el Bloque III de 7 hojas y el Bloque IV de 7.78 hojas.

Estos resultados mostraron que el Bloque IV tuvo el mayor número promedio de hojas, con 7.78 hojas por planta, seguido por el Bloque III con un promedio de 7 hojas. Los bloques I, II y V presentaron números promedio de hojas más bajos, siendo el Bloque I el que tuvo el menor número promedio de hojas con solo 6 hojas por planta.

Esta variación en el número de hojas sugirió que las condiciones específicas o tratamientos aplicados en cada bloque influyeron de manera diferenciada en el desarrollo foliar de las

plantas de tabaco. En particular, los bloques que recibieron tratamientos más efectivos o condiciones más favorables (Bloques III y IV) lograron un mayor desarrollo foliar, lo que podría tener implicaciones positivas para la fotosíntesis y el crecimiento general de las plantas.



Los resultados reflejados en la Figura 3 mostraron el número promedio de hojas (NH) de las plantas de tabaco para cada tratamiento. La similitud en el número promedio de hojas sugirió que tanto la fertirrigación como la fertilización tradicional fueron igualmente eficaces en promover el crecimiento del número de hojas de las plantas de tabaco.

El análisis estadístico realizado no encontró diferencias significativas en el número de hojas de las plantas de tabaco variedad Criolla 98 entre los tratamientos de fertirrigación y fertilización tradicional, con un valor de p de 0.8012, mayor a 7.16. Esto indicó que no se encontraron diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos, por lo que no se rechazó la hipótesis nula de que los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en esta variable.

La variabilidad observada en el número de hojas sugirió la influencia de otros factores no considerados en este estudio, como condiciones micro climáticas locales, calidad del suelo o posibles diferencias genéticas dentro de la variedad. Por lo tanto, se concluyó que ambos

tratamientos fueron igualmente efectivos en términos de su efecto en el número de hojas de las plantas de tabaco evaluadas.

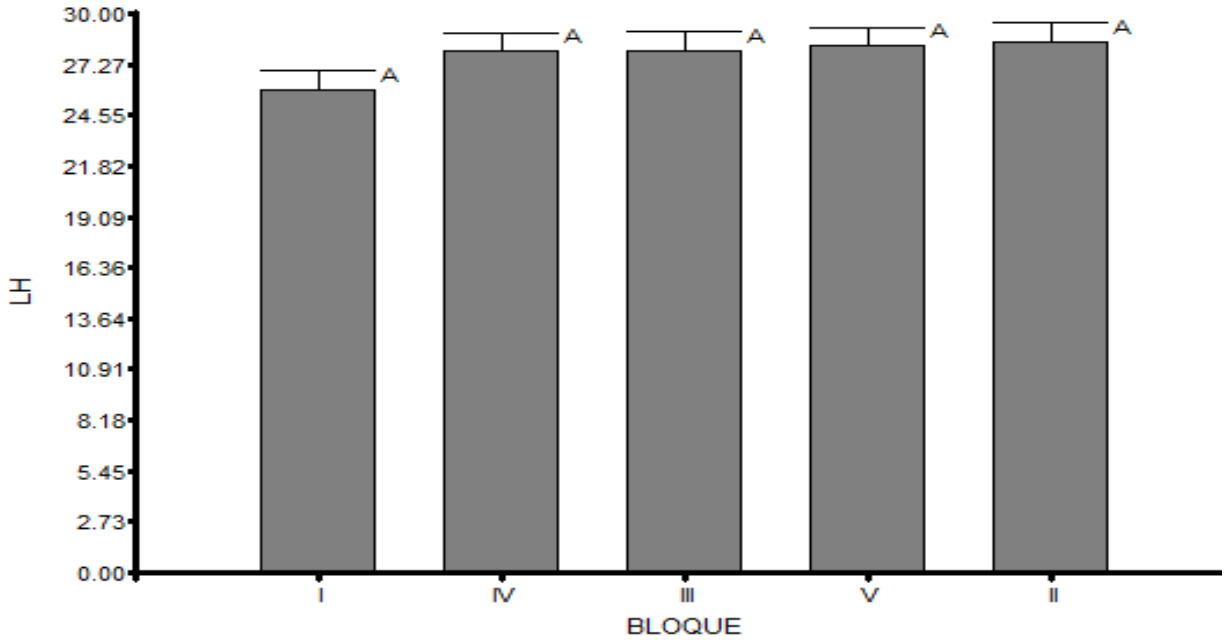


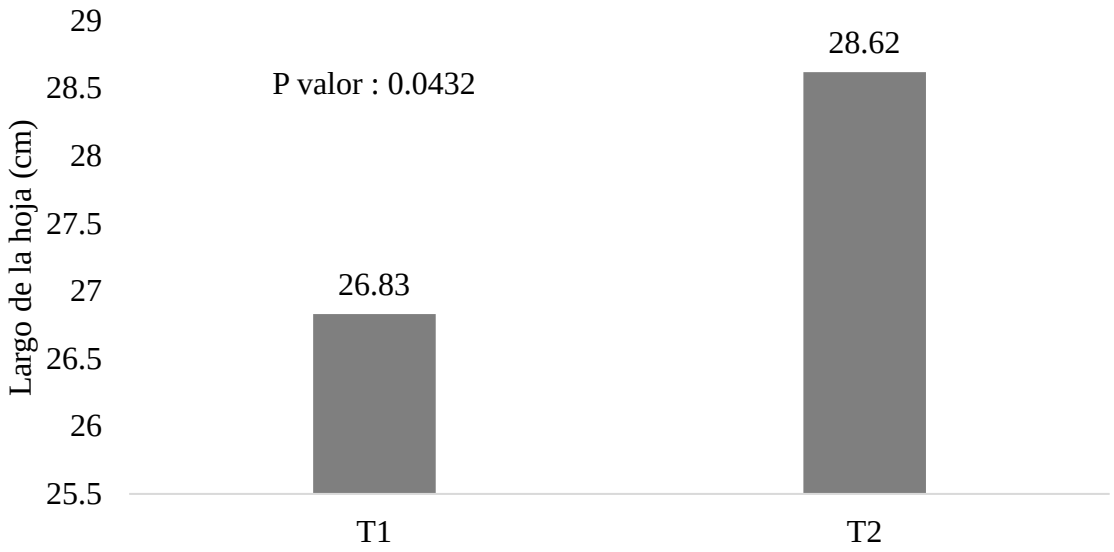
Figura 4 Largo de la hoja de tabaco variedad 98

Los datos recopilados mostraron el largo promedio de las hojas de la planta de tabaco variedad Criollo 98 en diferentes bloques de tratamiento. El Bloque I presentó un largo promedio de hojas de 24.68 cm, mientras que los Bloques IV, III y V registraron un largo promedio de 28 cm. El Bloque II se destacó con el mayor largo promedio de hojas, alcanzando los 29 cm.

Estos resultados indicaron que el Bloque II tuvo el mayor largo promedio de hojas, seguido por los Bloques IV, III y V, con un largo promedio de 28 cm. El Bloque I, con 24.68 cm, mostró el menor largo promedio de hojas entre los bloques evaluados.

La variación en el largo de las hojas sugirió diferencias en las condiciones específicas o tratamientos aplicados a cada bloque, lo cual afectó el desarrollo foliar de las plantas de tabaco. En particular, los bloques con un mayor largo promedio de hojas (Bloque II, y los Bloques IV, III y V) posiblemente recibieron tratamientos o condiciones más favorables,

promoviendo un crecimiento foliar más robusto. Estas diferencias en el desarrollo de las hojas podrían tener implicaciones importantes para la fotosíntesis y el rendimiento general de las plantas de tabaco.



El análisis comparativo presentado en la Figura 4 sobre el largo de las hojas (LH) de la planta de tabaco variedad Criolla 98, entre los tratamientos de fertirrigación y fertilización tradicional, reveló diferencias significativas en el largo de hoja. Las plantas tratadas con fertilización tradicional mostraron un largo de hoja promedio significativamente mayor (28.62 cm) en comparación con aquellas tratadas con fertirrigación (26.83 cm). Estos resultados indicaron que la aplicación de fertilizante tradicional promovió un mayor crecimiento en longitud foliar en las plantas de tabaco evaluadas.

Aunque la variabilidad en los datos fue mayor en el tratamiento de fertilización tradicional, el análisis estadístico confirmó la superioridad de este método en términos de incremento en el largo de hoja. Los resultados obtenidos sugirieron que la fertilización tradicional podría ser una estrategia más efectiva para aumentar el rendimiento de hojas en cultivos de tabaco. Dado que el valor de p obtenido fue de 0.0436, menor que el nivel de significancia común (0.05), se rechazó la hipótesis nula.

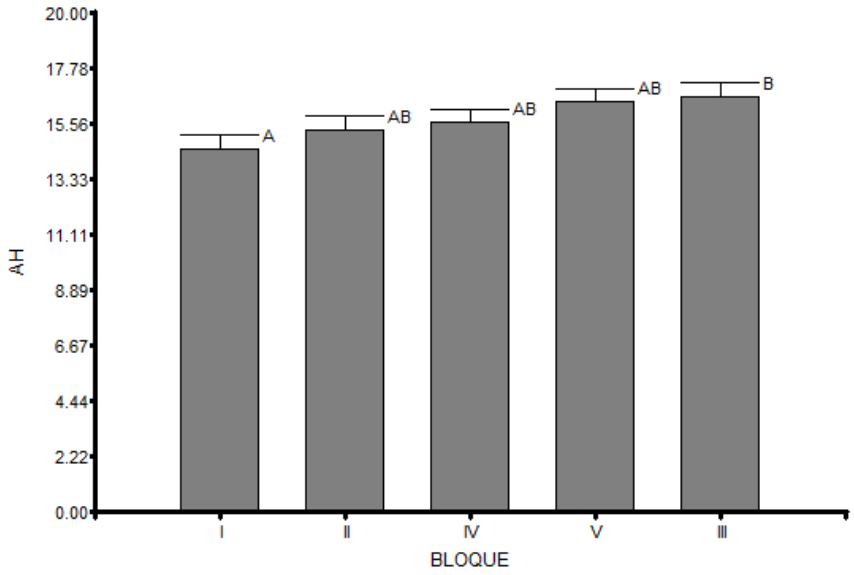
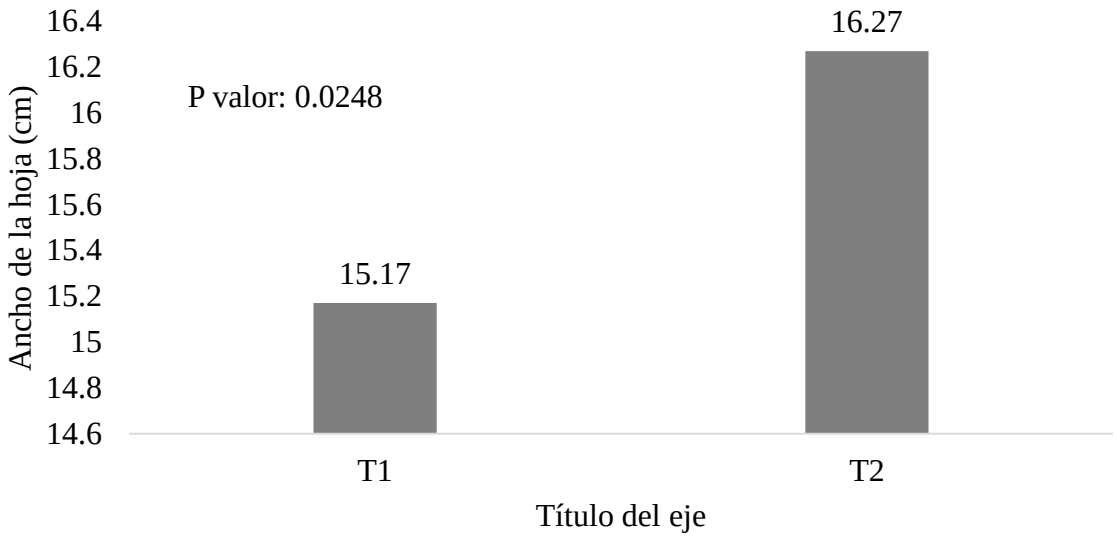


Figura 5 Ancho promedio de la hoja de la planta de tabaco variedad criolla 98

Los bloques I y IV presentaron un ancho promedio de hojas de 15.50 cm, sugiriendo que las condiciones de cultivo y los tratamientos aplicados en estos bloques resultaron en un desarrollo foliar similar. El Bloque II, con un ancho promedio de 15.56 cm, mostró una leve mejora en comparación con los bloques I y IV, indicando una posible variación menor en las condiciones de crecimiento o en el tratamiento aplicado. El Bloque V, con un ancho promedio de 15.59 cm, presentó un valor ligeramente superior al de los bloques I, II y IV, lo que podría indicar una respuesta positiva a un tratamiento o condición específica en este bloque.

El Bloque III, con un ancho promedio significativamente mayor de 17.78 cm, destacó entre todos los demás. Este notable incremento sugirió que las condiciones de cultivo o los tratamientos aplicados en este bloque fueron especialmente favorables para el desarrollo foliar. El análisis de los datos mostró una variación en el ancho promedio de las hojas de las plantas de tabaco entre los diferentes bloques. El Bloque III, con el mayor ancho promedio de hojas, sugirió que las condiciones en este bloque fueron las más favorables para el desarrollo foliar.

Los otros bloques (I, II, IV y V) presentaron anchos promedios más cercanos entre sí, pero menores en comparación con el Bloque III, indicando que, aunque las condiciones fueron consistentes, no lograron el mismo nivel de optimización que en el Bloque III. Estos resultados fueron útiles para identificar cuáles prácticas agrícolas o condiciones de cultivo favorecieron un mejor desarrollo foliar, proporcionando información valiosa para futuras optimizaciones en la gestión del cultivo de tabaco.



Los resultados reflejados en la Figura 5 mostraron el ancho promedio de hoja (AH) de las plantas de tabaco para cada tratamiento. Se encontraron diferencias significativas en el ancho de las hojas de tabaco entre los tratamientos de fertirrigación (Tratamiento I) y fertilización tradicional (Tratamiento II). El tratamiento II resultó en un mayor ancho promedio de hoja (16.27 cm) en comparación con el tratamiento I (15.17 cm). Con un valor de p de 0.0251, que fue menor que el nivel de significancia típico (0.05), se confirmó la significancia de estas diferencias.

El análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey sugirieron que la fertilización tradicional pudo haber sido más efectiva para aumentar el ancho de las hojas de tabaco en comparación con la fertirrigación. Aunque se observó una variabilidad en el ancho de hoja, esto sugirió la influencia de factores adicionales no considerados en este estudio, como

condiciones micro climáticas locales, calidad del suelo o heterogeneidades genéticas dentro de la variedad.

Estos resultados destacaron que, a pesar de la variabilidad, los métodos de fertilización empleados tuvieron un efecto significativo. Las pruebas estadísticas indicaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, lo que permitió concluir que la fertilización tradicional fue más efectiva en términos de su efecto en el ancho de hoja de las plantas de tabaco.

Tabla 3. Costos de sistema de fertirrigación

Concepto	**Detalle**	**Costo por Unidad**	**Cantidad**	**Total**
Costo de Fertilizantes Granulados y Solubles	Precio por kilogramo	$5/kg	1,000 kg	$5,000
			Total	**$5,000**
Costo del Sistema de Fertirriego	Inversión inicial en la instalación			$8,000
	Costos de mantenimiento anual			$2,000
			Total	**$10,000**
Costo de Mano de Obra	Salario mensual del personal (3 empleados)	$ 136	3	$ 408
Duración del ciclo de cultivo			60 días (2 meses)	$ 3000
			Total	**$3408**
Costos de Insumos Adicionales	Agua			$ 1500
	Electricidad			$ 1000
	Otros insumos			$ 500
			Total	$3000
Gran Total				**$ 21, 408**

El sistema de fertirriego se ha consolidado como una solución estratégica y eficiente en el cultivo del tabaco, destacándose por su capacidad de maximizar la productividad mientras optimiza el uso de recursos. Durante el período evaluado, este sistema requirió una inversión inicial de $8,000 para su instalación, complementada por costos de mantenimiento anual de $2,000. Aunque esta inversión puede parecer significativa, las ventajas a largo plazo superan ampliamente los costos iniciales.

Entre sus principales beneficios se encuentra la distribución precisa y uniforme de los nutrientes, asegurando que cada planta reciba la cantidad adecuada en el momento oportuno, lo que resulta en un crecimiento más homogéneo y una calidad superior del tabaco producido. A diferencia de los métodos tradicionales, el fertirriego minimiza el desperdicio de fertilizantes y agua, permitiendo un uso más racional y sostenible de estos insumos, cuyo costo durante el periodo evaluado ascendió a $5,000 para 1,000 kg de fertilizantes granulados y solubles.

Además, el sistema de fertirriego permite una reducción significativa en la dependencia de la mano de obra, cuyo costo total fue de $3,408, al automatizar gran parte del proceso de fertilización y riego. Esta automatización no solo disminuye los costos laborales, sino que también reduce la probabilidad de errores humanos, mejorando así la consistencia del manejo del cultivo.

Por último, aunque el sistema requiere insumos adicionales como agua, electricidad y otros, los costos asociados ($3,000) son más que compensados por los beneficios obtenidos en términos de ahorro de tiempo, eficiencia y aumento de la producción. En conjunto, el costo total de $21,408 refleja no solo una inversión económica, sino también una apuesta por la sostenibilidad, la calidad y la productividad del cultivo del tabaco. Este enfoque innovador posiciona al sistema de fertirriego como una herramienta indispensable en la modernización de la agricultura, asegurando rendimientos superiores y un impacto ambiental reducido.

Tabla 4. Costos de fertilización tradicional

Categoria	Detalle	Costo Unitario	Cantidad	Total
Mano de obra	18 días - hombre por ciclo	$ 10 el día	3 ciclos	$ 172
Fertilizantes	12-13-17 NPK	$ 57	12 qq	$ 689
	23-0-34 NP	$ 65	8 qq	$ 520
	Nitrato amonio	$ 35	4 qq	$ 140
Transporte de insumos	Costo de transporte	$ 40	1	$ 40
Herramientas	Mantenimiento	$ 30		$ 30
Costo total				**$ 1591**

La fertilización tradicional en el cultivo del tabaco, aunque ampliamente utilizada, presenta ciertas desventajas tanto económicas como operativas que pueden impactar la eficiencia del proceso. El costo total estimado asciende a $1,591, distribuyéndose entre los principales rubros como mano de obra, fertilizantes, transporte de insumos y mantenimiento de herramientas.

La mano de obra, que implica 18 días-hombre por ciclo, representó un gasto de $172 en tres ciclos, lo que evidencia la alta dependencia de trabajo manual en este método. En cuanto a los fertilizantes, que constituyen la mayor parte del costo ($1,349), su aplicación no siempre garantiza una distribución uniforme de nutrientes en el suelo, lo que puede ocasionar resultados desiguales en el crecimiento del cultivo. Además, la necesidad de adquirir diferentes tipos de fertilizantes (como el NPK, NP y nitrato de amonio) incrementa la complejidad logística y administrativa.

El costo de transporte ($40) y el mantenimiento de herramientas ($30), aunque menos significativos, son gastos recurrentes que suman al costo total de este sistema. En términos generales, la fertilización tradicional puede ser menos eficiente en comparación con métodos más modernos, como el fertirriego, que optimizan la distribución de nutrientes y reducen la

dependencia de la mano de obra. Esto se traduce en una mayor inversión de tiempo y recursos en el sistema tradicional, lo cual podría limitar su competitividad y rentabilidad en cultivos como el tabaco.

XII. CONCLUSIONES

El estudio sobre el efecto de los fertilizantes en el sistema de fertirrigación en el crecimiento del cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum) en la zona de Estelí, específicamente en la tabacalera Perdomo durante el ciclo 2023-2024, ha arrojado resultados significativos y valiosos para la producción agrícola de la región.

En primer lugar, se identificó el nivel de desarrollo del cultivo de tabaco variedad criolla 98 al utilizar fertirriego con fertilizantes granulados y solubles. Los resultados mostraron que ambos tipos de fertilizantes contribuyeron positivamente al crecimiento de las plantas, con una mejora notable en la altura y grosor del tallo. Sin embargo, los fertilizantes solubles demostraron una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, resultando en un desarrollo más uniforme y vigoroso de las plantas.

En segundo lugar, se determinó la utilidad del sistema de fertirriego empleado en el cultivo de tabaco. La implementación de este sistema no solo optimizó el uso de agua y fertilizantes, sino que también redujo los costos operativos a largo plazo. El fertirriego permitió una distribución más precisa y controlada de los recursos, mejorando la calidad del tabaco cosechado y aumentando la productividad del cultivo. Comparado con métodos de riego tradicionales, el fertirriego demostró ser más eficiente y rentable, destacando su aplicabilidad en la producción de tabaco.

Se analizó la efectividad de la fertilización soluble basada en los requerimientos nutricionales del cultivo. Los datos recopilados indicaron que la fertilización soluble, ajustada a las necesidades específicas del tabaco, optimizó el rendimiento del cultivo y minimizó el estrés hídrico. La mejora en la calidad de la hoja de tabaco y el incremento en la producción validaron la efectividad de este enfoque, proporcionando una base sólida para su recomendación en futuras temporadas de cultivo.

El estudio confirmó que la combinación de fertirriego con fertilizantes granulados y solubles es una estrategia eficaz para mejorar el crecimiento, la calidad y el rendimiento del cultivo

de tabaco en la región de Estelí. Estos hallazgos ofrecen directrices claras para optimizar las prácticas agrícolas y maximizar la sostenibilidad y rentabilidad en la producción de tabaco.

XIII. RECOMENDACIONES

Métodos de medición y análisis

Utiliza técnicas de medición precisas para evaluar el crecimiento de las plantas de tabaco, como el uso de clorofilómetros para medir la actividad fotosintética y balanzas de precisión para el peso seco de las plantas.

Implementa análisis estadísticos robustos para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización. Software como SPSS o R puede ser de gran utilidad.

Condiciones experimentales controladas

Asegúrate de que las condiciones ambientales sean lo más uniformes posible para todos los tratamientos. Controla variables como la luz, la temperatura y la humedad.

Utilizar bloques completamente al azar o un diseño experimental de parcelas divididas para minimizar los efectos de la variabilidad en el suelo y el ambiente.

Control de variables: Es necesario controlar un mayor número de variables, como la calidad del suelo, la cantidad de agua suministrada y las condiciones climáticas.

Monitoreo y registro de datos:

Registrar de manera sistemática todos los datos relevantes como el tipo y la cantidad de fertilizante aplicados la frecuenta de riego y el estado fenológico de las plantas.

Implementa un sistema de trazabilidad para rastrear cada lote.

Mayor número de repeticiones**:** Aumentar el número de repeticiones por tratamiento permitiría reducir la variabilidad.

Evaluación de la eficiencia del fertirriego

Analiza la eficiencia del uso del agua mediante la medición del contenido de humedad del suelo y el uso de tensiómetros o sensores de humedad.

Evalúa la eficiencia del sistema de fertirriego mediante la comparación del rendimiento y crecimiento de las plantas con sistemas de riego tradicionales.

Efecto ambiental y sostenibilidad

Considera el efecto ambiental de los fertilizantes utilizados, incluyendo la posible lixiviación de nutrientes en el suelo y su efecto en los cuerpos de agua cercanos.

Investiga la posibilidad de utilizar fertilizantes orgánicos o de liberación controlada para minimizar el efecto ambiental y mejorar la sostenibilidad del cultivo.

Capacitación y Transferencia de tecnología PERDOMO

Capacita al personal involucrado en el manejo del sistema de fertirriego y en la aplicación de fertilizantes para asegurar una correcta implementación de las técnicas estudiadas.

Promueve la transferencia de tecnología y conocimientos a otros productores de tabaco de la región para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo.

Realizar futuras investigaciones para identificar otros factores que puedan explicar la variabilidad observada y evaluar el efecto de los tratamientos sobre otros parámetros de crecimiento y rendimiento del cultivo.

XIV. BIBLIOGRFIA

Adytlachaudhury, N. Battacharya, A. Chowdhury, A.S., and Pal, S.1985. Chemical constituents of plants. p. 543 –547.

AKEHURST, B., 1973. Agricultura tropical. Ciencia y técnica. Instituto Cubano. Habana, Cuba. p 173–350.

Araque Solano, A. S. (2014). Tabaco en Colombia: costos y beneficios. Civilizar Ciencias Sociales y Humanas, 133-148. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-89532014000100008&lng=es&tlng=es.

Benavides González, Alvaro, Marín Fernández, Vidal and Ortéz Rodríguez, Ramón (2007) Estudio de tres densidades de siembra sobre el rendimiento industrial de tres variedades de tabaco habano (L.) en el Municipio de Condega, Estelí. La Calera, 7 (8). pp. 49-53. ISSN 1998-7846

C. F., Covaleda, H. J., Ruíz, N. P., & Urrutia, C. A. (2005). La cadena del tabaco en colombia: una mirada global de su estructura y dinámic. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia.

Cabrera, M. 2008. Respuesta de seis variedades comerciales de tabaco negro ante Rhizoctonia solani Kühm. (en línea). s.l., Universidad Central Marta Abreu de las Villas. 40 p.

Casco, A. 2011. El Tabaco; Eje Cultural, Económico Y Social (en línea). S.l.s.e. https://info.aserca.gob.mx/claridades/revistas/089/ca089.pdf.

Dostal, J. 2000. Two faces of alkaloids. Journal of Chemical Education. Easton. Vol. 77: 993-998

García F. C., 1980. Botánica general y descriptiva. La Habana, Cuba, p 21-25.

García, A., & Pérez, L. (2015). Evaluación del rendimiento del tabaco Criollo 98 bajo diferentes sistemas de fertirrigación. Revista de Agricultura Tropical, 20(3), 45-52. Instituto de Investigaciones Agrícolas, Provincia de Pinar del Río, Cuba.

Gentry, A. H. 1996.Afiel guide to the families of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa. The University of Chicagopress. Chicago and London. 895 p.

http://www.actaf.co.cu/revistas/tabaco/11-2/articulos/art-9.pd

Ingrid Raquel Moraga Sequeira. Hallsel Yahoska Murillo López. Carolina Soledad Rueda Meléndez (2020). Diseño de sistema de riego por micro aspersión para el cultivo de tabaco (nicotina tabacum) en la finca Sequeira en el municipio de Jalapa departamento de Nueva Segovia en la comunidad la providencia. 2019

Lara Ferrufino, Yerling Natanael y Peralta Gonzales, Wilfredo José (2019). Efecto de cuatro intervalos de aplicación de harina de Arachis hypogaea) en (Nicotiana tabacum L.), Finca Guadalupe, Estelí, Diciembre 2018-Abril 2019. Ingeniería thesis, Universidad Católica del Trópico Seco. https://www.mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=66:produccion-de-tabaco-nicaragueense&catid=11)

López, M., & Hernández, J. (2016). Efecto de la fertirrigación en la calidad del tabaco Criollo 98. Investigación Agraria, 23(1), 70-78. Centro de Investigación de Cultivos Tropicales, Provincia de Sancti Spíritus, Cuba.

Mancheno, R. 2016. Determinar las curvas de extracción de nutrientes en el cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum), variedad connecticut 207 en la tabacalera la meca s.a. (tabamesa) (en línea). Investigativo. Cevallos,

Martínez, J., & Gómez, A. (2018). Efecto de la fertirrigación sobre el desarrollo fenológico del tabaco Criollo 98. Boletín de Ciencias Agrícolas, 10(4), 82-89. Estación Experimental Agrícola, Provincia de Holguín, Cuba.

Monzón, L; Trémols, J. 2010. La nutrición nitrogenada del tabaco negro (en línea). s.l., s.e.

Orozco Aguirre, Luis Ángel y Rodríguez Chavarría, Manuel de Jesús (2020) Evaluación de diferentes dosis de insecticida a base de para el manejo de
Bemisia tabaci en el Cultivo de Phaseolus vulgaris,2020. Ingeniería thesis,
Universidad Católica del Trópico Seco.

Quiroga, I. R. 1990. Química del Tabaco. (www.agrovision.com.ar/27/Tabaco-Qca.html)

SINAVIMO. 2016. (en línea). s.l., s.e. en https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/nicotiana-tabacum.

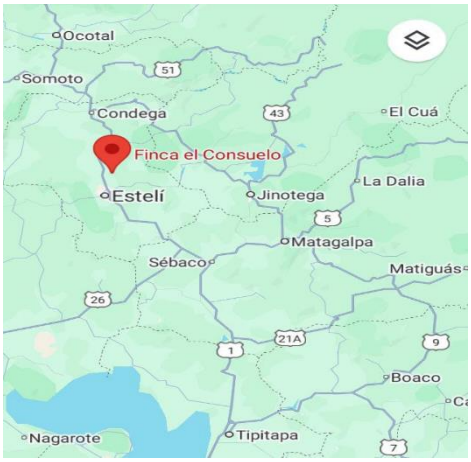
Rodríguez, P., & Valdés, E. (2017). Comparación de métodos de fertirrigación en el cultivo de tabaco variedad Criollo 98. Ciencia y Tecnología Agrícola, 15(2), 33-41. Universidad de Ciencias Agrícolas de La Habana, Cuba.

Sánchez, R., & Torres, L. (2019). Estrategias de fertirrigación para optimizar el cultivo de tabaco Criollo 98. Agricultura y Sociedad, 28(2), 115-123. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Provincia de Mayabeque, Cuba.

Zavala González, Indira Paola y Soza Peralta, Luis Ángel (2017) Influencia de tres bioestimulantes orgánicos en la tolerancia al estrés hídrico de plántulas de Nicotiana tabacum en invernadero, 2016-2017. Ingeniería thesis, Universidad Católica del Trópico Seco

XV. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica



Google maps (2023)

Anexo 2. Datos estadísticos prueba T para muestras independientes

Clasifica	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	Media (1)-Media (2)	LI (95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Tratamiento	Altura de planta(cm)	{T1}	{T2}	364	360	42.63	46.45	-3.83	-10.52	2.87	<0.0001	-1.12	0.2621	Bilateral
Tratamiento	Grosor de Tallo(cm)	{T1}	{T2}	364	360	1.39	1.37	0.01	-0.18	0.21	<0.0001	0.14	0.8896	Bilateral
Tratamiento	Número de Hojas	{T1}	{T2}	364	360	7.16	7.06	0.10	-0.65	0.84	<0.0001	0.25	0.8012	Bilateral
Tratamiento	Largo de la Hoja(cm)	{T1}	{T2}	364	360	26.83	28.62	-1.79	-3.52	-0.05	<0.0001	-2.03	0.0432	Bilateral
Tratamiento	Ancho de la Hoja(cm)	{T1}	{T2}	364	360	15.17	16.27	-1.10	-2.05	-0.14	<0.0001	-2.25	0.0248	Bilateral

Anexo 3. Datos estadísticos prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Altura de planta(cm)	T1	364	42.63	55.20	23.00	8.15	0.0043
Altura de planta(cm)	T2	360	46.45	34.17	38.00		

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Grosor de Tallo(cm)	T1	364	1.39	1.72	1.30	3.56	0.0589
Grosor de Tallo(cm)	T2	360	1.37	0.88	1.40		

Variable	**Tratamiento**	**N**	**Medias**	**D.E.**	**Medianas**	**H**	**p**
Número de Hojas	T1	364	7.16	5.85	5.00	2.26	0.1304
Número de Hojas	T2	360	7.06	4.22	6.00		

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Largo de la Hoja(cm)	T1	364	26.83	13.95	29.00	11.46	0.0007
Largo de la Hoja(cm)	T2	360	22				
28.62	9.40	31.90					

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Ancho de la Hoja(cm)	T1	364	15.17	7.87	16.00	11.51	0.0007
Ancho de la Hoja(cm)	T2	360	16.27	4.90	17.10		

Anexo 4. Datos estadísticos prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov)

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
Altura de planta(cm)	Normal(0,1)	44.53	2113.26	724	1.00	<0.0001
Grosor de Tallo(cm)	Normal (0,1)	1.38	1.86	724	0.64	<0.0001
Número de Hojas	Normal (0,1)	7.11	26.05	724	0.97	<0.0001
Largo de la Hoja(cm)	Normal (0,1)	27.72	142.32	724	1.00	<0.0001
Ancho de la Hoja(cm)	Normal (0,1)	15.72	43.34	724	1.00	<0.0001

Anexo 5. Hoja de campo

Fecha: _____

Operario_____

N° de plantas	Altura de la planta	Grosor del tallo	N° de hojas	Longitud de las hojas	Anchos de las hojas	Asimilación del nutriente

Anexo 6. Imágenes del proceso de recopilación de datos del sistema de fertirrigación

Recopilación de datos efecto de los fertilizantes en el sistema de fertirrigación mediante el crecimiento del cultivo de tabaco.

Monitoreo de los efectos del sistema de fertirrigación