



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Efecto del riego en la calidad de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en semilleros tecnificados

Meza, V; Rodríguez, E; Rodríguez, G.

Tutora

Dra. Verónica Lisbeth Ruiz Gómez

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**Centro Universitario Regional de Estelí
CUR-Estelí**

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud

**Efecto del riego en la calidad de plántulas de tabaco
(*Nicotiana tabacum*) en semilleros tecnificados**

Trabajo de investigación para optar al grado de
Ingenieras agrónomas

Autores

Vanessa Judith Meza Navarro

Eva Adilia Rodríguez Castellón

Greisyn Amisaday Rodríguez Castellón

Tutor

Dra. Verónica Lisbeth Ruiz Gómez

Diciembre, 2025



Dedicatoria

Dedicamos este trabajo con profunda gratitud a nuestras mamás, abuelas y tío, quienes han sido nuestra mayor fuente de motivación y fortaleza. Su amor, paciencia y apoyo constante nos dieron la seguridad para continuar incluso en los momentos más difíciles. Este logro es tan suyo como nuestro, porque cada paso dado ha estado acompañado por su confianza y sus sacrificios.

A nuestros padres, por enseñarnos el valor del esfuerzo, la honestidad y la perseverancia. A ellos les debemos cada oportunidad, cada sueño cumplido y la convicción de que el trabajo honesto siempre da frutos. A nuestros hermanos y seres queridos, gracias por sus palabras de aliento, por la compañía y por ser luz en nuestro camino.

Dedicamos también este trabajo a todas las personas que, de una u otra manera, creyeron en nosotros. A quienes nos inspiraron, nos retaron a ser mejores y nos motivaron a seguir adelante. Que este logro sea un recordatorio de que la constancia, la fe y el compromiso pueden transformar metas en realidades.

Y finalmente, dedicamos esta tesis a quienes buscan crecer, aprender y superarse cada día. Este trabajo es un homenaje a la disciplina, a los sueños y a la esperanza de seguir construyendo un futuro mejor.

Agradecimiento

Agradecemos primeramente a Dios, fuente de fortaleza, sabiduría y guía en cada etapa de nuestras vidas. Su presencia constante nos ha permitido avanzar con determinación, superar desafíos y culminar esta investigación con gratitud y humildad.

Extendemos nuestro más sincero agradecimiento a nuestras familias, por su apoyo incondicional, por su confianza en nuestras capacidades y por ser el pilar emocional que nos ha sostenido durante todo este proceso. Cada palabra de ánimo, cada gesto de comprensión y cada sacrificio realizado en silencio ha sido fundamental para alcanzar este logro académico. Sin su compañía, esta meta no hubiera sido posible.

A nuestros docentes y tutores, gracias por su entrega, por compartir sus conocimientos y por orientarnos con profesionalismo y dedicación. Sus aportes no solo enriquecieron esta tesis, sino también nuestra formación personal y profesional. Reconocemos el valor de su acompañamiento, su paciencia y su compromiso con la excelencia académica.

Agradecemos también a todas las personas, instituciones y colaboradores que brindaron su apoyo para la realización de este estudio: quienes facilitaron el material, el espacio de trabajo, la información técnica y cualquier recurso necesario para la ejecución de esta investigación. Cada contribución, por pequeña que pareciera, tuvo un impacto significativo en este proyecto.

Finalmente, agradecemos a nuestros compañeros de estudio y amistades por su compañía, ánimo y solidaridad. Su presencia hizo este camino más llevadero y enriquecedor. A todos, gracias por ser parte de este logro.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ
“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en victorias”
Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades

CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, viernes 05 de diciembre del 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: **“Efecto del riego en la calidad de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en semilleros tecnificados”**, elaborado por el(la)/los(as) estudiante(s):

Vanessa Judith Meza Navarro	[21502381]
Eva Adilia Rodríguez Castellón	[27502470]
Greisyn Amisaday Rodríguez Castellón	[21510444]

Estudiante(s) de la carrera de Ingeniería Agronómica, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Dra. Verónica Lisbeth Ruiz Gómez

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6094-6883>

UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

Resumen

El manejo inadecuado del riego en semilleros tecnificados puede generar déficit de humedad en el sustrato, lo que afecta la uniformidad y calidad de las plántulas. La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto del riego en la calidad de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en semilleros tecnificados a fin de identificar las prácticas hídricas que favorezcan el desarrollo óptimo de las plantas, disminución de las pérdidas y aumento de la eficiencia productiva en la Finca La Lilia, TAFENIC, Estelí. El diseño del experimento fue completamente al azar (DCA) considerando el riego como factor fijo con cuatro niveles: capacidad de campo (CC), 50% por encima de la CC y 50% por debajo de la CC. Los tratamientos se definieron de la siguiente manera: T1: Testigo, T2: capacidad de campo (CC), T3: 50% adicional a la CC y T4: 50% menor de la CC. La unidad experimental estuvo conformada por una bandeja de 40 alveolos estableciendo una planta por alveolo y 40 repeticiones por tratamiento (n=160). Se utilizó un sustrato estandarizado de la marca M. Lambert LM-CB. Las variables evaluadas fueron supervivencia, altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas verdaderas e índice de calidad de Dickson. Los resultados indicaron que los niveles de riego influyeron significativamente en el desarrollo inicial de las plántulas. El testigo presentó mayor altura y número de hojas, mientras que los tratamientos con riego restringido promovieron tallos de mayor diámetro, menor índice de esbeltez y una mayor asignación de biomasa al sistema radicular, evidenciando adaptaciones morfológicas favorables al estrés hídrico moderado. No se detectaron diferencias significativas en el índice de calidad de Dickson entre tratamientos, lo que sugiere una distribución equilibrada de la biomasa y una calidad general aceptable del material vegetal para trasplante. En conclusión, los diferentes niveles de riego influyeron en el desarrollo inicial de las plántulas, destacando que el estrés hídrico moderado puede inducir adaptaciones morfológicas favorables, como el engrosamiento del tallo y mayor asignación de biomasa a las raíces. Sin embargo, el manejo agronómico completo del testigo generó mayor crecimiento en altura y número de hojas. Se sugiere que futuros estudios integren la interacción riego–fertilización para evaluar de forma más precisa su efecto combinado sobre la calidad del material de trasplante.

Palabras claves: tabaco, riego, semilleros tecnificados, calidad, plántulas, manejo hídrico.

Abstract

Inadequate irrigation management in technified seedbeds can lead to moisture deficits in the substrate, affecting the uniformity and quality of seedlings. The objective of this research is to evaluate the effect of irrigation on the quality of tobacco seedlings (*Nicotiana tabacum*) in technified seedbeds in order to identify water practices that favor optimal plant development, reduce losses, and increase production efficiency at Finca La Lilia, TAFENIC, Estelí. The experiment was designed as a completely randomized trial (CRT), considering irrigation as a fixed factor with three levels: field capacity (FC), 50% above FC, and 50% below FC. The treatments were defined as follows: T1: Control, T2: field capacity (FC), T3: 50% above FC, and T4: 50% below FC. The experimental unit consisted of a tray with 40 cells, with one plant per cell and 40 replicates per treatment (n=160). A standardized substrate from M. Lambert LM-CB was used. The variables evaluated were survival, plant height, stem diameter, number of true leaves, and Dickson quality index. The results indicated that irrigation levels significantly influenced the initial development of the seedlings. The control group exhibited greater height and number of leaves, while the treatments with restricted irrigation promoted stems with larger diameters, a lower slenderness index, and a greater allocation of biomass to the root system, demonstrating favorable morphological adaptations to moderate water stress. No significant differences were detected in the Dickson quality index between treatments, suggesting a balanced distribution of biomass and an overall acceptable quality of the plant material for transplanting. In conclusion, the different irrigation levels influenced the initial development of the seedlings, highlighting that moderate water stress can induce favorable morphological adaptations, such as stem thickening and greater biomass allocation to the roots. However, the complete agronomic management of the control resulted in greater growth in height and number of leaves. It is suggested that future studies integrate the irrigation-fertilization interaction to more accurately evaluate their combined effect on the quality of the transplant material.

Keywords: tobacco, irrigation, technified nurseries, quality, seedlings, water management.

Índice

1.	Introducción.....	1
2.	Antecedentes.....	3
3.	Planteamiento del problema	6
4.	Justificación.....	7
5.	Objetivos de investigación	8
5.1.	Objetivo General.....	8
5.2.	Objetivos específicos	8
6.	Limitaciones del estudio.....	9
7.	Hipótesis.....	10
7.1.	Ho.....	10
7.2.	Hi	10
8.	Operacionalización de Variables	11
9.	Marco Teórico.....	14
9.1.	Generalidades del cultivo de tabaco	14
9.2.	Características morfológicas y agronómicas del tabaco	15
9.3.	Semilleros tecnificados	16
9.4.	Riego en semilleros tecnificados	16
9.5.	Indicadores de calidad de plántulas del tabaco	17
9.6.	Importancia económica y social del tabaco en Nicaragua	18
10.	Diseño metodológico.....	20
10.1.	Tipo de investigación	20
10.2.	Población y selección de la muestra.....	20
10.3.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos	20
10.4.	Confiableidad y validez de los instrumentos	21
10.5.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos	22
11.	Análisis y discusión de resultados.....	23
11.1.	Germinación.....	23
11.2.	Altura.....	24
11.3.	Diámetro del tallo.....	24

11.4.	Número de hojas.....	25
11.5.	Peso total seco	26
11.6.	Índice de calidad de Dickson	27
11.7.	Índice de esbeltez	28
11.8.	Relación masa de la raíz y masa aérea de plántulas de <i>N. tabacum</i>	29
12.	Conclusiones.....	32
13.	Recomendaciones	33
14.	Referencias	34
15.	Anexos.....	38
15.1.	Anexo 1: Hoja de registro de supervivencia y crecimiento morfológico de plántulas de tabaco.....	38
15.2.	Anexo 2: Registro de campo para las variables supervivencia	40
15.3.	Anexo 3: Registro de campo para variables morfológicas.....	41
15.4.	Anexo 3: Capacidad de campo.....	42
	Anexo 4: Probetas.....	42
15.5.	Anexo 5: Proceso de repique.....	43
15.6.	Anexo 6: Aplicación de riego a los tratamientos T1, T2 y T3	44
15.7.	Anexo 7: Medición de diámetro del tallo con pie de rey	44
15.8.	Anexo 8: Recolección de datos	45
15.9.	Anexo 9: Rotulación de bolsas.....	45
15.10.	Anexo 10: Lavado de raíces para el cálculo del índice de calidad Dickson	46
	46
15.11.	Anexo 11: Muestras para sacar los resultados de calidad de Dickson	46

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables.	11
Tabla 2. Registro de campo para las variables sobrevivencia.	40
Tabla 3. Registro de campo para las variables morfológicas.	41
Tabla 4. Capacidad de campo.	42

Índice de figuras

Figura 1. Resultados de germinación plántulas de N. Tabacum	10
Figura 2. Altura de las plántulas de tabaco en relación con los niveles de agua.	24
Figura 3. Diámetro del tallo de plántulas de N. tabacum en relación con los niveles de agua.	25
Figura 4. Número de hojas de las plántulas de N. tabacum en relación con los niveles de agua.....	26
Figura 5. Número de hojas de las plántulas de tabaco en relación con los niveles de agua.	27
Figura 6. Índice de calidad de Dickson de las plántulas de N. tabacum en relación con los niveles de agua.....	28
Figura 7. Índice de Esbeltez de las plántulas de tabaco en relación con los niveles de agua.	29
Figura 8. Relación masa de la raíz/masa aérea de las plántulas de tabaco en relación con los niveles de agua. Letras iguales indican medias iguales ($P > 0.05$).....	30

1. Introducción

El cultivo de tabaco en Nicaragua se ha consolidado como una de las principales actividades económicas del país, destacando por la calidad y prestigio de sus productos a nivel internacional. Este sector genera importantes fuentes de empleo tanto a nivel de producción primaria como en la agroindustria, impulsando el desarrollo local y fortaleciendo la economía nacional. La producción de tabaco se concentra principalmente en los departamentos de Estelí y Nueva Segovia, aunque también se cultiva en otras zonas como Madriz, Rivas, Matagalpa y Jinotega (El 19 Digital, 2025).

Además de su importancia económica, el tabaco tiene un valor cultural destacado, particularmente en la elaboración de puros premium, lo que refleja la tradición y el conocimiento acumulado en las regiones productoras (Joya Cigars, 2025). Sin embargo, es importante también analizar cómo se produce desde sus primeras etapas y cómo influye esto en el desarrollo de las plántulas.

El tabaco (*Nicotiana tabacum*), es un cultivo de gran relevancia económica y social en diversas regiones productoras de Nicaragua, destacándose por su papel fundamental en la generación de empleo y divisas (BCN, 2003). La calidad de las plántulas en la etapa de semillero es crucial para el éxito del cultivo en campo, ya que influye directamente en el vigor, la uniformidad y la resistencia de las plantas frente a condiciones ambientales y factores bióticos adversos (Ministerio de Agricultura, 1983).

El manejo del riego y la humedad en semilleros tecnificados de tabaco (*Nicotiana tabacum*) resulta fundamental, ya que afecta directamente la calidad y sanidad de las plántulas, elementos clave que determinan el rendimiento y la competitividad del cultivo en Nicaragua (FAO, 2003).

Por tanto, esta temática sigue siendo relevante frente a los retos actuales, como la variabilidad en la disponibilidad de agua, los efectos del cambio climático y la presencia de patógenos radiculares, los cuales demandan un manejo hídrico eficiente para asegurar el desarrollo adecuado de las plántulas. De igual forma, es un asunto vigente, dado que la incorporación de tecnologías de riego controlado y el uso de sustratos especializados han permitido mejorar

el vigor de las plántulas, disminuir la incidencia de enfermedades como *Pythium* y contribuir a la sostenibilidad del cultivo en los mercados nacionales e internacionales (BMC, 2022).

La estructura del documento incluye los siguientes apartados: introducción, antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivos, limitaciones del estudio, hipótesis, operación de variables, marco teórico, diseño experimental, resultados y discusión, así como las conclusiones y recomendaciones.

Todo ello, integra la información necesaria para comprender el desarrollo y alcance de la investigación sobre la implementación de semilleros tecnificados y la evaluación de distintos niveles de riego con el fin de optimizar las condiciones de producción y mejora en la eficiencia en la etapa inicial del cultivo del tabaco.

2. Antecedentes

Según el estudio publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Crop Information: Tobacco, se analizan las condiciones agronómicas óptimas para el cultivo del tabaco, priorizando la gestión del riego como factor determinante en la calidad de las plántulas. El objetivo del estudio fue establecer prácticas de manejo hídrico que favorezcan la germinación y el crecimiento uniforme. Se recopilaron datos técnicos de distintas regiones productoras, considerando el tipo de suelo, clima y métodos de irrigación empleados. Los resultados mostraron que un riego equilibrado evita el estrés hídrico y mejora la absorción de nutrientes, incrementando la calidad de las plántulas. En conclusión, se recomienda ajustar la frecuencia y cantidad de riego según las condiciones ambientales para lograr mayor eficiencia en el desarrollo inicial del cultivo (FAO, 2021).

Tal como lo afirma el estudio del Departamento de Agronomía de la UCLV, el cultivo del tabaco debe presentar una temperatura óptima y manejo ambiental, se examina el impacto de factores agronómicos en la etapa de semillero, haciendo especial énfasis en la humedad y riego. El objetivo fue identificar condiciones óptimas de humedad para favorecer el desarrollo uniforme de las plántulas. Se emplearon mediciones de humedad del suelo, frecuencia de riego y parámetros ambientales en invernaderos experimentales. Los resultados mostraron que mantener humedad constante mejora la tasa de supervivencia y vigor del sistema radicular. En conclusión, un régimen de riego balanceado en semilleros es fundamental para asegurar calidad inicial del cultivo de tabaco (Cárdenas, 2018).

Como lo expone la publicación de UGA Extension Irrigating Tobacco, se examina el manejo hídrico como componente clave en la producción de tabaco. El objetivo fue definir cuándo y cuánto regar para optimizar rendimiento y calidad, evitando tanto déficit como exceso hídrico. El estudio se basa en ensayos regionales que miden respuestas del cultivo a diferentes programas de riego en suelos típicos. Los resultados indican que aplicar agua en momentos críticos mejora el rendimiento hasta en un 15 %, mientras que el exceso puede dañar raíces, lixiviar nutrientes y reducir calidad de la hoja. En conclusión, un régimen de riego balanceado y bien programado es esencial para maximizar el rendimiento y la calidad del tabaco (Sumner & Moore, 2012)

Lo establecido por Lanuza (2021) en el estudio relacionado con “Efecto del riego y la fertilización sobre la calidad de plántulas forestales”, se evaluó el impacto de diferentes intensidades de riego y niveles de fertilización en vivero. El objetivo fue analizar cómo el manejo hídrico influye en la calidad morfológica y fisiológica de las plántulas. Se aplicaron dos frecuencias de riego (cada tres y siete días) y dos niveles de nutrientes. Los resultados indicaron que el riego constante incrementó el crecimiento y la biomasa total, mientras que el riego limitado fortaleció la resistencia al estrés. En conclusión, un manejo hídrico equilibrado mejora la calidad de las plántulas y su capacidad de adaptación en campo.

Tal como lo afirma el estudio *Evaluation of the Float Tray System in Tobacco Seedling Production* (MASJAPS, 2023), se analizan investigaciones previas sobre el sistema de bandeja flotante en el cultivo de plántulas de tabaco, con el objetivo de determinar su influencia en el crecimiento y calidad del material vegetal. Se compararon métodos convencionales con el sistema Float Tray en condiciones de invernadero y túneles bajo cubierta. Los resultados demostraron que el sistema flotante mejora la germinación, supervivencia y uniformidad de las plántulas, además de optimizar el uso del agua al mantener una hidratación constante sin exceso. En conclusión, el sistema Float Tray representa una alternativa eficiente de riego y manejo que favorece el desarrollo radicular y la calidad final de las plantas.

Un estudio reciente realizado por Tao et al. (2024), comparó dos métodos de siembra en semilleros: el sistema flotante, que mantiene humedad constante, y el sistema de siembra en agua poco profunda, que alterna ciclos húmedo-seco. Los resultados mostraron que el sistema de siembra en agua poco profunda promovió un sistema radicular más extenso y estructuralmente completo, con mayor número de puntas y ramificaciones, indicando una mejor absorción de nutrientes. Además, este método mejoró la tolerancia al frío y la recuperación tras estrés térmico, lo que subraya la importancia de un manejo preciso de la humedad para mejorar la calidad y resistencia de las plántulas de tabaco.

Tal como lo señala el estudio realizado en México por (Villalón-Mendoza, 2018), Dióxido de silicio como estimulante del índice de calidad de plantas de chile piquín, se tuvo como objetivo evaluar los efectos del dióxido de silicio sobre la calidad de plantas de *Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum* producidas en vivero. La investigación se desarrolló entre

enero y mayo de 2017 en el vivero forestal de la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde se aplicaron cuatro tratamientos de fertilización y se registraron variables como altura, número de hojas y peso seco. La calidad de planta se determinó mediante el índice de Dickson. Los resultados indicaron que tanto la lombricomposta como el dióxido de silicio generaron mayores incrementos en altura, mientras que el dióxido de silicio obtuvo los valores más altos del índice de calidad. Se concluyó que este insumo ejerció un efecto positivo en el crecimiento y vigor de las plantas, lo que lo convierte en una alternativa viable para mejorar la producción en vivero del chile piquín.

3. Planteamiento del problema

El exceso de agua en sistemas de riego para tabaco puede provocar condiciones anaeróbicas en el sistema radicular, lo que conduce a asfixia radicular, daño en las raíces y reducción de su capacidad de absorción de agua y nutrientes. Este fenómeno está descrito en los cultivos de tabaco donde las raíces bajo suelos saturados pierden funcionalidad y no pueden transportar agua eficientemente a la parte aérea. A pesar de la importancia crítica del riego en los cultivos de tabaco, muchos agricultores carecen de directrices técnicas claras sobre los niveles óptimos de humedad del suelo, especialmente en etapas tempranas como el semillero. La frecuencia con que los productores aplican agua de manera (aleatoria), sin tomar en cuenta las necesidades reales del cultivo, lo que puede generar uso ineficiente del agua y plantas con variabilidad en tamaño y calidad (Sumner & Moore, 2012).

Las condiciones climáticas variables (temperatura, evapotranspiración, humedad del aire) complican aún más el equilibrio hídrico, pues alteran la demanda de agua y la capacidad del suelo para retener humedad. El riego debe ajustarse conforme cambia la demanda del cultivo durante su ciclo, para evitar déficit o saturación excesiva del suelo (Sumner & Moore, 2012).

A pesar de la relevancia del riego, muchos agricultores carecen de información clara sobre los niveles óptimos de humedad para semilleros de tabaco, por lo que las prácticas se basan principalmente en la experiencia, lo que genera un uso ineficiente del agua y plántulas con variabilidad en tamaño y calidad. La variabilidad del clima añade otra dificultad al control de humedad, aumentando las pérdidas y afectando la eficiencia del cultivo en su etapa inicial.

Estudios en *N. tabacum* han demostrado que el estrés hídrico puede provocar reducciones en la conductancia estomática, la transpiración y la presión en la turgencia de las hojas, de igual manera en la conductancia hidráulica en las raíces (Mahdih, et al. 2008). La falta de estudios específicos que determinen los niveles óptimos de riego para la producción de plántulas de *N. tabacum* presenta una brecha de conocimiento, principalmente en semilleros tecnificados, donde se busca optimizar los recursos y la producción de plantas de alta calidad.

4. Justificación

Se realizará esta investigación porque la calidad y sanidad de las plántulas de *N. tabacum* son fundamentales para garantizar un trasplante exitoso y un cultivo productivo. Conocer como las prácticas de manejo afectan el desarrollo de las plántulas permitirá reducir pérdidas, mejorar la eficiencia y mantener la productividad en la Finca La Lilia, TAFENIC, Estelí.

Desde el punto de vista científico, esta investigación ayudará a entender qué factores influyen en la germinación, el crecimiento de las raíces y las hojas de las plántulas, y brindar información actual sobre técnicas de riego que son eficientes y sostenibles para cultivar tabaco de alta calidad.

Desde el ámbito social, los resultados de este estudio podrán contribuir a que las comunidades dedicadas al cultivo de tabaco mejoren sus prácticas agrícolas, lo que a su vez puede fortalecer la economía local. Los resultados serán de ayuda para crear recomendaciones técnicas que faciliten un manejo adecuado de la humedad en los semilleros, proporcionando información para utilizar el agua de manera más efectiva. Esta información será útil tanto para investigadores, técnicos agrícolas, productores y la industria del tabaco, quienes podrán emplear estrategias de riego más eficientes y obtener plántulas de calidad.

5. Objetivos de investigación

5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del riego en la calidad de las plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en semilleros tecnificados a fin de identificar las practicas hídricas que favorezcan el desarrollo óptimo de las plantas, disminución de pérdidas y aumento de la eficiencia en la finca La Lilia, TAFENIC, Estelí.

5.2. Objetivos específicos

- Determinar la germinación y la sobrevivencia de las plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en semilleros tecnificados.
- Estimar parámetros de crecimiento morfológico como altura, diámetro del tallo y numero de hojas de las plántulas de tabaco bajo diferentes niveles de riego.
- Calcular el índice de calidad de Dickson y el índice de esbeltez en plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) sometidas a diferentes niveles de riego.

6. Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones es que no se puede estudiar varias temporadas, ya que el cultivo se produce en una temporada específica en el año (noviembre- abril), ni hacer una línea de tiempo más extensa para ver tendencias. Además, por no tener registros en la finca, no se podrá comparar los resultados con lo que pasó antes en el mismo lugar, lo cual habría ayudado a encontrar patrones o confirmar los hallazgos con más seguridad. Esta limitación hace que los resultados reflejen únicamente lo observado en el período en que se realizará la investigación.

7. Hipótesis

7.1. Ho

El manejo de la humedad en los semilleros tecnificados de tabaco no influye significativamente en la calidad de las plántulas producidas en la finca La Lilia, TAFENIC, Estelí.

7.2. Hi

Se espera que el riego de capacidad de campo (T1) promueva el desarrollo más favorable, mientras que los excesos y déficits de agua generen efectos negativos.

8. Operacionalización de Variables

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Objetivo específico	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Instrumento
<p>Determinar la germinación y la sobrevivencia de las plántulas de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) en semilleros tecnificados</p>	Germinación	<p>Es el proceso fisiológico mediante el cual una semilla viable reanuda su crecimiento, desarrollando radicales y el brote, hasta originar una plántula.</p>	<p>Porcentaje de semillas que emitieron la radícula y formaron plántulas dentro del periodo de 6 días.</p>	<p>Porcentaje de germinación</p>	<p>Hoja de registro.</p>
	Sobrevivencia.	<p>Proporción de plántulas que permanecerán vivas en el semillero hasta la etapa de trasplante.</p>	<p>Conteo de plántulas vivas sobre el total de sembrado en cada bandeja o lote.</p>	<p>Porcentaje de supervivencia</p>	

<p>Estimar los parámetros de crecimiento morfológico: altura, diámetro de tallo, número de hojas de las plántulas de tabaco bajo diferentes niveles de riego.</p>	<p>Altura de planta, diámetro de tallo, numero de hojas verdaderas.</p>	<p>Proceso de desarrollo de las plántulas que se refleja en cambios de tamaño y estructura (altura, diámetro de tallo y número de hojas).</p>	<p>Medición de altura, diámetro de tallo y conteo de hojas bajo diferentes niveles de riego.</p>	<p>Promedio de altura de plántula, diámetro de tallo y número de hojas.</p>	<p>Hoja de registro y regla milimétrica.</p>
<p>Calcular el índice de Dickson en plántulas de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) sometidas a diferentes niveles de riego.</p>	<p>Índice de la calidad de Dickson.</p>	<p>Es el valor que permite evaluar la calidad de las plántulas, considerando su altura, diámetro de tallo y peso seco de la parte aérea y de la raíz.</p>	<p>Se calcula midiendo la altura, el diámetro de tallo, y el peso de la parte aérea y de la raíz de cada plántula aplicando la formula.</p> $ICD = \frac{Peso\ seco\ total\ (g)}{Altura\ (cm) + Peso\ seco\ aereo\ (g) + Diametro\ tallo\ (mm) + Peso\ seco\ raiz\ (g)}$	<p>Altura de la planta (cm) Diámetro de tallo (mm) Peso aéreo (g) Peso seco de la raíz (g) Peso seco total (g) Valor del ICD</p>	<p>Regla Balanza analítica Horno de secado Hoja de registro de datos Pie de rey</p>

	<p>Índice de Esbeltez.</p>	<p>Relación entre la altura de la planta y el diámetro de su tallo, utilizada para evaluar el vigor, estabilidad y calidad estructural de una plántula. Un valor menor indica una planta más robusta y de mejor calidad.</p>	<p>Se calcula dividiendo la altura total de la plántula (cm) entre el diámetro del tallo a la base o cuello (mm).</p> $IE = \frac{H}{D}$	<p>Altura de la plántula (cm) Diámetro de tallo (mm)</p>	<p>Regla milimétrica y el pie de rey que es el que mide el diámetro del tallo</p>
--	----------------------------	--	--	--	---

9. Marco Teórico

9.1. Generalidades del cultivo de tabaco

El cultivo de *N. tabacum* representa tanto una actividad tradicional como una producción tecnificada en muchas regiones agrícolas. Es una planta herbácea anual aunque a veces se mantiene más tiempo— cuyo valor agroindustrial radica en sus hojas maduras que, tras el curado y fermentación, se destinan al consumo humano (puro, tabaco de pipa, cigarros) (FAO, 2025).

Para lograr una producción exitosa, el tabaco requiere condiciones de suelo, clima y manejo agronómico adecuados. Por ejemplo: se recomienda que los suelos sean bien drenados, con textura media (arenosa-limosa o franco), de pH moderadamente ácida a neutra (5.5-6.5) y con buena capacidad de retención de agua y aireación (EOSDA, 2025). Estudios señalan que la planta demanda un volumen de agua de aproximadamente 400-600 mm durante su ciclo completo para alcanzar buen rendimiento, y que su coeficiente de cultivo (Kc) varía según la etapa de desarrollo (germinación, crecimiento vegetativo, expansión de hojas, maduración) (FAO, 2025).

La planta es sensible tanto al déficit hídrico como al exceso. Un riego insuficiente, especialmente en momentos críticos como expansión de la hoja o engrosamiento del tallo, puede limitar la biomasa, reducir el tamaño y grosor de la hoja, y deteriorar la calidad final. Por su parte, el exceso de agua o suelos mal drenados pueden inducir raíces débiles, menor contenido de savia, vulnerabilidad a enfermedades o fases de coloración imprecisas durante el curado, lo que impacta la calidad comercial final (EOSDA, 2025).

9.2. Características morfológicas y agronómicas del tabaco

El tabaco (*N. tabacum L.*) es una planta herbácea perteneciente a la familia Solanaceae, cultivada ampliamente en regiones tropicales y subtropicales, cuya importancia radica en su uso industrial como materia prima para la elaboración de cigarrillos, cigarrillos y otros productos derivados de la hoja (Al-Snafi, 2022).

Desde el punto de vista morfológico, el tabaco presenta un tallo erecto, de consistencia semileñosa, que puede alcanzar entre 1 y 2 metros de altura, dependiendo de la variedad y de las condiciones de cultivo (Handbook, 2023).

Sus hojas son simples, grandes, alternas y de forma lanceolada u ovada, sin pecíolo evidente (o casi sésiles) y con márgenes enteros. El tamaño y número de hojas varía entre variedades, siendo estos elementos clave para la selección de tipos de hoja (capa, tripa o capote) en la industria del cigarro (KINAY, 2020).

Las hojas, que son el producto principal del cultivo, son grandes y generalmente sésiles, alternas y distribuidas en espiral alrededor del tallo. Tienen formas variadas: pueden ser lanceoladas, ovales, elípticas o incluso cordadas en la base. La longitud puede llegar a ~50 cm o más en ciertas variedades, y la anchura suele aproximarse a la mitad de la longitud (Scientific Library).

En cuanto a sus características agronómicas, el tabaco es una planta exigente en manejo: requiere suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y con pH ligeramente ácido (entre 5.5 y 6.5). Las condiciones óptimas de temperatura oscilan entre 20 °C y 30 °C, con buena luminosidad y ventilación. Su desarrollo depende de un adecuado balance hídrico, prácticas de deshije, desbotone y control fitosanitario, además de una fertilización precisa basada en análisis de suelos (Lisuma, 2020).

9.3. Semilleros tecnificados

Los semilleros tecnificados se refieren a un sistema controlado para la producción de plántulas de tabaco (*N. tabacum L.*) antes de su trasplante al campo. A diferencia de la siembra directa en suelo, los semilleros tecnificados permiten controlar temperatura, humedad, luz, sustrato, agua y sanidad, lo que asegura un crecimiento uniforme y sano de las plántulas (Haney, 1954).

En estos semilleros se utilizan bandejas o células con sustratos especiales (sin suelo), que facilitan el manejo de raíces y nutrientes, evitando compactación o contaminación (Koga, 2014). Además, los sistemas de riego controlado aseguran que las plántulas reciban la cantidad de agua adecuada, evitando déficit o exceso que puedan afectar su crecimiento (Tabacchi, 2023). Otro beneficio de los semilleros tecnificados es la reducción del riesgo de enfermedades. Al tener un ambiente controlado, se minimiza la incidencia de hongos como *Pythium* o bacterias que pueden afectar las raíces de las plántulas (Colque, 2021).

9.4. Riego en semilleros tecnificados

El manejo adecuado del riego en semilleros tecnificados es esencial para garantizar el desarrollo óptimo de las plántulas de tabaco (*N. tabacum L.*). Tanto el volumen como la frecuencia del agua influyen directamente en el proceso de germinación, el vigor inicial y la uniformidad del crecimiento, además de contribuir a la formación de un sistema radicular bien estructurado y saludable que asegure un establecimiento exitoso en etapas posteriores del cultivo (FAO, 2023).

En los sistemas tecnificados, como almácigos protegidos o bandejas de semillero, el riego debe aplicarse de forma controlada para evitar tanto el déficit hídrico como el exceso de agua. Cuando la humedad es insuficiente, se retrasa la germinación, se obtienen plántulas pequeñas y con raíces poco desarrolladas; por el contrario, los encharcamientos favorecen la pudrición de las raíces y reducen el vigor general de las plantas, por lo que se recomienda regar con frecuencia adecuada al inicio y luego espaciar los riegos, evitando saturar el sustrato (Montero, 2014).

En sistemas tecnificados, como almácigos protegidos o semilleros con bandejas, es fundamental seleccionar la técnica de irrigación adecuada ya sea aspersión, goteo o aplicación superficial de agua según el tipo de sustrato y las necesidades del cultivo. Además, alternar periodos de humedad y secado contribuye a desarrollar un sistema radicular fuerte, preparándolo para tolerar mejores condiciones de estrés hídrico al trasplantar. El uso correcto de estas técnicas permite optimizar el uso del agua y mejorar la calidad de las plántulas (FAO, 1990).

9.5. Indicadores de calidad de plántulas del tabaco

La calidad de las plántulas de tabaco (*N. tabacum* L.) resulta determinante para el éxito del trasplante y el rendimiento final del cultivo. Para evaluar dicha calidad se emplean diversos indicadores morfológicos y fisiológicos como altura de la plántula, desarrollo radicular, masa de raíces y uniformidad del crecimiento, los cuales permiten identificar plantas vigorosas, sanas y homogéneas, aptas para adaptarse bien al trasplante y producir altos rendimientos (Delgado, 2025).

Uno de los indicadores más relevantes de calidad en plántulas es su vigor, el cual se manifiesta en características como un tallo firme, hojas de color verde uniforme y buena turgencia general. Las plántulas con buen vigor muestran follaje sano, sin clorosis ni signos de daño por deficiencias hídricas o nutricionales; además, poseen un desarrollo radicular equilibrado y masa vegetal adecuada, lo que asegura su capacidad de adaptación y supervivencia al trasplante (FAO C. A., s. f).

Un sistema radicular bien desarrollado es otro indicador fundamental de calidad. Las plantas destinadas a trasplante deben mostrar raíces abundantes, bien ramificadas, sin deformaciones, pudrición ni signos de necrosis. Un sistema radical robusto garantiza una mejor absorción de agua y nutrientes y aumenta la capacidad de la plántula para resistir estrés en el suelo tras el trasplante. Además, una raíz vigorosa y sana favorece un crecimiento uniforme y mejora las chances de supervivencia del cultivo (FAO C. A., s. f).

La uniformidad es también un indicador relevante. Plántulas homogéneas en altura, número de hojas y desarrollo radicular permiten un manejo más eficiente durante el trasplante, reducen pérdidas y favorecen un crecimiento sincronizado en el campo (Aldrete, 2024).

La sanidad de las plántulas es un criterio esencial para garantizar su calidad. Si plantas jóvenes están infestadas por plagas como la mosca blanca, o sufren infecciones radiculares por hongos patógenos, su viabilidad y vigor se ven seriamente comprometidos — lo que reduce su capacidad de establecimiento en campo. Por ello, plántulas sanas, libres de insectos y enfermedades, son fundamentales para asegurar un trasplante exitoso y un desarrollo óptimo del cultivo (Arroyo, 2022).

9.6. Importancia económica y social del tabaco en Nicaragua

Estelí es reconocido como la capital del tabaco, debido a que es la zona donde se cultiva la mayor parte de la producción nacional, principalmente en los municipios de Estelí y Condega y en Jalapa, Nueva Segovia (el segundo departamento con más producción) (Zeledón & Gurdíán, 2017).

El cultivo de tabaco representa un pilar económico importante para Nicaragua, gracias a su aporte a las exportaciones nacionales y generación de divisas esenciales para el país. La producción de tabaco ha contribuido de manera significativa al ingreso nacional, fortaleciendo la economía agrícola y el empleo rural. En períodos recientes, los envíos de tabaco en rama han mostrado un crecimiento que reafirma su papel como producto de exportación estratégico, especialmente en mercados internacionales que demandan hojas de calidad (Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 2023).

Desde una perspectiva social, el cultivo del tabaco representa una fuente importante de empleo en las comunidades agrícolas dedicadas a su producción. La cadena productiva abarca desde la siembra y el manejo de semilleros, hasta labores como trasplante, deshije, cosecha manual de hojas, procesamiento e incluso curado, lo que genera oportunidades laborales directas para productores y jornaleros, así como empleos indirectos en actividades de procesamiento y servicios relacionados. Este conjunto de actividades beneficia a familias

rurales, contribuyendo al sustento de comunidades enteras en zonas como Estelí y otros departamentos tabacaleros (Zamora & Centeno, 2022).

El cultivo del tabaco en Nicaragua ha trascendido lo meramente económico para convertirse en parte de la identidad cultural de varias comunidades. En muchas zonas tabaqueras, las tradiciones de siembra, curado, fermentación y elaboración artesanal de puros se han heredado de familia en familia, consolidándose como un legado que define la cultura agrícola local. Esa combinación de saberes tradicionales y prácticas productivas distingue al tabaco nicaragüense en el mundo, posicionando al país como un referente reconocido internacionalmente en la producción de puros Premium (Swissinfo, 2020).

La industria tabacalera produce un efecto multiplicador en la economía local, pues la producción de tabaco demanda una variedad de servicios vinculados —como transporte, venta de insumos agrícolas, comercio minorista, manufactura de cigarros y actividades de apoyo—. Esta compleja cadena productiva impulsa no solo la agricultura, sino también el comercio, la logística y la industria artesanal, beneficiando a comunidades rurales enteras y generando ingresos adicionales que fortalecen la economía regional (Cruz & Dávila, 2014)

10. Diseño metodológico

10.1. Tipo de investigación

Debido a que se aplican diferentes tratamientos de riego para evaluar su efecto sobre el desarrollo de las plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), este estudio asume un enfoque experimental (Hernández, 2010).

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, basado en la medición numérica de variables morfológicas y el análisis estadístico de los resultados. Se enmarca en el campo de las Ciencias Agrícolas y Naturales, con énfasis en la gestión de la humedad del sustrato y el crecimiento inicial de plántulas de tabaco (Sampieri, 2020).

10.2. Población y selección de la muestra

10.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos

La germinación se determinó mediante observación directa en las bandejas del semillero, registrando el número de semillas que emitieron la radícula y desarrollaron plántulas normales. El conteo se realizó diariamente durante el periodo de emergencia, hasta que se estabilizó el número total de plántulas emergidas. Se consideró como germinada toda semilla que mostró ruptura del tegumento y aparición visible de la radícula. Los datos se anotaron en hojas de registro de campo (anexo 1) para calcular el porcentaje de germinación, con base en la relación entre el número de semillas germinadas y el total de semillas sembradas.

La supervivencia se determinó mediante el conteo directo de plántulas vivas al inicio del ensayo y en cada una de las evaluaciones posteriores, para tener una medida más significativa las mediciones se hicieron a las seis semanas, las plantas alcanzan 15 cm de altura y 5 mm de espesor estando lista para ser trasplantada (Pozo & Romero, 2020). Se utilizó la fórmula siguiente: **la sobrevivencia de las plántulas (%) = (Números de plántulas vivas/Número total de las plántulas plantadas) x 100**. Los datos se registraron en hojas de campo (anexo 1) utilizando etiquetas de identificación para cada unidad experimental.

El crecimiento morfológico se evaluó en los siguientes parámetros: altura de plántula (cm): se midió desde el cuello del tallo, hasta el ápice de la plántula. Se utilizó regla milimétrica

para registrar los valores en centímetros (cm). El Diámetro del tallo (mm) se realizó colocando el pie de rey en la parte media del tallo, asegurando que las mordazas del pie de rey estén perpendiculares al eje del tallo. El número de hojas de cada plántula de tabaco se registró mediante observación visual, contabilizando hojas completamente desarrolladas y funcionales de cada nivel de riego.

Las mediciones se realizaron a las seis semanas (42 días) se utilizó el mismo procedimiento y las mismas herramientas durante todo el experimento, las mediciones se harán por la mañana, los datos se registrarán en hoja de campo.

El índice de calidad de Dickson se determinó aplicando la técnica de medición y pesaje. Se seleccionaron plántulas representativas de cada tratamiento, a las cuales se les midió la altura total con una regla milimétrica y el diámetro del tallo con un pie de rey. Posteriormente, se separó la parte aérea y la raíz de cada plántula, las cuales se pesaron por separado para obtener el peso seco correspondiente. El peso seco de la parte aérea y de la raíz se determinó con una balanza analítica. Con estos datos, se calculó el índice de calidad de Dickson (ICD) aplicando la fórmula Dickson, que permitió evaluar la calidad de las plántulas en función del equilibrio entre su crecimiento y biomasa. El índice de calidad de Dickson (ICD), cuyos valores se clasificaron en alto, medio y bajo. El cálculo de los índices y su clasificación se basó en los indicado por Sáenz *et al.* (2010). Los valores se registraron en hojas de campo y posteriormente se procesaron en hojas de cálculo para su análisis estadístico.

10.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos

Para asegurar que los datos sean correctos y confiables, se tomarán varias medidas. Se comprobará que todos los instrumentos estén bien ajustados antes de usarlos. En algunos casos, se medirá varias veces la misma plántula para que los resultados sean iguales cada vez. Las características que se usarán para evaluar la calidad de las plántulas serán revisadas por Ingenieros para confirmar que midan lo que se quiere estudiar. Se emplearán herramientas adecuadas, lo que ayudará a obtener resultados precisos.

10.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos, se realizará un ordenamiento codificación de la información obtenida en campo y laboratorio, registrando los valores de las variables morfológicas y fisiológicas de las plántulas de tabaco (*N. tabacum*) según los tratamientos establecidos. Los datos se organizarán en hojas de Excel para su revisión, limpieza y control de calidad, corrigiendo posibles errores de registro.

Posteriormente, se calcularán los promedios y desviaciones estándar de cada variable por tratamiento, así como los índices derivados, como el índice de calidad de Dickson y el porcentaje de germinación y supervivencia. Se aplicarán métodos de estadística descriptiva e inferencial para analizar los resultados, utilizando un nivel de significancia del 5 %.

Se realizará un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos en las variables evaluadas. En caso de encontrarse diferencias, se aplicará la prueba de comparación de medias de Tukey al 95 % de confianza. Cuando los datos no cumplan con los supuestos de normalidad o homogeneidad de varianzas, se emplearán pruebas no paramétricas, como la de Kruskal-Wallis.

Los resultados se presentarán mediante tablas y gráficos que muestren los valores medios de cada variable, así como las diferencias estadísticas entre tratamientos. Para el análisis se utilizará software estadístico especializado y software InfoStat para el análisis inferencial.

11. Análisis y discusión de resultados

11.1. Germinación

La germinación mostró una tendencia positiva en la emergencia de las plántulas. La germinación de las semillas de *N. tabacum* comenzó a observarse los cotiledones emergidos a partir del sexto día. Los resultados evidencian un rango de germinación del 80 % a 90 %, con un promedio general de $95 \% \pm 0.58$ lo que indica una germinación alta según los parámetros establecidos por la International Seed Testing Association (ISTA, 2023).

A partir del día 10 se observó una emergencia uniforme en las cuatro cajas petri, con plántulas de aspectos vigorosos, coloración verde intensa y desarrollo equilibrado, lo que refleja un manejo apropiado de la humedad, la temperatura y el riego dentro del semillero.

La distribución regular de las plántulas evidencia un proceso de germinación favorable para asegurar un crecimiento homogéneo en las etapas posteriores del cultivo. Estas características iniciales muestran una buena calidad fisiológica de las plántulas, factor clave para un desarrollo exitoso para el trasplante.

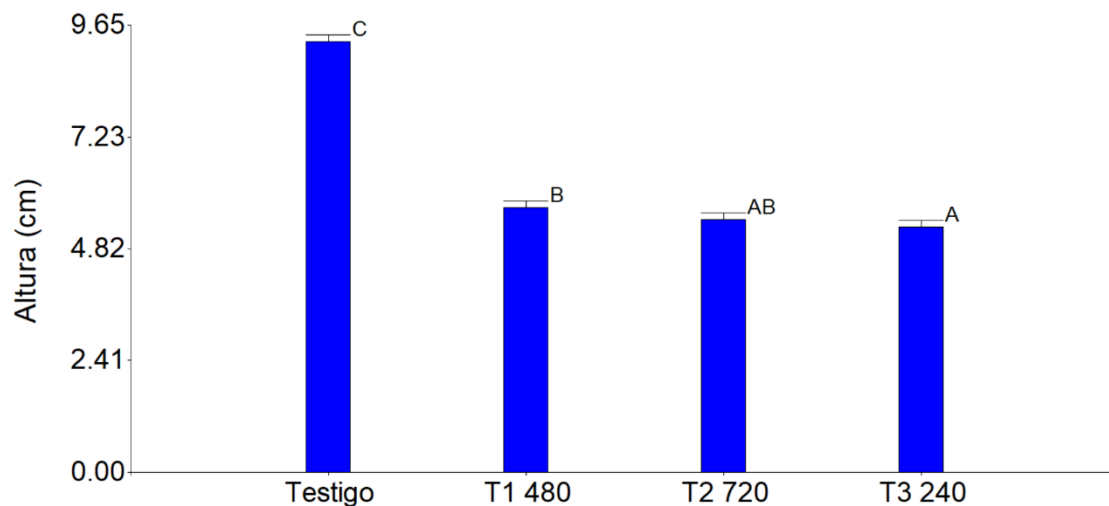
Figura 1. Resultados de germinación plántulas de *N. Tabacum*.



11.2. Altura

El análisis de varianza indicó diferencias relevantes en la altura de las plántulas entre los diferentes tratamientos ($F = 177,41$; $P < 0,0001$). El testigo tuvo la altura promedio más alta con 9,30 cm, mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 mostraron alturas inferiores de 5,72 cm, 5,45 cm y 5,29 cm, respectivamente (Figura 2). Las variaciones entre ciertas medias no resultaron significativas, de acuerdo con el análisis LSD (Diferencia mínima significativa), lo que sugiere que algunas combinaciones de tratamientos mostraron efectos parecidos en el crecimiento vertical (Steel, 1980).

Figura 2. Altura de las plántulas de tabaco en relación con los niveles de agua.



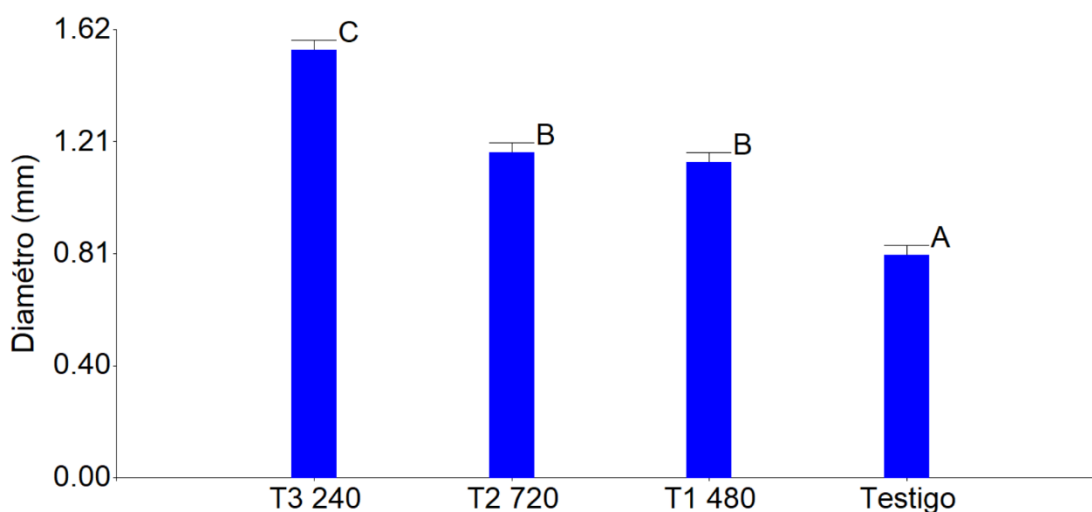
11.3. Diámetro del tallo

Se hallaron diferencias notables entre los tratamientos respecto al diámetro del tallo ($F = 74,12$; $P < 0,0001$). Las plántulas del testigo presentaron un diámetro medio de 0,80 mm, mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron valores superiores de 1,14 mm, 1,18 mm y 1,55 mm (Figura 3). Esto indica que los tratamientos utilizados causaron un aumento en el grosor de los tallos en relación con el grupo de control.

El diámetro del tallo presentó variaciones entre los tratamientos, siendo más grande en T3. Este patrón puede verse como una respuesta adaptativa ante una mayor disponibilidad

temporal de agua, promoviendo un engrosamiento estructural que refuerza la estabilidad mecánica sin incrementar necesariamente la altura de la plántula. Este hallazgo demuestra que las plántulas de tabaco pueden modificar su morfología frente a cambios en la humedad, priorizando la resistencia en lugar del crecimiento en longitud (Moraes, 2024).

Figura 3. Diámetro del tallo de plántulas de *N. tabacum* en relación con los niveles de agua.

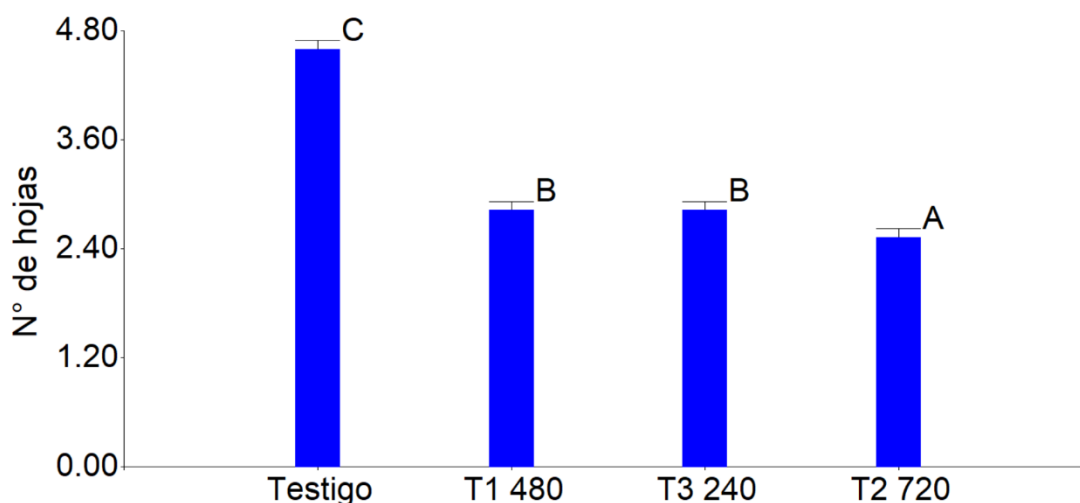


11.4. Número de hojas

El análisis mostró diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos ($F = 101,75$; $P < 0,0001$). El testigo presentó 4.6 hojas en promedio y fue mayor que los tratamientos T1 y T2 que registraron 2,83 hojas y T3 alcanzó 2,53 hojas (Figura 4). Estos resultados evidencian que las prácticas de fertilización y el manejo integral contribuyen al desarrollo foliar, lo cual coincide con lo señalado por Taiz y Zeiger (2015), quienes explican que la disponibilidad adecuada de nutrientes favorece la expansión foliar y el establecimiento de nuevas hojas debido a una mayor actividad fotosintética y división celular. De manera similar, Gómez y Gómez (1984) indican que condiciones óptimas de nutrición y manejo agronómico incrementan el número de hojas al mejorar el vigor fisiológico de las plantas. En cultivos de *N. tabacum*, estudios previos también reportan que el manejo nutricional influye directamente en la emisión y crecimiento de hojas, dado que estos órganos representan el

principal destino metabólico del cultivo (Sánchez, 2019). Por tanto, la reducción en el número de hojas en los tratamientos T1, T2 y T3 puede estar asociada a limitaciones nutricionales o ambientales que restringieron el crecimiento foliar.

Figura 4. Número de hojas de las plántulas de *N. tabacum* en relación con los niveles de agua.

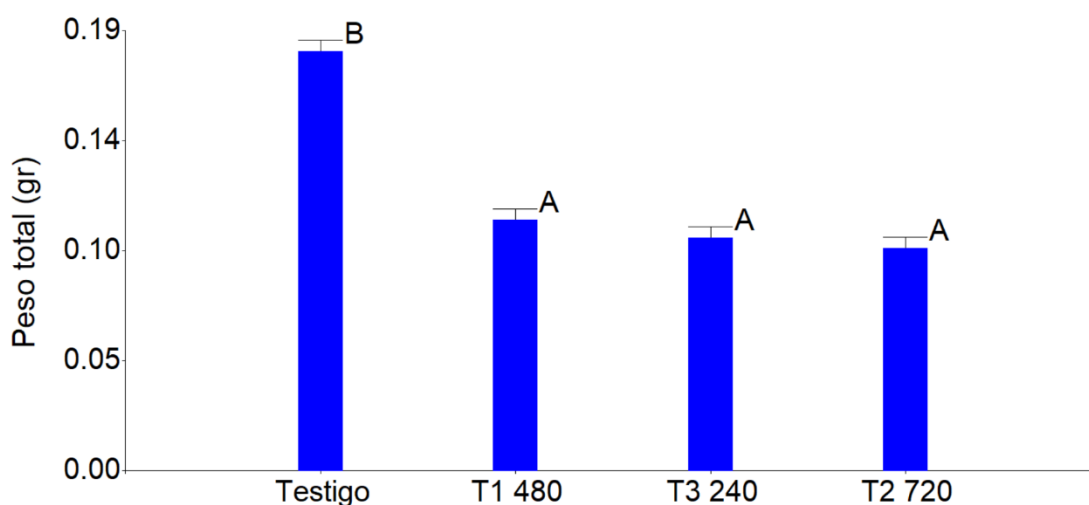


11.5. Peso total seco

El análisis mostró diferencias significativas entre los tratamientos respecto al peso total de las plántulas ($F = 69,82$; $P < 0,0001$) (Figura 5). El testigo registró la media más alta (0,18 g), mientras que los tratamientos T1 (0,11 g), T2 (0,10 g) y T3 (0,10 g) presentaron valores inferiores. Aunque existe una diferencia estadísticamente significativa entre el testigo y el tratamiento T1, y en T2 y T3, no se encontraron diferencias significativas entre estos dos últimos, lo que indica que su respuesta en cuanto a biomasa total fue similar entre sí. Las Diversas investigaciones enfocadas en incorporar lombricompost o similares aditivos al sustrato señalan un mejor desarrollo y mayor peso en las plantas jóvenesb (Boguspaev, 2023). Sin embargo, estas ventajas suelen manifestarse únicamente si las modificaciones hechas al sustrato alteran su naturaleza considerablemente, ya sea refinando su parte física, la cantidad de elementos nutritivos o cuánto líquido logran conservar. Cuando las alteraciones no son

muy marcadas, los cambios en la cantidad de materia vegetal tienden a ser escasos o inexistentes, lo cual concuerda con lo visto en las pruebas T1, T2 y T3, puesto que la igualdad en el peso total sugiere que dichos procesos no cambiaron drásticamente las propiedades del suelo base.

Figura 5. Número de hojas de las plántulas de tabaco en relación con los niveles de agua.

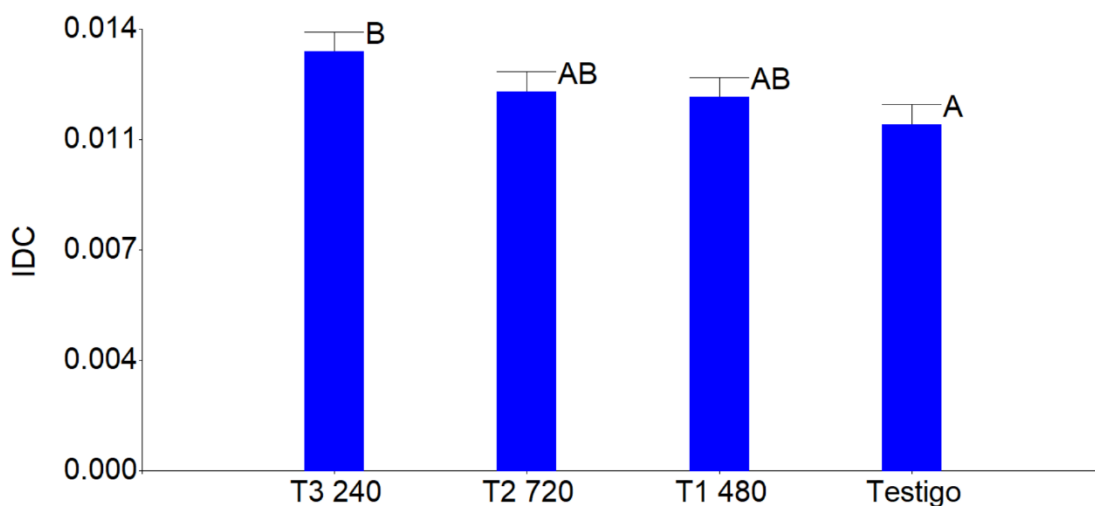


11.6. Índice de calidad de Dickson

No se encontraron diferencias significativas en el índice de calidad de Dickson entre los diferentes tratamientos ($F = 2,32$; $P = 0,0776$). Las plántulas presentaron valores similares, con el control en 0,01 y los tratamientos T1, T2 y T3 (Figura 6) también en 0,01, lo que sugiere que la calidad general de las plántulas fue apropiada para el trasplante (Hernández N. E., 2015)

El índice Calidad de Dickson (ICD) no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que, a pesar de la variabilidad en altura, cantidad de hojas y diámetros, las plántulas conservaron un equilibrio adecuado en la distribución de biomasa, posibilitando que se consideren de calidad aceptable para el trasplante (González, 2020).

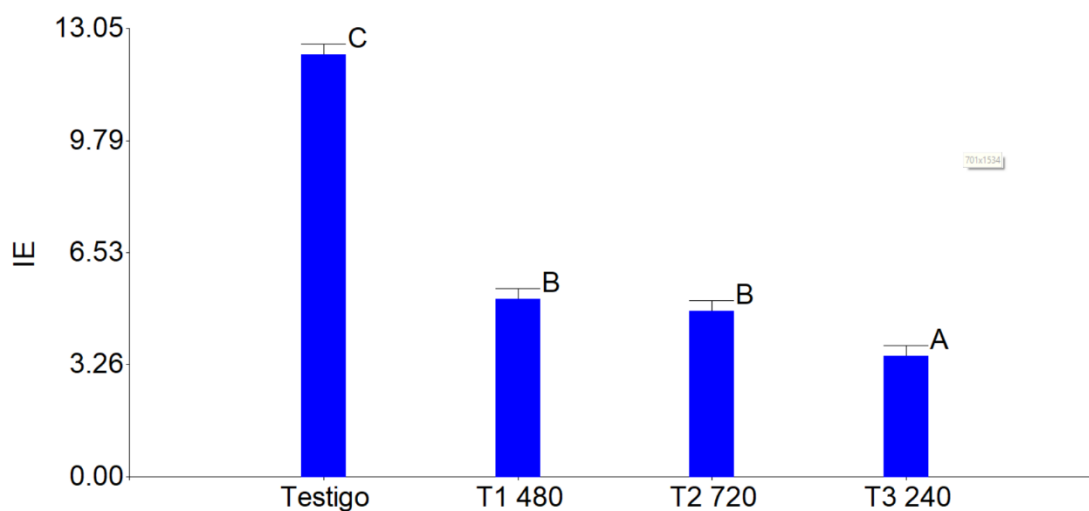
Figura 6. Índice de calidad de Dickson de las plántulas de *N. tabacum* en relación con los niveles de agua.



11.7. Índice de esbeltez

Se observaron diferencias significativas en el índice de esbeltez entre los tratamientos ($F = 170,69$; $p < 0,0001$). Las plántulas del testigo fueron más delgadas (12,29), mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 (Figura 7) mostraron índices inferiores de 5,18, 4,82 y 3,51, respectivamente. Esto indica un aumento más sólido en los tratamientos bajo condiciones restrictivas de agua. El Índice de Esbeltez (IE) fue notablemente superior en el grupo control, mientras que los tratamientos con riego restringido presentaron valores inferiores, lo que indica plántulas más fuertes y posiblemente más capaces de resistir factores de estrés ambiental (González, 2020).

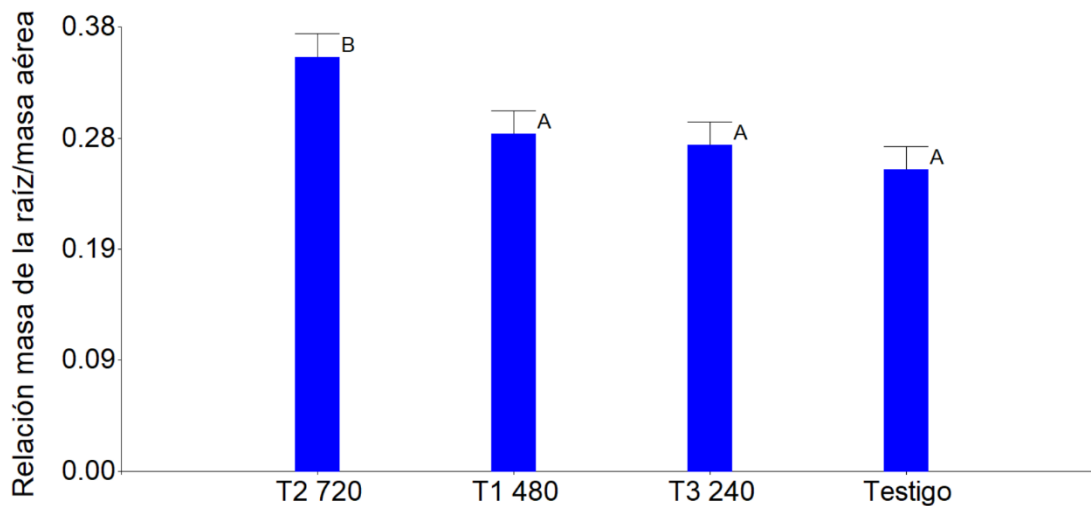
Figura 7. Índice de Esbeltez de las plántulas de tabaco en relación con los niveles de agua.



11.8. Relación masa de la raíz y masa aérea de plántulas de *N. tabacum*

El análisis reveló diferencias significativas en la relación entre masa de raíz y masa aérea ($F = 4,43$; $p = 0,0051$). El tratamiento T2 mostró la relación más alta (0,35), lo que señala una mayor inversión en raíces ante la restricción de agua, mientras que los otros tratamientos (Testigo 0,25; T1 0,28; T3 0,28) (Figura 8) conservaron una proporción equilibrada entre la biomasa aérea y la radicular.

Figura 8. Relación masa de la raíz/masa aérea de las plántulas de tabaco en relación con los niveles de agua. Letras iguales indican medias iguales ($P > 0.05$).



La relación masa de raíces/ masa aérea (R:M) mostró variaciones, siendo mayor en T2, lo que indica que las plántulas incrementaron la asignación de biomasa a las raíces como un mecanismo compensatorio ante la disminución en la disponibilidad de agua, de acuerdo con la teoría del equilibrio funcional (Moraes, 2024).

Los resultados muestran que el riego es un elemento clave para el crecimiento inicial de las plántulas de tabaco. A pesar de ciertas variables morfológicas, las plántulas presentaron estrategias adaptivas que mejoraron la utilización del agua disponible, principalmente a través de la inversión en raíces y el engrosamiento del tallo, lo cual coincide con reportes de respuestas adaptativas frente al déficit hídrico en plantas tropicales (Moraes, 2024).

Para investigaciones futura, se sugiere examinar la interacción entre riego y fertilización para identificar los impactos individuales de cada variable en la morfología y calidad de las plantas.

Aunque se esperaba que el riego a capacidad de campo promoviera el mayor vigor general de las plántulas, los resultados muestran que el tratamiento testigo fue el que presentó la

mayor altura, mientras que los tratamientos con diferentes niveles de humedad influyeron de forma distinta en otras variables. Si bien ninguno de los tratamientos superó al testigo en altura, el manejo hídrico aplicado sí produjo aumentos en el diámetro del tallo, lo cual es un indicador importante de fortaleza estructural y tolerancia al trasplante. Además, el Índice de Calidad de Dickson no mostró diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere que, aunque cada nivel de riego modificó algunos aspectos del crecimiento, el efecto global sobre la calidad final de las plántulas se mantuvo relativamente estable.

Estos resultados indican que el agua influye en el desarrollo, tal como lo planteaba la hipótesis, pero también muestran que el testigo con su manejo integral habitual continúa ofreciendo ventajas en ciertos atributos morfológicos, lo que permite comprender mejor la interacción entre el riego, el sustrato y el manejo agronómico en la etapa de semillero.

12. Conclusiones

✓ El estudio mostró que los niveles de riego influyeron claramente en el desarrollo inicial: más agua permitió mayor altura y más hojas, mientras que la baja humedad generó plántulas más pequeñas, pero con tallos más fuertes y raíces más desarrolladas como adaptación a la escasez.

✓

✓ Aunque hubo diferencias en altura, diámetro y número de hojas, la calidad general medida con el Índice de Dickson se mantuvo en niveles aceptables, indicando que, pese a las variaciones morfológicas, las plántulas conservaron un desarrollo funcional equilibrado.

✓ Los resultados demostraron que la humedad sí afectó directamente el crecimiento, provocando diferencias en altura, hojas y diámetro del tallo, lo que llevó a rechazar la hipótesis nula. Los niveles altos de riego favorecieron el crecimiento aéreo, mientras que la baja humedad produjo plantas más pequeñas, pero con tallos y raíces más robustos.

Los datos respaldaron la hipótesis de que un riego cercano a la capacidad de campo mejora el desarrollo: aunque el testigo tuvo mayor altura, los tratamientos con riego equilibrado lograron tallos más gruesos y un crecimiento más estable. Los desequilibrios de humedad causaron efectos negativos, y los tratamientos con riego adecuado mantuvieron buena calidad según el Índice de Dickson, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

13. Recomendaciones

- ✓ A los encargados del semillero, aplicar láminas de riego que mantengan una humedad equilibrada desde la germinación hasta el crecimiento inicial, evitando tanto el estrés hídrico como el exceso de agua.
- ✓ A los técnicos responsables del riego, evitar saturar el sustrato para prevenir problemas de baja aireación y debilitamiento del sistema radicular.
- ✓ Al personal que maneja el semillero, ajustar la frecuencia y volumen del riego según la capacidad de retención del sustrato utilizado en los semilleros tecnificados.
- ✓ A quienes preparan los sustratos, utilizar mezclas con buen drenaje y adecuada porosidad para favorecer un desarrollo radicular sano bajo condiciones de riego controlado.
- ✓ A investigadores y técnicos, monitorear variables como altura, diámetro y número de hojas para evaluar de forma precisa la respuesta de las plántulas a las diferentes láminas de riego.
- ✓ A los encargados del manejo diario, llevar registro de las prácticas de riego y de condiciones ambientales para facilitar la identificación de variaciones y realizar ajustes oportunos.
- ✓ A los técnicos y encargados del semillero, complementar el manejo hídrico con una fertilización fraccionada que favorezca el desarrollo vigoroso de las plántulas.
- ✓ A todo el personal del semillero, mantener uniformidad en las prácticas de riego cuando no se evalúan tratamientos experimentales, para garantizar la homogeneidad en la calidad de las plántulas.

14. Referencias

- Aldrete, A. (Abril de 2024). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/379911701_Calidad_de_planta_en_viveros_forestales
- Al-Snafi, A. E. (23 de Julio de 2022). *World Journal of Advanced Pharmaceutical and Medical Research*. Obtenido de <https://zealjournals.com/wjapmr/sites/default/files/WJAPMR-2022-0034.pdf>
- Arroyo, A. P. (21 de Junio de 2022). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Obtenido de <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2937/4951>
- BMC, P. B. (11 de Abril de 2022). *MDPI*. Obtenido de Andrade, L., et al.: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/4/912>
- Boguspaev, K.-K. (2023). *MDPI*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1424-2818/15/2/224>
- Cárdenas, C. E. (2018). *DSpace*. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/items/5b6092e7-843e-42e7-9938-a54b3b17949c>
- Colque, R. (Junio de 2021). *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672021000100127
- Cruz, B. G., & Dávila, L. A. (Enero de 2014). *Revista Científica de FAREM-Esteli*. Obtenido de <https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Cientifica/en/article/download/3121/4867/22423>
- Delgado, J. P. (2025). *Facultad de Agronomía-UNLPam*. Obtenido de <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/semiarida/article/download/8689/10286/42123>
- El 19 Digital*. (06 de Mayo de 2025). Obtenido de El 19 Digital: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/163845-produccion-de-tabaco-supera-los-130-mil-quintales-en-el-ciclo-2024-2025-en-nicaragua->
- EOSDA*. (09 de Septiembre de 2025). Obtenido de EOS Data Analytics: <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-tabaco/>
- FAO. (1990). Obtenido de FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS: <https://www.fao.org/4/s8684e/s8684e00.htm>
- FAO. (2003). *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/home/en/>

- FAO. (2021). *Food and agriculture organization of the united nations*. Obtenido de <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/tobacco/en/>
- FAO. (2023). *Food and agriculture organization of the united nations*. Obtenido de <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1652334/>
- FAO. (02 de Septiembre de 2025). *FAO AGRIS - International System for Agricultural Science and Technology* . Obtenido de <https://agris.fao.org/search/en/providers/125058/records/68b6dc3168d9e6806700aa02>
- FAO, C. A. (s. f). *World Agroforestry*. Obtenido de <https://apps.worldagroforestry.org/NurseryManuals/CommunityESP/LasPlantulas.pdf>
- Gómez, K. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. John Wiley & Sons.
- González, J. M. (17 de Febrero de 2020). *Repositorio*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/13060/1/20074.pdf>
- Handbook, A. (2023). Obtenido de https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/424/424-100/spes-299.pdf
- Haney, T. G. (1954). *DPIRD Digital Library*. Obtenido de https://library.dpird.wa.gov.au/journal_agriculture3/vol3/iss3/21/
- Hernández, N. E. (2015). Obtenido de scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000300012
- Hernández, R. F. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- ISTA. (2023). *SeedTest*. Obtenido de <https://www.seedtest.org/>
- Joya Cigars. (2025). Obtenido de <https://joyacigars.com/es/acerca-de/>
- KINAY, A. (09 de Abril de 2020). *The indian journal of agricultural sciences*. Obtenido de Epus: <https://epubs.icar.org.in/ejournal/index.php/IJAgS/article/view/104332>
- Koga, R. &. (2014). *CORESTA*. Obtenido de <https://www.coresta.org/abstracts/soilless-media-tobacco-nicotiana-tabacum-seedling-production-zimbabwe-widening-options>
- Lanuza, O. R. (Diciembre de 2021). *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-25042021000200018

- Lisuma, J. (19 de Marzo de 2020). *MDPI*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/3/418>
- MASJAPS. (2023). *MAS journal of applied sciences*. Obtenido de https://masjaps.com/index.php/mas/article/view/516?utm_source=
- Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua, M. (2023). *Ministerio Agropecuario*. Obtenido de <https://www.mag.gob.ni/index.php/noticias?id=66:produccion-&view=article&utm>
- Ministerio de Agricultura, P. y. (1983). *Manual de cultivo del tabaco*. Madrid.
- Montero, M. T. (Mayo de 2014). *Slidesahre*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/vivero-forestal-34588796/34588796>
- Moraes, J. C. (21 de Noviembre de 2024). *MDPI*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1999-4907/15/12/2054>
- Nicaragua, B. C. (2003). *BCN*. Obtenido de https://www.bcn.gob.ni/system/files_force/documentos/Tabaco.pdf
- Sampieri, R. H. (2020). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Sánchez, J. L. (2019). *Efecto del manejo nutricional en el desarrollo foliar de Nicotiana tabacum L.* . Revista Agronomía Mesoamericana.
- Scientific Library. (s.f.). Obtenido de <https://www.scientificlib.com/en/Biology/Plants/Magnoliophyta/NicotianaTabacum01.html>
- Steel, R. G. (1980). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. New York, USA: McGraw-Hill Book Company.
- Sumner, P., & Moore, J. (2012). *University Georgia*. Obtenido de <https://fieldreport.caes.uga.edu/publications/B892/irrigating-tobacco/>
- Swissinfo. (28 de Enero de 2020). *swissinfo.ch*. Obtenido de <https://www.swissinfo.ch/spa/la-saga-del-puro-nicaragueense-es-una-historia-de-muchas-familias/45522784>
- T, S. R. (2010). Obtenido de scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000300012
- Tabacchi, F. A. (2023). *Fattoria Autonoma Tabacchi*. Obtenido de <https://www.fattoriatabacchi.it/en/production-fattoria-autonoma-tabacchi-fat/good-agronomic-practices-fattoria-tabacchi>

Taiz, L. &. (2015). *Fisiología vegetal*. Sinauer Associates.

Villalón-Mendoza, H. (26 de Septiembre de 2018). Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Forestales:

https://www.researchgate.net/publication/329227222_Dioxido_de_silicio_como_estimulante_del_indice_de_calidad_de_plantas_de_chile_piquin_Capsicum_annuum_L_var_glabriusculum_producidas_en_vivero/fulltext/5bdfd02292851c78dfafb0a1/Dioxido-de-silicio-como-esti

Zamora, M. J., & Centeno, L. A. (Julio de 2022). *Cenida.una.edu.ni*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Pasantia/ptnf01a189.pdf>

Zeledón, I. J., & Gurdián, V. J. (Junio de 2017). *Repositorio.unan.edu.ni*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/4908/1/18005.pdf>

15. Anexos

15.1. Anexo 1: Hoja de registro de supervivencia y crecimiento morfológico de plántulas de tabaco

Finca:

Ubicación:

Variedad:

Tratamiento:

Fecha de siembra:

Fecha de evaluación:

1. Germinación de plántulas

Unidad Experimental	Nº	Semillas germinadas	Porcentaje de germinación (%)	Observaciones
---------------------	----	---------------------	-------------------------------	---------------

1

2

3

4

Promedio

2. Supervivencia de plántulas

Unidad Experimental	Nº Plántulas vivas	Supervivencia (%)	Observaciones
---------------------	--------------------	-------------------	---------------

1

2

3

4

Promedio

3. Crecimiento morfológico de plántulas

Unidad Experimental	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Nº	de	hojas
---------------------	-------------	------------------------	----	----	-------

1

2

3

4

Promedio

Instrumentos utilizados: Regla milimétrica, pie de rey y observación visual.

4. Índice de calidad de Dickson (ICD)

Unidad Experimental	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Peso seco aéreo (g)	Peso seco raíz (g)	Peso seco total (g)	ICD	Observaciones
---------------------	-------------	---------------	---------------------	--------------------	---------------------	-----	---------------

1

2

3

4

Promedio

15.2. Anexo 2: Registro de campo para las variables sobrevivencia

Tabla 2. Registro de campo para las variables sobrevivencia.

Tratamiento	sobrevivencia	Observación
T1		
T2		
T3		
T4		

15.3. Anexo 3: Registro de campo para variables morfológicas

Tabla 3. Registro de campo para las variables morfológicas.

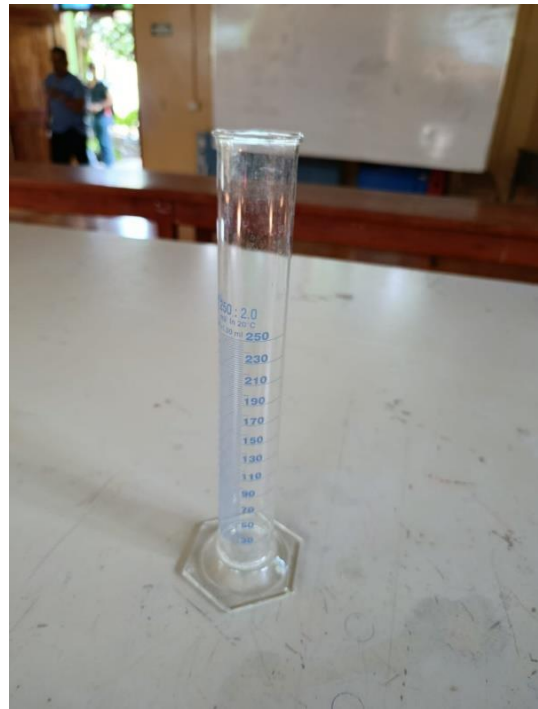
Tratamiento	Numero de plantas	Altura	Diametro	Numero de hojas	Observaciones
T1		1			
T1		2			
T1		3			
T1		4			
T1		5			
T1		6			
T1		7			
T1		8			
T1		9			
T1		10			
T1		11			
T1		12			
T1		13			
T1		14			
T1		15			
T1		16			
T1		17			
T1		18			
T1		19			
T1		20			
T1		21			
T1		22			
T1		23			
T1		24			
T1		25			
T1		26			
T1		27			
T1		28			
T1		29			
T1		30			
T1		31			
T1		32			
T1		33			
T1		34			
T1		35			
T1		36			
T1		37			
T1		38			
T1		39			
T1		40			

15.4. Anexo 3: Capacidad de campo

Tabla 4. Capacidad de campo.

Muestra	peso humedo (gr)	peso seco (gr)	CC (gr)
1	14.14	2.727	11.41
2	13.882	2.715	11.17
3	14.103	2.547	11.56
4	14.192	2.766	11.43
5	15.042	2.882	12.16
6	13.783	2.465	11.32
7	15.13	3.077	12.05
8	14.569	2.84	11.73
9	15.41	3.058	12.35
10	14.588	2.983	11.61
11	15.915	3.066	12.85
12	14.52	2.782	11.74
13	14.695	2.913	11.78
14	15.246	2.997	12.25
15	14.909	2.87	12.04
16	15.126	2.758	12.37
17	13.941	2.899	11.04
18	14.593	2.672	11.92
19	14.657	2.784	11.87
20	13.874	2.839	11.04
21	14.79	2.88	11.91
22	14.197	2.768	11.43
23	13.549	2.756	10.79
24	14.885	2.89	12.00
25	14.898	2.978	11.92
26	14.222	2.949	11.27
27	14.507	2.805	11.70
28	15.46	3.058	12.40
29	15.99	3.183	12.81
30	15.19	3.021	12.17
31	15.496	3.034	12.46
32	15.907	3.214	12.69
33	16.253	3.202	13.05
34	14.883	2.92	11.96
35	15.665	3.169	12.50
36	16.171	3.324	12.85
37	15.563	3.166	12.40
38	14.131	2.77	11.36
39	15.69	3.104	12.59
40	15.396	3.057	12.34
		Promedio	11.96

Anexo 4: Probetas



15.5. Anexo 5: Proceso de repique



15.6. Anexo 6: Aplicación de riego a los tratamientos T1, T2 y T3



15.7. Anexo 7: Medición de diámetro del tallo con pie de rey



15.8. Anexo 8: Recolección de datos



15.9. Anexo 9: Rotulación de bolsas



15.10. Anexo 10: Lavado de raíces para el cálculo del índice de calidad Dickson



15.11. Anexo 11: Muestras para sacar los resultados de calidad de Dickson





¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



