



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

**Efecto de tratamientos hormonales y escarificación en agua sobre la germinación, altura y diámetro de plántulas de maíz (*Zea mays* L.)
NB-6 Condega 2025**

Lira, A; Herrera F; Betanco F.

Tutor(a)

PhD: Luis Heberto Olivas Lira

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 de dos tratamientos hormonales y una escarificación
en agua sobre la germinación, altura y diámetro de plántulas
de maíz (Zea mays L.) NB-6 Condega 2025**

**Trabajo de investigación para optar al grado de
Ingenieros Agrónomos**

Autores

Angelly Javiera Lira Briones
Fabricio Antonio Herrera Jarquín
Francia Jariela Betanco Mondragón

Tutor

PhD: Luis Heberto Olivas Lira

Estelí 10 de diciembre 2025



Dedicatoria

Dedicamos esta tesis principalmente a Dios que ha sido nuestra fuente de fortaleza y guía en cada paso de este camino, por darnos sabiduría y fuerzas para superar este desafío y ser parte de este proceso y más que todo a nosotros mismos por todos los sacrificios que hicimos para poder culminar nuestros estudios y por demostrarnos que cada esfuerzo, al final, vale la pena.

Agradecimiento

Angelly: Principalmente agradezco a Dios, quien me guió y bendijo mi camino, dándome la fuerza necesaria para seguir adelante. A mis padres, por ser un pilar fundamental en mi vida y por brindarme su apoyo incondicional en cada paso. A mis hermanas, por su respaldo y compañía en este proceso. Y a nuestro tutor, Luis Heberto Olivas Lira, por guiarnos, orientarnos y apoyarnos durante todo el desarrollo de este trabajo.

Fabricio: Agradezco profundamente a Dios por la fortaleza, la sabiduría y las oportunidades que me han permitido llegar hasta este momento. A mi familia, por su apoyo incondicional, su amor y por ser mi impulso constante en cada etapa del camino. A mi pareja, por su comprensión, motivación y compañía en los momentos de mayor desafío, y de manera muy especial, a nuestro tutor de tesis Luis Heberto Olivas Lira, cuyo acompañamiento, paciencia, entrega, guía y dedicación ha sido fundamental para la culminación de este trabajo, a cada uno de ustedes, mi sincero agradecimiento por ser parte fundamental de este logro.

Frania: A Dios por guiarme y protegerme a lo largo de este proceso, por brindarme fortalezas, sabiduría y luz en cada paso de mi carrera.

A mi abuelita por estar ahí siempre firme, motivándome, ayudando a culminar con este sueño y por ser un ejemplo de vida que amo profundamente.

Mis padres por su amor incondicional y apoyo constante, a mis hermanas por siempre estar ahí para mí. A mi abuelo, quien ya no está físicamente, pero cuya presencia siento en cada instante de mi vida, este logro tan significativo cada meta alcanzada esta dedicada a tu memoria, con el firme deseo de hacerte sentir orgulloso.

A nuestro Asesor de tesis Luis Olivas, que a pesar de los tropiezos que tuvimos en este trayecto siempre nos dio esa chispita de valentía que nos decía que lo íbamos a lograr.



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, 10 de diciembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: “Efecto de tratamientos hormonales y escarificación previa en agua sobre la germinación, altura y diámetro de plántulas de maíz (*Zea mays*) NB-6 Condega 2025”, elaborado por los estudiantes:

Angelly Javiera Lira Briones,	21510004
Fabricio Antonio Herrera Jarquín,	21510048
Frانيا Jariela Betanco Mondragón,	21512908

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.

Atentamente,

Luis Heberto Olivas Lira
Orcid: 0009-0008-6042-2308
UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

Resumen

La investigación “Efecto de tratamientos hormonales y escarificación previa en agua sobre la germinación, altura y diámetro de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) NB-6 Condega 2025”; cuyo objetivo fue, Evaluar el efecto de tratamientos hormonales y escarificación previa en agua sobre la germinación, altura y diámetro de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 en Condega, 2025. Para la cual se utilizó un DCA, con cuatro tratamientos, Acido Giberelico (AG3), Citoquinina (hormonales), Escarificación hídrica y el testigo, con tres repeticiones cada uno de 25 semillas para un total de 300 semillas, 75 por tratamiento, de las cuales se utilizó el 100% para determinar el porcentaje de germinación y el 40 % para la medición de las otras variables, mediante el muestreo sistemático para la selección de las plantas a medir. Los principales resultados que se obtuvieron fueron que no hubo diferencias significativas en porcentaje de germinación, demostrando una excelente calidad de semilla. En el diámetro del tallo el ácido giberelico (AG3), citoquinina y la escarificación hídrica se comportaron mejor que el testigo. Se concluyó que al comparar el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo inicial se observó que, el ácido giberelico (AG3) y la escarificación hídrica fueron mejores en crecimiento aéreo y radicular (sin diferencias significativas entre ambos), mientras que la citoquinina incrementó el diámetro del tallo, pero no en altura y longitud de la raíz. Cumpliéndose la hipótesis nula solo en parte.

Palabras claves: Tratamientos, Acido Giberelico (AG3), citoquinina, escarificación hídrica, porcentaje de germinación.

Abstract

The research project “Effect of hormonal treatments and prior scarification in water on the germination, height, and diameter of corn seedlings (*Zea mays* L.) NB-6 Condega 2025”; whose objective was to evaluate the effect of hormonal treatments and prior scarification in water on the germination, height, and diameter of corn seedlings (*Zea mays* L.) variety NB-6 in Condega, 2025. For this, a DCA was used, with four treatments: Gibberellic acid (AG3), Cytokinin (hormonal), water scarification, and the control, with three replicates of 25 seeds each for a total of 300 seeds, 75 per treatment, of which 100% were used to determine the germination percentage and 40% to measure the other variables, using systematic sampling to select the plants to be measured. The main results obtained were that there were no significant differences in germination percentage, demonstrating excellent seed quality. In stem diameter, gibberellic acid (AG3), cytokinin, and water scarification performed better than the control. It was concluded that when comparing the effect of the treatments on initial development, gibberellic acid (AG3) and water scarification were better for aerial and root growth (with no significant differences between the two), while cytokinin increased stem diameter but not root height and length. The null hypothesis was only partially fulfilled.

Keywords: Treatments, AG3, cytokinin, hydroscarification, germination percentage.

Índice

1.	Introducción.....	1
2.	Antecedentes.....	3
3.	Planteamiento del problema	5
4.	Justificación.....	6
5.	Objetivos de investigación	7
5.1.	Objetivo General	7
5.2.	Objetivos específicos.....	7
6.	Limitaciones del estudio	8
7.	Hipótesis	9
8.	Operacionalización de Variables.....	10
9.	Marco Teórico.....	12
9.1.	Conceptos básicos.....	12
9.2.	Viabilidad de la semilla.....	13
9.3.	Hormona vegetal	13
9.4. Generalidades del cultivo de maíz (Zea mays L.).....	16	
9.3.2.	Estructura del grano de maíz.....	17
9.3.3.	Fisiología germinativa	18
9.3.4.	Importancia socioeconómica de maíz en Nicaragua y Estelí.....	18
9.3.5.	Producción y exportación nacional	18
9.3.6.	Papel en el empleo rural y desarrollo territorial.....	19
9.4.	Factores que afectan la germinación del Maíz	19
4.4.2. Factores externos.....	20	
10.	Diseño metodológico	22
10.1.	Tipo de investigación	22
10.2.	Población y selección de la muestra.....	26
10.3.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos	27
10.4.	Confiability y validez de los instrumentos.....	28

10.5.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos	29
11.	Análisis y discusión de resultados	31
12.	Conclusiones	38
13.	Recomendaciones.....	39
14.	Referencias	40
15.	Anexos	46
15.1.	Anexo A.....	46
15.2.	Anexo B. Fotos	50

Índice de tablas

Tabla 1. Plantas germinadas por tratamiento	46
Tabla 2. Altura de la planta en centímetros	46
Tabla 3. Diámetro del tallo en milímetros	47
Tabla 4. Longitud de la raíz en centímetros	47
Tabla 5. Número de hojas por planta	48
Tabla 6. Días a germinación	49

Índice de graficas

Gráfica 1. Porcentaje de semillas germinadas	31
Gráfica 2. Semillas germinadas por tratamiento	32
Gráfico 3. Altura de la planta en centímetros	33
Gráfico 4. Diámetro del tallo en milímetros	34
Gráfico 5. Longitud de la raíz en centímetros	35
Gráfica 6. Número de hojas por planta	36
Gráfica 7. Días a germinación.....	37

1. Introducción

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cultivos más importante del mundo, no solo por su valor nutricional, sino también por el rol crucial que cumple en la economía agrícola y la seguridad alimentaria de las naciones en vías de desarrollo. En Nicaragua, particularmente en la localidad de Condega, el maíz es un elemento fundamental de la alimentación diaria de la población y una forma de subsistencia de los pequeños productores de la zona. La producción de este cultivo está influenciada por el vigor de las semillas y su porcentaje de germinación en, síntesis de la calidad de la semilla y el manejo nutricional que se le dé.

Diversos factores fisiológicos y del entorno pueden influir sobre la germinación del maíz. Estos incluyen la temperatura, el agua disponible, la permeabilidad de la cubierta seminal y las fitohormonas que controlan el crecimiento inicial de la planta. Por ejemplo, investigaciones recientes han evidenciado que el tratamiento de semillas con ácido giberélico (GA₃) tiene la capacidad de incrementar la tasa de germinación y mejorar la longitud de raíces o plántulas en maíz cuando se encuentran en situaciones de estrés (Cui et al., 2024). Además, el uso de citoquininas a través del remojo de las semillas ha demostrado ser efectivo para optimizar la fortaleza inicial de las plántulas de maíz, al regular el sistema antioxidante y contribuir a que haya equilibrio iónico (Azzam et al., 2022).

A partir de este enfoque, la escarificación hídrica, que consiste en dejar las semillas en remojo durante doce horas antes de sembrarlas, ayuda a suavizar la testa y mejorar la absorción de oxígeno y agua, agilizando así el proceso germinativo.

Esta investigación, llamada "Efecto de tratamientos hormonales y escarificación previa en agua sobre la germinación, altura y diámetro de plántulas de maíz NB-6 Condega, 2025", tiene como objetivo analizar cómo influyen las hormonas del crecimiento (citoquinina y GA₃) combinadas con un tratamiento de escarificación en agua sobre variables fundamentales como el tiempo; porcentaje de germinación, además del diámetro y la altura de las plántulas de maíz tipo NB-6.

Otro propósito de este estudio, es generar evidencia científica que sea beneficiosa para optimizar la eficacia de la producción de plántulas vigorosas, fortaleciendo los procedimientos de manejo de semillas en sistemas agrícolas locales.

El trabajo se divide en cinco capítulos: el primero trata sobre los antecedentes, la justificación y las metas de la investigación; el segundo establece el marco teórico y conceptual acerca de la fisiología de la germinación y la acción hormonal; el tercero explica la metodología experimental utilizada; el cuarto muestra los resultados logrados y su análisis estadístico correspondiente; finalmente, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones y sugerencias para optimizar las prácticas de propagación del maíz en el área estudiada.

2. Antecedentes

De acuerdo a (Azzam et al., 2022) en su estudio El remojo de semillas de maíz en bioestimulantes de citoquinina tipo zeatina mejora la tolerancia a la sal al potenciar el sistema antioxidante y la eficiencia fotosintética. Enfatizan la necesidad de estrategias novedosas para optimizar el rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) bajo condiciones de estrés salino. Se notó que concentraciones elevadas de sal, específicamente 75 y 150 mM de NaCl, disminuyeron la eficiencia fotosintética, la relación K^+/Na^+ y el crecimiento en semillas del híbrido Giza-168 que fueron tratadas con cis- y trans-zeatina (50 y 40 μ M). Sin embargo, las dos terapias hormonales disminuyeron los efectos del estrés y optimizaron los parámetros antioxidantes y fisiológicos; la trans-zeatina resultó ser la más efectiva para disminuir el daño oxidativo y favorecer el rendimiento de la cosecha.

Según (Cargua et al., 2023) en su estudio Calidad fisiológica y crecimiento temprano de plántulas de maíz en función de dosis y tiempos de remojo de semillas en bioestimulante. El objetivo de la este trabajo fue evaluar la calidad fisiológica y el crecimiento temprano de plántulas de maíz en función de dosis y tiempos de remojo de semillas en bioestimulante. Se valoraron tratamientos factoriales de tres tiempos de remojo (8, 16 y 24 horas) y tres niveles de bioestimulante (2,5, 5,0 y 7,5 mL L⁻¹ de agua), más dos tratamientos testigos que fueron: 1) remojo en agua destilada estéril, y 2) semillas sin remojo. Las variables que se midieron fueron; índice de velocidad de germinación, índice de velocidad de emergencia, longitud radical, longitud de planta y peso seco de planta. Los resultados revelaron que los tiempos de remojo de 16 y 24 horas fueron significativamente más efectivos para acelerar la germinación de las semillas y el crecimiento temprano de las plántulas, en relación con el tiempo de remojo de 8 horas. Independientemente del tiempo de remojo, la dosis del bioestimulante de 2,5 mL L⁻¹ de agua fue la que provocó un incremento significativamente mayor de la velocidad de germinación de las semillas y emergencia de las plántulas, pero la dosis de 5,0 mL L⁻¹ fue más eficiente para lograr un mayor crecimiento temprano de las plántulas. El remojo de semillas en agua aceleró en mayor medida la germinación y emergencia de las plántulas, con respecto al tratamiento sin remojo.

En la revisión bibliográfica realizada sobre los diferentes tratamientos hormonales y escarificación de la semilla de maíz (*Zea mays L.*), no se encontraron investigaciones previas a nivel nacional ni local (Nicaragua y la región de del departamento de Estelí) en diferentes sitios web. La mayor parte de las investigaciones existentes proviene del contexto internacional, lo que demuestra una

falta de conocimiento en este campo particular dentro del país. La falta de información evidencia la necesidad de llevar a cabo estudios en la zona que evalúen los efectos que los tratamientos tienen sobre la germinación del maíz y su desarrollo inicial particularmente teniendo en cuenta las condiciones agroecológicas locales.

3. Planteamiento del problema

El maíz (*Zea mays L.*), representa uno de los granos básicos de importancia económica, cultural y alimentaria para los nicaragüenses (MAG, 2025), ya que constituye la base de la dieta nacional y representa una fuente esencial de ingresos para las familias rurales. En regiones productivas como Condega, Estelí, los agricultores se enfrentan a limitaciones que afectan la germinación y el desarrollo inicial del maíz, tales como la baja viabilidad de la semilla, las condiciones de humedad irregulares y la deficiente calidad fisiológica del material de siembra, lo que repercute en la emergencia desuniforme y en una reducción del rendimiento potencial del cultivo (FAO, 2024) (INTA, 2024)

Diversas investigaciones han demostrado que la germinación del maíz depende no solo de factores ambientales, sino también del vigor fisiológico de la semilla, influenciado por la acción de fitohormonas y por tratamientos previos que mejoran su absorción de agua y oxígeno. Las giberelinas (GA3) estimulan la elongación celular, promueven la síntesis de enzimas hidrolíticas como la amilasa y aceleran la movilización de reservas durante la germinación (Cui et al., 2024).

Por su parte, las citoquininas regulan la división celular y la diferenciación de tejidos, contribuyendo al desarrollo equilibrado de raíces y tallos en plántulas jóvenes (Azzam et al., 2022)

En egstudios recientes, la inmersión de semillas en soluciones hormonales ha mostrado mejorar significativamente la tasa y uniformidad de germinación en maíz y otros cereales (Wang et al., 2023). Sin embargo, en Nicaragua, existen escasos estudios experimentales que evalúen el efecto combinado de tratamientos hormonales y escarificación previa en agua sobre la germinación y desarrollo inicial de maíz en especial de la variedad NB-6, una de las más utilizadas por los productores del norte del país por su adaptabilidad y rendimiento.

Por estas razones surge la pregunta problema ¿Cuál es el efecto de tratamientos hormonales y escarificación previa en agua sobre la germinación, altura y diámetro de plántulas de maíz NB-6, Condega 2025?

4. Justificación

Este estudio es significativo para mejorar la etapa de germinación la que es muy importante para que la emergencia sea uniforme y que los cultivos sean vigorosos y homogéneos, lo cual es indispensable para conseguir altos niveles de rendimiento en el maíz. La evaluación del impacto de la escarificación hídrica y los tratamientos hormonales ayudará a mejorar la calidad fisiológica de la semilla, lo que disminuirá las pérdidas y aumentará el rendimiento productivo en los sistemas agrícolas de Condega.

La investigación concuerda con las prioridades del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y con los programas de innovación agrícola que tienen como objetivo potenciar la producción de maíz en áreas montañosas del norte nicaragüense. Asimismo, su implementación en condiciones controladas posibilita conseguir resultados que se pueden replicar y aplicar en viveros o semilleros locales.

En Nicaragua, el cultivo del maíz tiene un gran impacto social. Utilizar métodos de bajo costo y accesibles (como la inmersión en agua y el uso racional de hormonas) para optimizar la germinación tiene el potencial de mejorar la seguridad alimentaria y aumentar los ingresos rurales, lo que beneficiaría directamente a los pequeños y medianos productores locales.

El trabajo proveerá datos científicos sobre la interacción de las citoquininas y giberelinas en la germinación del maíz, lo que ayudará a entender los mecanismos fisiológicos de activación y desarrollo inicial de las plántulas en condiciones controladas. Los hallazgos serán una base para futuras investigaciones en el contexto de la mejora de semillas y la fisiología vegetal.

El método experimental sugerido, que consiste en un diseño totalmente aleatorio con tres repeticiones y evaluación de variables biométricas y fisiológicas, proporciona un modelo que se puede replicar para investigaciones sobre germinación en diferentes especies o variedades agrícolas. La rigurosidad y la validez de los resultados también se ven mejoradas por el uso de métodos estadísticos (ANOVA y pruebas de Duncan o Tukey), con el objetivo de identificar cuáles tratamientos difieren entre sí de manera significativa.

5. Objetivos de investigación

5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de dos tratamientos hormonales y una escarificación en agua sobre la germinación, altura, diámetro, número de hojas y longitud radicular de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 en Condega, 2025.

5.2. Objetivos específicos

- Determinar el tiempo y porcentaje de germinación de semillas de maíz NB-6 sometidas a tratamientos hormonales y escarificación previa en agua.
- Registrar la altura, diámetro del tallo, longitud de la raíz y número de hojas de plántulas de maíz NB-6 tratadas con diferentes hormonas de crecimiento y escarificación.
- Comparar el efecto de las combinaciones hormonales y la escarificación hídrica sobre el desarrollo inicial de las plántulas de maíz NB-6.

6. Limitaciones del estudio

Otro aspecto que afectó es no tener nuestro sistema computarizado actualizado con las normas APA 7ma edición y el Microsoft office.

Así como por el poco tiempo en que se evaluaron los tratamientos solo 10 días desde la siembra hasta la medición de las variables, no se pudo garantizar que estos produjeran el efecto deseado.

7. Hipótesis

Hipótesis nula (H_0):

No existen diferencias significativas entre T1, T2, T3 y T4 en las variables respuesta (Días a la germinación, % germinación, altura, diámetro del tallo, longitud de la raíz y número de hojas por planta).

Hipótesis alternativa (H_a):

Al menos un tratamiento difiere significativamente de los demás en al menos una de las variables respuesta.

Hipótesis estadística:

$$H_0: \mu T_1 = \mu T_2 = \mu T_3 = \mu T_4.$$

$$H_1: \mu T_1 \neq \mu T_2 \neq \mu T_3 \neq \mu T_4.$$

8. Operacionalización de Variables

Variable independiente:

Método de escarificación (hídrica, hormonal, sin tratamiento, tal como la utiliza el productor).

Variables dependientes:

Tiempo promedio de germinación (días desde la siembra hasta la emergencia del radículo).

Porcentaje de germinación (% de semillas germinadas respecto al total sembrado).

Vigor y uniformidad de las plántulas (altura, diámetro del tallo, longitud de la raíz y número de hojas).

Matriz de operacionalización de variables					
+Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Instrumento
Determinar el tiempo y porcentaje de germinación de semillas de maíz NB-6 sometidas a tratamientos hormonales y escarificación previa en agua.	Tiempo de germinación	Tiempo que tarda una semilla en iniciar el proceso visible de germinación, desde la siembra hasta la emergencia de la radícula.	Periodo comprendido entre el momento de sembrar y la aparición de la primera raíz.	Número de días que tarda en germinar.	Registro diario de observación.
Registrar la altura y el diámetro del tallo de plántulas de maíz NB-6 tratadas con diferentes	Altura, diámetro del tallo (Hormonas y escarificación)	Capacidad fisiológica de las plántulas para desarrollarse vigorosamente	Observación del estado físico de las plántulas: tamaño, color y desarrollo radicular.	Altura de la plántula (cm), color de hojas, desarrollo radicular.	Lista de cotejo y ficha de evaluación del vigor.

hormonas de crecimiento y escarificación.		en etapas iniciales.			
Comparar el efecto de las combinaciones hormonales y la escarificación hídrica sobre el desarrollo inicial de las plántulas de maíz NB-6.	Efectos de tratamientos hormonales, método de escarificación.	Técnica aplicada a la semilla para alterar la cubierta y facilitar la germinación (Testigo, hídrica, AG3, Citoquinina).	Aplicación controlada de métodos específicos según protocolo experimental.	Tipo de tratamiento (Testigo, hídrica, AG3, Citoquinina).	Formato de registro, pie de rey, regla milimétrica.

9. Marco Teórico

9.1. Conceptos básicos

Germinación

La germinación comprende el conjunto de procesos que inician cuando la semilla en reposo absorbe agua y concluyen con la elongación del eje embrionario. Representa la primera fase del ciclo de vida de las plantas, mediante la cual el embrión se desarrolla y origina una plántula. (Varela y Arana, 2010).

Escarificación

Para Laura (2020) la escarificación de semillas es una técnica que busca acelerar la germinación mediante la alteración controlada de su cubierta natural, ya sea por métodos mecánicos, térmicos o biológicos. Estas prácticas, como el limado o la ruptura del tegumento, facilitan la entrada de aire y agua al interior, cuidando de no reducir su capacidad de germinar. (Laura, 2020).

Dormancia

La dormancia es un proceso natural presente en muchas especies vegetales, que provoca una incapacidad temporal para que semillas viables germinen. Para superarla, a menudo se requiere un periodo de frío, estratificación, escarificación, daño controlado a la cubierta o la eliminación de inhibidores. (Velasco, 2009).

Vigor de la plántula

El vigor de las semillas se refiere al conjunto de características que indican su capacidad para germinar y emerger rápidamente, produciendo plántulas saludables bajo diversas condiciones ambientales. (Pérez García y Pita Villamil, 2016)

Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación estima la viabilidad de un lote de semillas, midiendo cuántas germinan bajo condiciones o tratamientos específicos. Es el método más común para evaluar su calidad fisiológica y se expresa en porcentaje o número absoluto. (García et al., 2021).

9.2. Viabilidad de la semilla

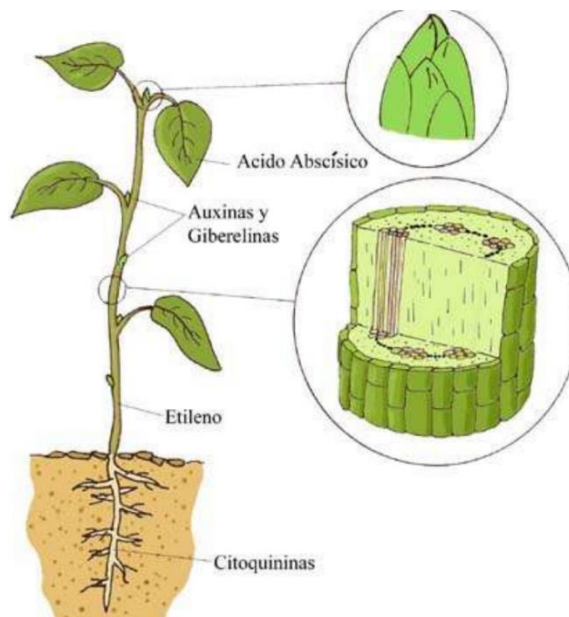
La viabilidad es el potencial de una semilla para germinar, factor clave en el éxito o fracaso reproductivo de las poblaciones, y por ello suele ser una de las primeras variables evaluadas al trabajar con semillas. (Mancipe Murillo et al., 2018).

9.3. Hormona vegetal

Las fitohormonas son compuestos endógenos sintetizados por las plantas que intervienen directamente en la regulación del desarrollo. Se genera en determinados órganos en concentraciones muy bajas (1ppm) y su acción puede ser local o a distancia, modulando respuestas fisiológicas que incluyen la estimulación, inhibición o ajustes del crecimiento. (Diaz, 2017).

La función fisiológica de la auxina es determinar el crecimiento de la planta y

favorecer la maduración en cambio la giberelina determina el crecimiento excesivo del tallo e induce la germinación de la semilla y las citoquininas incrementan el ritmo de crecimiento celular y transforma células vegetales en otras. (Vera Litardo, 2020).



Citoquinina

Son un tipo de hormona vegetal que favorece la división celular. Estas moléculas derivan de la adenina y no deben confundirse con las citocinas, su función se evidencio cuando se observo que el endospermo liquido de estimular el crecimiento de embriones en cultivo. Sin la presencia de citoquininas provenientes del endospermo, las células vegetales no serian capaces de dividirse mediante mitosis. Hasta la fecha se conocen casi 200 citoquininas naturales o sintéticas (Diaz, 2017)

Mecanismo de Acción de Citoquinina

Al igual que las auxinas, la citoquinina puede provocar cambios en la expresión génica. El proceso comienza cuando la citoquinina se une a un receptor que está en la membrana de la célula, luego la parte interna de ese receptor pasa a un grupo fosfato a una proteína del citosol, factores de transcripción que se unen a los promotores de algunos genes. Al hacerlo, se reinicia la transcripción y se forma la ARNm que después regresan al citosol. (Diaz, 2017)

Beneficios

- Favorece la división de las células.
- Estimula la brotación de yemas.
- Contribuye a que el follaje se expanda.
- Atrasa el envejecimiento de las hojas.
- Ayuda la apertura de las estomas.
- Favorece una acumulación de la clorofila.
- Contribuye a la planta a producir Antioxidante.
- Apoya la formación de fruto.
- Retarda el amarillamiento de los vegetales a 20 ppm.
- Estimula la germinación de la semilla.

Cultivos: Cítricos, Tomate, Chile dulce, Tabaco, Berenjena, Papas, Maní, Soya, Frijol, Crucíferas, Lechuga, Melón, Sandía, Zapallo, Vegetales orientales, Fresas, Arroz, Maíz, Caña, Pastos, Banano y Plátano, Café, Ornamentales (Diaz, 2017)

Ácido Giberelico

Las giberelinas son hormonas que estimulan el crecimiento principalmente vía división y alargamiento celular, siendo protagónicas en este último; regulan al proceso de germinación y en cucurbitáceas favorecen el desarrollo de las flores masculinas. También intervienen en procesos de inhibición de senescencia e inhibición floral y radical. En términos prácticos promueven el alargamiento de entrenudos, aumentan el tamaño de frutos, inducen partenocarpia en algunas especies frutales y retrasan maduración, entre otras cosas (Diaz, 2017)

La solución de ácido giberélico (GA3) es una hormona de crecimiento y regulador del crecimiento vegetal que promueve el crecimiento y desarrollo adecuados de las plantas en cultivo

Las giberelinas y su papel en las plantas Las giberelinas son hormonas que estimulan el crecimiento principalmente vía división y alargamiento celular, siendo protagónicas en este último; regulan al proceso de germinación y en cucurbitáceas favorecen el desarrollo de las flores masculinas (Diaz, 2017)

Beneficios de la solución GA3

- Promueve la ruptura de la latencia de las semillas y estimula la germinación.
- Aumentar la longitud del tallo promoviendo la elongación celular
- Promueve la división celular y el crecimiento de los frutos
- Romper la dormancia de las yemas.

La latencia o dormancia: Es un estado de reposo, en el cual la semilla se encuentra viva bajo condiciones favorables y conserva su capacidad de germinación (FAO, 2011).

El estado de dormición, o letargo es definido como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación (INTA, 2011).

Existen varios tipos de latencia, fundamentales para entender qué método de escarificación aplicar.

Latencia exógena (cubierta): causada por barreras físicas o químicas externas, principalmente la dureza o impermeabilidad de la testa o el pericarpio.

Latencia endógena (embrión): debida a inmadurez morfológica o factores fisiológicos internos del embrión.

Latencia combinada: Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena (INTA, 2011).

Asimismo, la latencia exógena se divide en:

- Física: Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la cubierta seminal o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables (INTA, 2011).
- Química: Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas (INTA, 2011, pág. 4).
- Mecánica: en este tipo de dormancia, la cubierta de las semillas es tan dura que no permite que el embrión se expanda adecuadamente al momento de germinar (INTA, 2011).

Beneficios de la escarificación y cuándo es necesaria

- Mayor porcentaje de germinación: Se incrementa notoriamente la cantidad de semillas que germinan exitosamente.
- Reducción del tiempo de germinación: Se acelera el proceso, lo que permite una planificación más efectiva en viveros y siembras directas.
- Uniformidad en la emergencia de plántulas: Facilita la gestión de trasplantes y un desarrollo más homogéneo.
- Ahorro de semillas y recursos: Disminuye el desperdicio de semillas por fracasos germinativos.
- Facilita la producción a gran escala y la restauración ambiental: Permite sincronizar la producción de plántulas para proyectos grandes

9.4. Generalidades del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

La planta del maíz pertenece a la familia de las poáceas o gramíneas, con un ciclo anual y tallos resistentes y erectos, que pueden alcanzar los dos metros y medio de altura.

A lo largo del tallo aparecen diversos entrenudos, de los que brotan las hojas.

Esta planta se compone de:

Raíces.

Presenta dos tipos de raíz:

Las primarias y fibrosas que van bajo tierra, y las adventicias que brotan del primer nudo de la planta y son superficiales. Ambas permiten que se mantenga erguido el largo tallo.

Tallo.

"Simple, erecto, robusto y sin ramificaciones. No presenta entrenudos y sí una médula esponjosa, pudiendo alcanzar 4 m" (INATEC, 2018, p. 1).

Hojas.

Generalmente lanceoladas, largas y finas, alcanzando los 120 centímetros de longitud y los 9 centímetros de ancho.

Inflorescencias.

“**Monoica** con inflorescencia masculina (panícula) y femenina (espádice) dentro de la misma planta” (INATEC, 2018, p. 1).

Masculinas.

Llamada panícula, panoja, espiga o miahuatl, consisten en un eje central y ramas laterales, en donde brotan florecillas que poseen tres estambres cada una, en donde se produce el polen necesario para fecundar a las hembras (INTA, 2024).

Femeninas.

Llamadas mazorcas, son espigas cilíndricas dotadas de flores en hileras paralelas, provistas de ovarios en los que el polen germina, produciéndose así las semillas o granos que, al estar maduros, adquieren una contextura bulbosa y coloración uniforme, siendo comestibles.

9.3.1. Grano de maíz

Cada grano de maíz en una mazorca es un fruto totalmente independiente, inserto en un eje o raquis cilíndrico, conocido como olote. A estos granos se les llama cariósipos y pueden variar en su número y dimensiones, según la especie, creciendo en hileras a lo largo de la mazorca.

Su color estándar una vez alcanzada la madurez oscila entre blanco y amarillo, pudiendo ser también violáceo o rojo en algunas especies.

9.3.2. Estructura del grano de maíz

Los granos de maíz se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga. Esta estructura puede contener de 300 a 1 000 granos según el número de hileras y el diámetro y longitud de la mazorca. El peso del grano puede variar mucho, de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos. Durante la recolección, las panojas de maíz son

arrancadas manual o mecánicamente de la planta. Se pelan las brácteas que envuelven la mazorca y luego se separan los granos a mano o, más a menudo, mecánicamente.

9.3.3. Fisiología germinativa

El desarrollo germinativo de las semillas de maíz comprende distintas fases esenciales:

Imbibición

La fase inicial de la germinación corresponde a la imbibición, momento donde la semilla absorbe agua y aumenta de tamaño. Este mecanismo activa las enzimas responsables de transformar las reservas de almidón en azúcares, generando la energía necesaria para el desarrollo (*Cargua et al., 2023*).

Activación enzimática

Tras la absorción adecuada de agua, las enzimas inician la degradación de los nutrientes almacenados, liberando energía promoviendo el desarrollo embrionario.

Emergencia de la radícula

La raíz embrionaria, es la primera estructura de la plántula en salir de la semilla.

El crecimiento descendente fija la planta al suelo. Permite la absorción de nutrientes y agua

Desarrollo del coleóptilo

El coleóptilo constituye la cubierta protectora del tallo embrionario, durante va saliendo hacia la superficie. Al emerger, se abre y posibilita el desarrollo de las primeras hojas de la planta (*Cargua et al., 2023*).

9.3.4. Importancia socioeconómica de maíz en Nicaragua y Estelí

El maíz en Nicaragua no es solo un cultivo agrícola: es alimento, cultura, empleo y economía. Su importancia radica en que conecta la tradición con la modernidad, garantiza seguridad alimentaria y sostiene la vida rural. Al igual que el café, el maíz se consolida como un pilar fundamental para el país, tanto por su impacto económico como por su valor social y cultural. (*Correa, 2023*)

9.3.5. Producción y exportación nacional

En cuanto a la

producción y abastecimiento interno, el maíz sigue siendo uno de los cultivos más importantes de Nicaragua, llegando a superar los 8 millones de quintales en 2022, lo que garantiza la seguridad alimentaria y el suministro de este grano básico para la población. Aunque la mayor parte de la

producción se destina al consumo nacional, Nicaragua también ha logrado exportar excedentes hacia mercados como Costa Rica, Estados Unidos y El Salvador, con volúmenes que rondan las 1,300 toneladas, aportando divisas adicionales al país. (*Canal 4, 2025*)

9.3.6. Papel en el empleo rural y desarrollo territorial

La producción de maíz involucra a miles de pequeños agricultores, jornaleros y trabajadores en la cadena de valor (siembra, cosecha, transporte, comercialización). Favorece actividades complementarias como la ganadería (forraje), agroindustria (harinas, aceites, biocombustibles) y comercio local. Al ser un cultivo accesible, permite la participación de comunidades rurales con bajos recursos, reduciendo la migración hacia las ciudades. (ÁNGEL, 2020)

9.4. Factores que afectan la germinación del Maíz

Los factores que influyen en la germinación del maíz se dividen en dos grupos: internos y externos. Dentro de los internos, uno de los más importantes es la madurez de la semilla.

Una semilla madura es la que ya completó su desarrollo. La madurez morfológica se logra cuando todas sus partes, especialmente el embrión, ya están bien formadas. Sin embargo, aunque la semilla esté formada por fuera, puede que todavía no germine porque aún no ha llegado a la madurez fisiológica.

Para que la semilla alcance esa madurez fisiológica, debe ajustar su balance hormonal:

- Las giberelinas ayudan a que la semilla germine.
- El ácido abscísico actúa como inhibidor y evita la germinación.

En general, la semilla está lista para germinar cuando bajan las sustancias que la frenan o aumentan las que la estimulan.

En la mayoría de los cultivos, la madurez morfológica y fisiológica ocurren casi al mismo tiempo, por eso germinan rápido cuando tienen buenas condiciones. Pero en algunos casos, la madurez fisiológica llega antes, y la semilla puede incluso germinar dentro del fruto. O como hemos comentado anteriormente, también es posible que la semilla sea morfológicamente madura pero

aún no haya alcanzado la madurez fisiológica, en estos casos la semilla permanece un periodo de tiempo en estado durmiente (Arvensis, 2024).

Viabilidad de las semillas. La viabilidad de una semilla es el tiempo durante el cual puede seguir germinando. Ese período cambia según el tipo de semilla y las condiciones donde se almacene.

Con el tiempo, y sobre todo si el almacenamiento es malo, las semillas van perdiendo su capacidad para germinar. Las semillas jóvenes suelen germinar rápido, mientras que las viejas lo hacen lento y de forma irregular.

La viabilidad también depende del metabolismo de la semilla: mientras menos activo esté, más tiempo se conserva. Para disminuir la actividad metabólica basta con bajar la temperatura y mantener la semilla seca, pero sin exagerar; si la humedad baja de un 2–5%, la semilla se daña. En resumen, para conservar la viabilidad de las semillas por más tiempo se recomienda:

- Guardarlas en temperaturas bajas.
- Mantenerlas secas, pero sin deshidratarlas en exceso.
- Reducir al mínimo la presencia de oxígeno durante el almacenamiento.

4.4.2. Factores externos.

Entre los factores ambientales más importantes está la humedad.

La semilla necesita absorber agua para activar nuevamente su metabolismo y empezar a germinar. Esto sucede porque existe una diferencia de potencial hídrico entre la semilla seca y el ambiente; normalmente la semilla tiene un potencial hídrico más bajo, así que el agua entra por sí sola.

Durante la germinación, el agua llega hasta el embrión pasando por las paredes de la cubierta de la semilla, siempre siguiendo el gradiente de potencial hídrico.

Si el suelo o el sustrato tiene mucha sal, esto puede frenar o impedir que la semilla absorba agua, lo que evita que germine. Por ejemplo, la alfalfa es muy sensible a la salinidad.

Cuando la semilla ya germina y sale la radícula, la plántula depende totalmente de las nuevas raíces para crecer y absorber el agua necesaria. Tanto la falta como el exceso de agua son perjudiciales: pueden reducir el porcentaje de germinación o incluso impedirla por completo.

Temperatura

La temperatura es uno de los factores más importantes porque regula la germinación y el crecimiento inicial de la plántula. Afecta directamente la actividad de las enzimas que permiten las reacciones internas de la semilla después de hidratarse.

Aireación

La semilla necesita un buen intercambio de gases con el ambiente. El oxígeno es esencial para la respiración durante la germinación. Si el oxígeno no logra llegar al embrión—ya sea por un sustrato muy compacto o por las cubiertas de la semilla—la germinación se vuelve lenta, irregular o puede no ocurrir. Además, hay que tener en cuenta que, la cantidad de O₂ que llega al embrión disminuye a medida que aumenta la disponibilidad de agua en la semilla (INTA, 2024).

Luz. La iluminación puede afectar a la germinación de diferentes formas, dependiendo de la especie. El efecto que la luz tiene sobre las semillas va a permitir clasificar a éstas en distintas categorías:

La iluminación también influye en la germinación, aunque su efecto depende de cada especie. Según su respuesta a la luz, las semillas se pueden clasificar en tres grupos:

- FOTOSENSIBILIDAD POSITIVA: son semillas que germinan mejor cuando reciben luz.
- FOTOSENSIBILIDAD NEGATIVA: estas semillas necesitan oscuridad para germinar, ya que la luz puede frenar el proceso.
- NO FOTOSENSIBLES: germinan igual, tanto en luz como en oscuridad (InfoAgro, 2021).

10. Diseño metodológico

10.1. Tipo de investigación

Este estudio se clasifica como explicativo, ya que se orienta a identificar cómo los distintos tratamientos aplicados (AG3, citoquinina y escarificación) inciden directamente en variables relacionadas con el desarrollo inicial del maíz NB-6, como la germinación, la altura, el grosor del tallo, el crecimiento de la raíz y la formación de hojas. Su finalidad es aclarar las relaciones de causa y efecto entre los tratamientos.

Área y modalidad:

La investigación se sitúa en el área de las Ciencias Agropecuarias, Línea (CAG-1: Sistema de Producción Agropecuaria), donde se estudian, analizan y mejoran los diversos sistemas productivos del sector agropecuario. El objetivo es optimizar el uso de los recursos naturales, humanos y tecnológicos para asegurar una producción sostenible.

Dentro de este campo, el estudio se enfoca en la sublínea CAG-1.1: Sistema de Producción Agrícola, que se dedica a evaluar y optimizar los sistemas de producción animal, teniendo en cuenta factores como la alimentación, el manejo, la sanidad y el bienestar de los animales (UNAN, 2021, p. 29).

Según la manipulación de variables:

La investigación es de tipo experimental, ya que se modificaron de manera deliberada los tratamientos considerados como variables independientes. Las respuestas obtenidas se evaluaron bajo condiciones controladas, utilizando un testigo y distintos tratamientos. El procedimiento siguió los lineamientos básicos del diseño experimental aplicado en agricultura, como la aleatorización, las repeticiones y la comparación entre tratamientos.

Alcance temporal:

Corresponde a un estudio transversal (de corta duración). Las mediciones se realizaron únicamente durante la etapa inicial del desarrollo de la plántula, abarcando la germinación y los primeros días o semanas de crecimiento. Las variables se registraron dentro de un periodo limitado, sin extender el seguimiento en el tiempo (Suarez , 2025).

Enfoque filosófico (paradigma):

El estudio se enmarca en una perspectiva positivista o post-positivista, ya que se basa en la formulación de hipótesis que pueden verificarse a través de mediciones cuantitativas. Además, los resultados se analizan estadísticamente para determinar si los tratamientos generan diferencias, siguiendo el enfoque empírico-analítico característico de las ciencias agronómicas (Zo y Sousa Zamalloa, 2017).

La presente investigación se ubicó geográficamente en el municipio de Condega, departamento de Estelí, Nicaragua. Este municipio se encuentra en la región norte del país, una zona reconocida por su actividad agrícola a 185 km de la capital y a 35 km de la cabecera departamental de Estelí.



13°21'54''N 86°24'7'' O, Condega Estelí; se encuentra a 560 msnm

Clima

Condega cuenta con un clima tropical seco con influencia de sabana montañosa. Las temperaturas promedio anuales oscilan entre los 20°C y 26°C; con un período seco bien determinado de noviembre a abril y un período lluvioso de mayo a octubre.". La precipitación anual promedio varía entre 600 mm, y la altitud del municipio fluctúa entre los 800 y 1,350 m.s.n.m. (AccuWeather, 2025).

La vivienda cuenta con condiciones básicas para la instalación del ensayo, incluyendo sombra parcial natural, riego manual, y espacio delimitado para la implementación de tratamientos.

Suelo

El suelo predominante es franco arcilloso, lo que indica una textura interna con buena capacidad de retención de humedad y moderada aireación.

Tipo de diseño

Diseño completamente al azar (DCA)

Se usaron cuatro tratamientos con tres repeticiones de 25 semillas uniformes de la misma variedad y seleccionadas mediante el método de selección masal (solo las semillas del centro de las mazorcas) cada una para un total de 300 semillas de la variedad NB6 recién cosechadas en el Centro Experimental el Limón del CUR-Estelí. Garantizándoles condiciones homogéneas de bandeja y el mismo sustrato para todas (tierra negra) iluminación y manejo Con 3 repeticiones lo que representa 12 unidades experimentales en total.

Métodos de escarificación

Esquema:

Tratamientos (4)

T1 = Testigo (sin remojo ni hormona)

Sin tratamiento tal y como lo siembra el productor.

T2 = Escarificación hídrica 12 h (remojo en agua)

Procedimiento:

Colocación en agua: poner las semillas en un recipiente con agua limpia a temperatura ambiente (25-30°C en climas tropicales).

Tiempo de remojo: dejarlas en remojo durante 12 horas.

Esto permite que las cubiertas duras absorban agua lentamente y favorezca la germinación, se busca hidratar progresivamente la semilla, sin riesgo de dañarla.

Cambio de agua (opcional): si el agua se enturbia, puede cambiarse a las 6 horas para evitar fermentación o malos olores.

Después del remojo, sembrar las semillas en el sustrato húmedo inmediatamente.

Referencia: De acuerdo estudios de (Arevalo Proaño, 2010), el propósito es remover los

Tabla resumida para 1 g de Ácido Giberélico (GA₃)			
Paso	Componente	Cantidad	Observaciones
1	Ácido Giberélico GA ₃	1 g	Hormona en polvo
2	Alcohol 70%	25 ml	Disolver completamente la hormona
3	Agua destilada	Según la preparación (ej. 5 L)	Mezclar la solución alcohólica

inhibidores remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua para proporcionarles oxígenos a las semillas sumergidas.

T3 = Ácido Giberelico AG3

Notas importantes

- GA₃ no necesita cal para ajustar pH, ya que se disuelve bien en alcohol y es estable en un rango de pH amplio.
- Siempre usar agua destilada, no agua de grifo.
- No mezclar GA₃ con soluciones muy alcalinas (puede degradarse).
- Agitar bien la mezcla final antes de aplicar.
- Es un regulador de crecimiento que actúa de manera rápida y sistemática en la planta, ayudando a que sus procesos internos sean más eficientes. Al aplicarlo, los cultivos crecen con más fuerza, energía y responden mejor a diferentes condiciones del ambiente. (Essence Group, 2025).

T4 = Citoquinina

Paso	Componente	Cantidad	Observaciones
1	Citoquinina (BAP, kinetina, etc.)	1 g	Hormona pura
2	Alcohol 70%	21 ml	Disolver completamente la hormona antes de mezclar con agua
3	Agua destilada	5 L	Diluir la solución alcohólica para obtener la concentración final
4	Cal (CaCO ₃)	2,5–5 g	Ajustar pH a ~6–7; añadir poco a poco y medir con pHmetro
5	Mezcla final	5 L	Agitar bien antes de aplicar a semillas

Siempre disolver primero la hormona en alcohol antes de añadir el agua.

Ajustar el pH al final, ya que cambios de pH antes de diluir podrían precipitar la hormona.

Agitar la mezcla antes de cada aplicación para asegurar homogeneidad dependerá del estado de desarrollo en que se encuentren.

La utilización de la citoquinina requiere un procedimiento cuidadoso: preparar la solución adecuada, aplicarla en fases críticas del desarrollo, elegir el método correcto y mantener un equilibrio hormonal. Bien manejada, es una herramienta poderosa para incrementar rendimiento, calidad y vida útil de los cultivos. (Borjas Venturas et al., 2020)

10.2. Población y selección de la muestra

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, por lo tanto, se define la población y la muestra:

Población:

Conjunto de individuos objetos que se interesan en un estudio. (Hernández y otros, 2014, pág. 174)

Estuvo constituida por todas las semillas de maíz (*Zea mays L.*) de la variedad NB-6, que se utilizaron en el experimento que corresponde a un total de 300 semillas (4 tratamientos con 3 repeticiones de 25 semillas por repetición).

Muestras:

Es un subconjunto representativo de la población (Hernández y otros, 2014, pág. 175)

Para determinar el porcentaje de germinación se utilizará el 100% (300 semillas), pero para la medición del resto de variables se utilizaron 10 por cada repetición que representan el 40 % de la población (120 semillas) a través del muestreo aleatorio simple.

Criterios de selección

Semillas visualmente sanas, sin signos de daño físico ni enfermedades.

De tamaño uniforme (selección masal), para evitar sesgos en la germinación.

Procedentes de la misma cosecha y lote, para garantizar homogénea.

Sacarlas en la parte central de la mazorca.

Sujetos Participantes:

Los sujetos participantes en esta investigación son las semillas de maíz que fueron seleccionadas como unidades experimentales, cada semilla representa una unidad de observación y su comportamiento en el proceso de germinación, será analizado para comparar los tratamientos aplicados.

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

Para cumplir con los objetivos planteados en esta investigación se hizo uso de técnicas para la recopilación de información conocida como:

Guía de observación

La guía de observación es un instrumento compuesto por una lista de indicadores redactados en forma de preguntas o afirmaciones, los cuales orientan el proceso de observación señalando los aspectos más importantes a analizar. Este recurso ayuda al observador a enfocarse de manera ordenada en los elementos que realmente forman parte del objeto de estudio, y funciona además como medio para recolectar y registrar datos sobre un hecho o fenómeno. Generalmente, la guía

se presenta en un formato con columnas que facilitan la organización y el registro de la información obtenida. En este caso fue una hoja de campo (García G. , 2021)

Registro fotográfico

El registro fotográfico consiste en documentar de manera sistemática diferentes eventos, objetos o lugares mediante fotografías. Este recurso permite conservar evidencia visual y mantener información a lo largo del tiempo. Es especialmente útil en disciplinas como la arqueología, la historia y la arquitectura, ya que ayuda a captar detalles que podrían perderse o deteriorarse con el paso del tiempo. Para optimizar su búsqueda y estudio, es importante etiquetar y organizar adecuadamente las imágenes, facilitando su acceso y análisis. (Registro Fotográfico, 2024)

Los datos recolectados fueron organizados en tablas y gráficos comparativos.

Se aplicó un análisis estadístico descriptivo (promedios, porcentajes).

La interpretación de resultados se enfocó en determinar cuál tratamiento mostró mejores resultados en tiempo y porcentaje de germinación.

10.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos

Técnica	Instrumento	Descripción ampliada
Codificación y tabulación de datos	Hoja de cálculo Microsoft Excel	Se empleó para organizar y codificar los registros experimentales por tratamiento y repetición. Excel permitió estructurar la base de datos, aplicar filtros, generar tablas dinámicas y preparar la información para análisis estadísticos posteriores.
Análisis descriptivo	Software estadístico (InfoStat)	Se utilizaron para calcular medidas de tendencia central media dispersión (desviación estándar, varianza) y coeficientes de variación. Estos indicadores facilitaron la caracterización inicial del comportamiento de cada variable.

Técnica	Instrumento	Descripción ampliada
Análisis de varianza (ANOVA)	Software estadístico especializado (InfoStat)	Se aplicó para determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos. El ANOVA permitió evaluar la influencia de los bioestimulantes sobre las variables dependientes, garantizando un análisis robusto y confiable.
Pruebas de comparación de medias	Software estadístico y Excel	Se implementaron pruebas post hoc (Duncan y Tukey al 5% de probabilidad) para identificar tratamientos con efectos diferenciados. Estas pruebas permitieron establecer jerarquías entre tratamientos y definir cuáles generaron diferencias significativas lo cual permitió determinar cual fue el mejor tratamiento.

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

Para cumplir con los objetivos planteados en esta investigación a través de un paquete estadístico infostat se va crear y se hará uso de técnicas para la recopilación de información:

Primera etapa, recopilación de fuentes de información:

En esta primera etapa se recopiló información en bibliografía, en páginas web, cartillas y aparte de eso hicimos algunas visitas a la biblioteca de la facultad regional Multidisciplinaria de Estelí.

Segunda etapa, preparación del experimento:

Selección y acondicionamiento del área del vivero casero en Condega, Estelí.

Recolección y selección de semillas de café variedad Parainema.

Preparación de materiales e insumos (sustrato, bandejas, recipientes, etiquetas, herramientas de escarificación, hormonas).

Tercera etapa, aplicación de tratamientos:

Escarificación, hormonas utilizadas en las semillas y un testigo (sin tratamiento).

Método físico: uso de agua o luz.

Siembra de las semillas en condiciones uniformes de vivero.

Cuarta etapa, observación y recolección de datos:

Registro diario de la aparición de plántulas durante 10 días.

VARIABLES A OBSERVAR:

Inicio de germinación (primer día en que aparece una plántula por tratamiento).

Germinación media (día en que se alcanza el 50% de germinación).

Porcentaje de germinación total (número total de semillas germinadas al finalizar el periodo).

Registro de datos en cuadros comparativos por tratamiento.

Quinta etapa

La última parte de la investigación es clasificar y estudiar la información que se recopiló, utilizando los métodos correctos que coinciden con la forma en que se realizó la investigación para obtener resultados y objetivos buenos y claros. Posible los resultados muestran lo que queríamos descubrir y escribimos lo que aprendimos. También hacemos sugerencias que son realistas y se basan en los resultados. El último informe se realiza con una estructura científica clara y lógica, siguiendo las reglas académicas habituales. Los investigadores verifican su trabajo y se aseguran de que sea bueno y correcto. Hacen esto hablando con las personas que los acusaron, defendiéndose en la corte y siguiendo las sugerencias del jurado.

11. Análisis y discusión de resultados

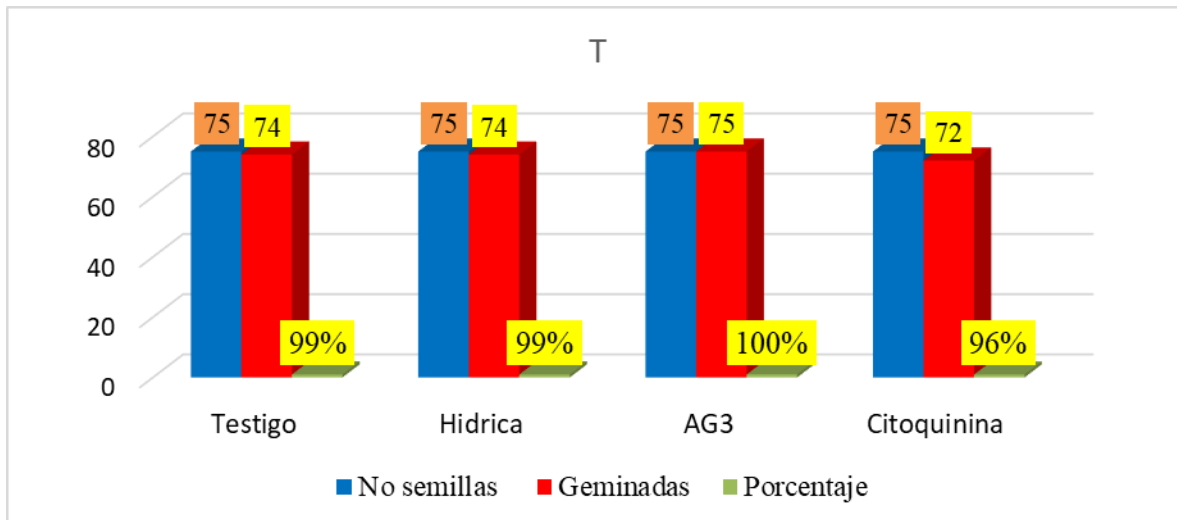
Porcentaje de germinación

Para el porcentaje de germinación se tomó el 100% de la población (semilla), ósea 75 semillas por tratamiento (25 por repetición); se realizaron 4 tratamientos en total fueron 300 semillas.

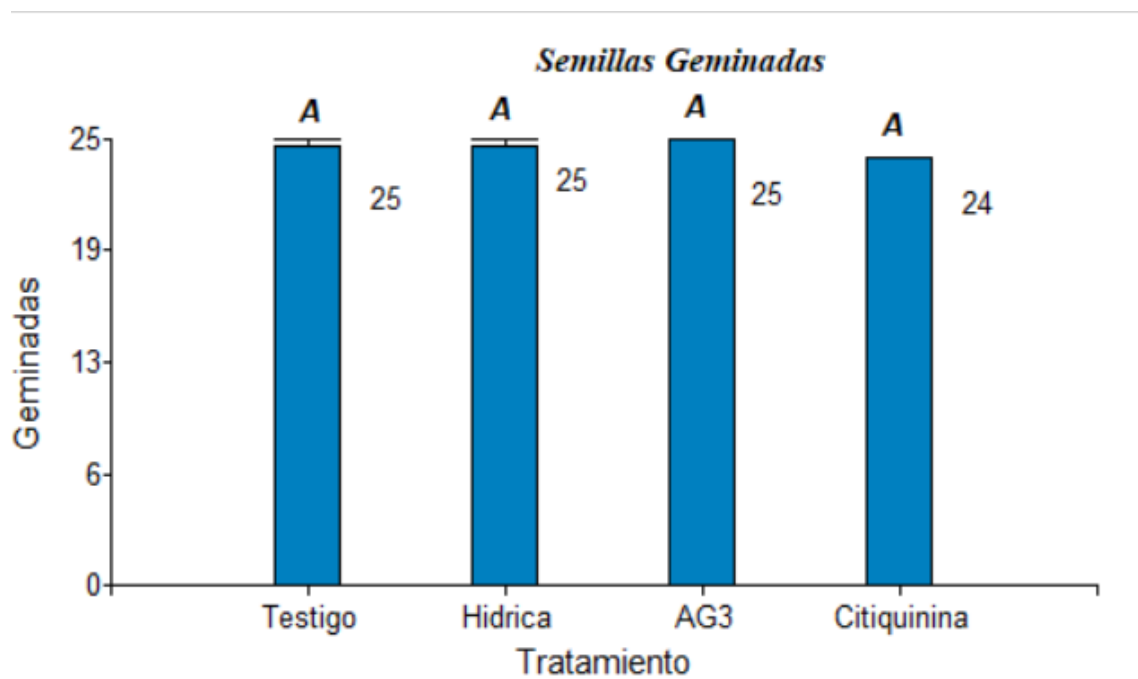
De acuerdo a los análisis estadísticos no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos, lo que indica que todos se comportaron de manera similar. Siendo los siguientes resultados: AG3, 100% de germinación, Testigo y hídrica con el 99% y Citoquinina con el 96%. Lo que demuestra que la semilla es de excelente calidad, con un alto porcentaje de germinación por encima del 95%.

Estos resultados concuerdan con (Cui et al., 2024), que las hormonas como el AG3 y la citoquinina promueven la aceleración de enzimas durante la germinación, así como la división celular y la diferenciación de tejidos, contribuyendo al desarrollo equilibrado de raíces y tallos en plántulas jóvenes. Al igual que (Cargua et al., 2023) afirman que la semilla sometida a remojo en agua y bioestimulantes reducen el tiempo de germinación y el crecimiento rápido de las plántulas de maíz.

Grafica 1. Porcentaje de semillas germinadas



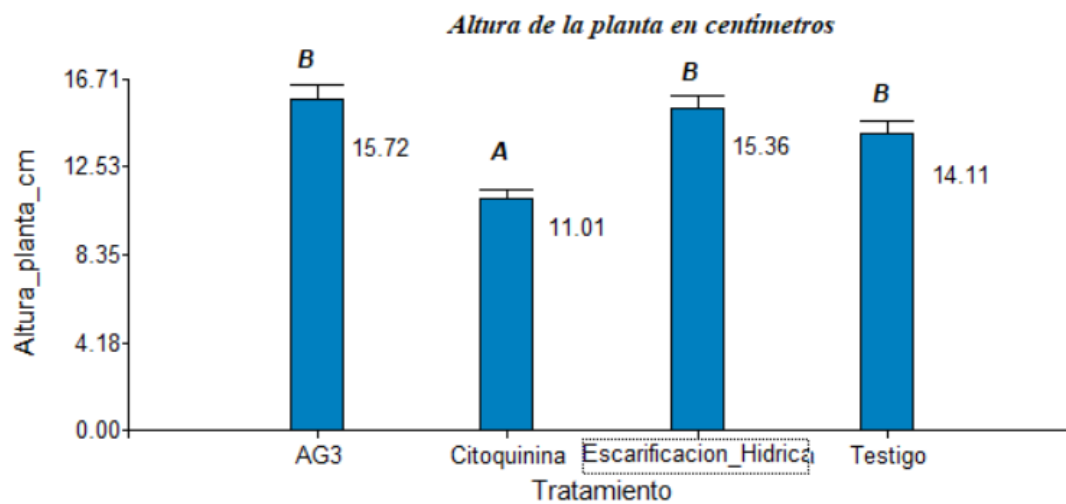
Gráfica 2. Semillas germinadas por tratamiento



En relación a la altura de la planta, el tratamiento que se comportó más bajo fue la citoquinina con un promedio de 11.01 cm, y los otros 4 tratamientos como: el testigo con una media de 14.11cm, Escarificación hídrica con 15.36 cm y AG3 con una media de 15.72cm; estadísticamente se comportaron de manera igual ($p > 0.05$) en su influencia en la altura de la planta.

En un experimento realizado en pasto poa en Riobamba-Ecuador (Tierra Tingo , 2009) donde evaluaron los diferentes niveles de fitohormonas (Citoquininas, Giberelinas, Etileno) en la producción de forraje y semilla poa palustri en este caso afectaron estadísticamente su comportamiento registrándose mejoras con el uso de las giberelinas (AG3) se incrementaron mejores respuestas en la altura y coberturas de las plantas ya que fueron de 39.20, 43.01, 46.28cm respectivamente, coberturas áreas de 48.54, 63.62 y 66.75 % en el mismo orden pero con menor índice de germinación de 63.94 %.

Gráfico 3. *Altura de la planta en centímetros*



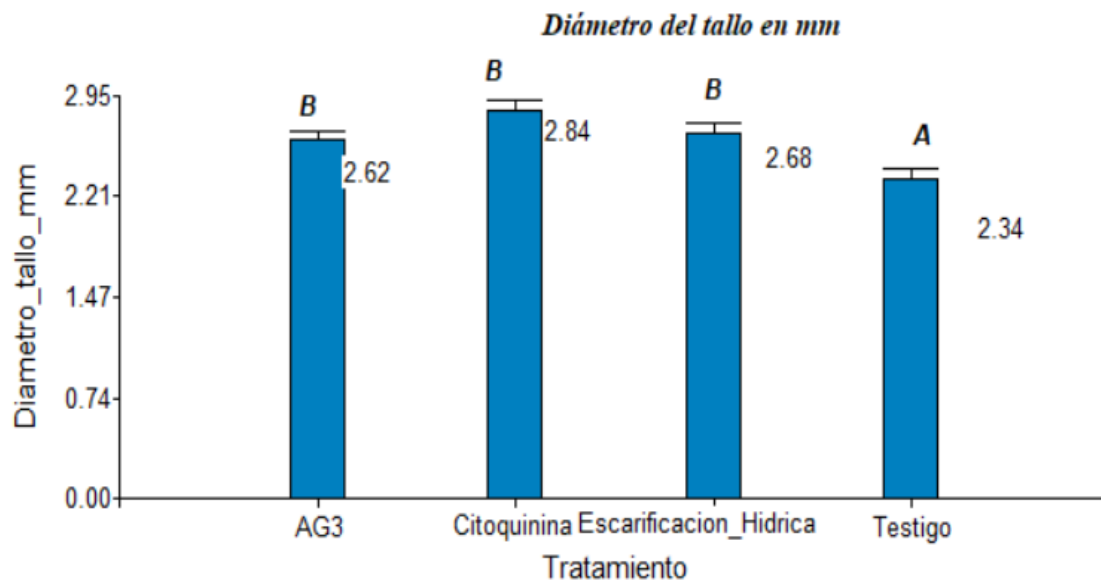
Fuente: base de datos, elaboración propia.

Diámetro del tallo en mm

De acuerdo al diámetro del tallo, si hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos; siendo el testigo que se comportó de manera inferior, el resto de tratamientos AG3, Citoquina y el Testigo se comportaron de manera similar estadísticamente. Aunque la media más alta fue la citoquinina con 2.84mm.

Estos resultados son similares a los obtenidos por (Correa Levano, 2023), en su estudio de determinar el efecto de los cuatro Trihormonales en el crecimiento y producción de maíz híbrido Var. DEKALB-7508, en este estudio presenta porcentajes muy buenos con el uso de citocininas para este tipo de experimento, oscilando de 3.47 a 24.18 % de coeficiente de variación. Obteniéndose para elevación de las plantas resultados de 2.36m, a 2.29 mm; para diámetro de tallo de 32.5 a 31.0 mm.

Gráfico 4. Diámetro del tallo en milímetros



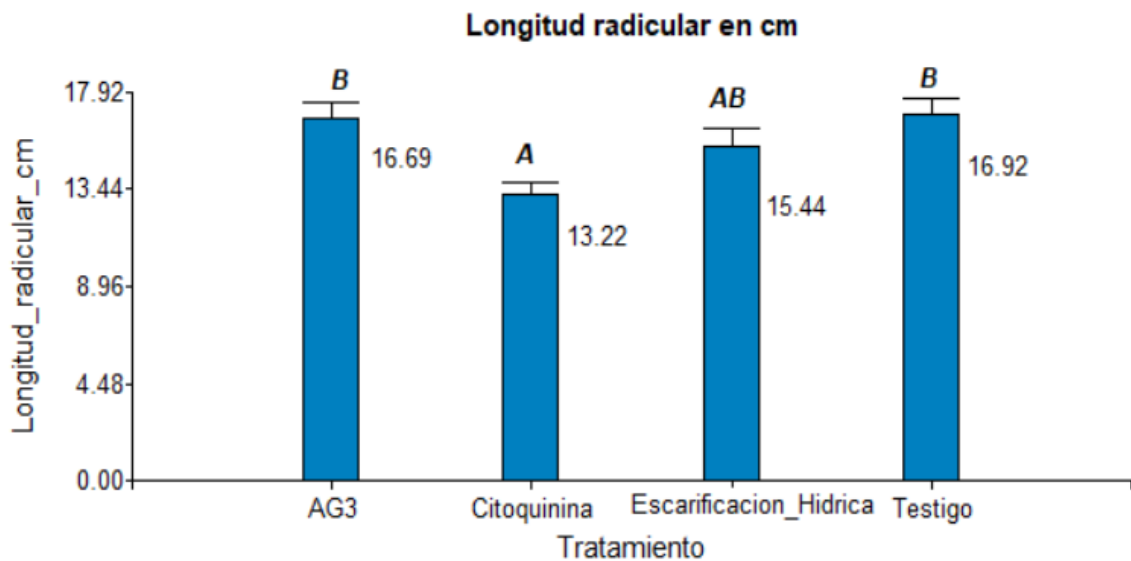
Fuente: base de datos, elaboración propia.

Longitud radicular en cm

En cuanto a la longitud radicular medida en centímetros, los tratamientos Citoquinina fue el que tuvo un menor comportamiento en la influencia del desarrollo radicular, mientras que la Escarificación hídrica tuvo un comportamiento intermedio entre el, pero y el mejor tratamiento con una media de 15.44cm, mientras que los tratamientos AG3 con una media de 16.69 cm y el testigo con una media de 16.92 cm, aunque fue el mejor no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$), con el AG3.

Estos resultados coinciden con lo reportado por el autor (Santillan, 2021), quien menciona que la aplicación del AG3 acelera la germinación y estimula el alargamiento de las raíces jóvenes y conforman que los bioestimulantes pueden mejorar la absorción de agua y nutrientes, contribuyendo a un crecimiento radicular más vigoroso.

Gráfico 5. Longitud de la raíz en centímetros



Fuente: base de datos, elaboración propia.

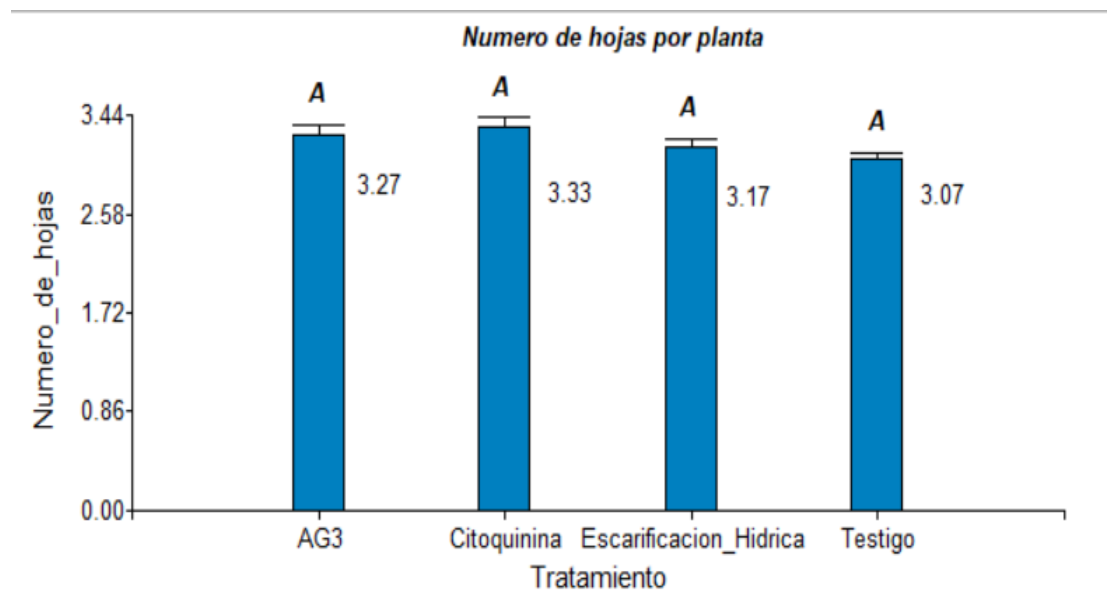
En la gráfica 5, se observa el desarrollo radicular de la plántula de maíz sobre los tratamientos aplicados, en el cual se tomó con la unidad de medida en centímetro. Los resultados muestran que el tratamiento AG3, Fue el tratamiento que obtuvo el mayor promedio de longitud radicular a diferencia a los demás tratamientos (16.69 ± 0.70).

Numero de hojas por planta

En relación al número de hojas por planta, no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) en los cuatro tratamientos, lo que muestra que todos los tratamientos se comportaron igual estadísticamente.

En este sentido, nuestros resultados muestran que mediante la investigación realizada por (Isabel Rodriguez, Eunice Rodriguez , 2010) coinciden, donde se aplicaron diferentes tipos de hormonas a cada tratamiento y se formaron las mismas cantidades de láminas foliares por planta y resaltan que esta variedad de maíz NB6 tienen una tendencia intrínseca a mantener estable el número de hojas frente a los tratamientos, respaldando directamente los resultados

Gráfica 6. Número de hojas por planta



Fuente: base de datos, elaboración propia.

En la gráfica 6, Se observa el número de hojas por planta aplicados, en el cual se hizo un conteo de cada una de las hojas por planta. Los resultados reflejaron que el tratamiento AG3 (3.27),

Citoquinina (3.33), Escarificación Hídrica (3.17) y el Testigo (3.07) no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la producción de hojas (3.33 ± 0.07).

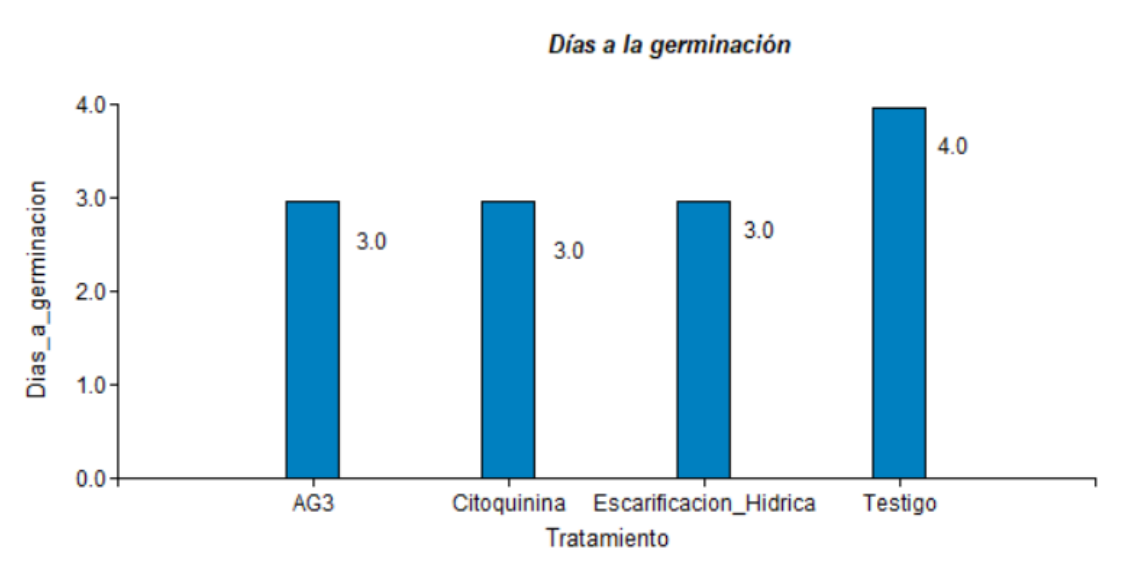
Días a la germinación

En días a germinación tres tratamientos germinaron a los tres días: AG3, Citoquinina y Escarificación hídrica, el testigo germinó a los 4 días. Habiendo un día de diferencia de un 25 % en la reducción del tiempo de germinación entre los tres tratamientos versus el testigo.

Las variables días a germinación no permite un análisis estadístico con ANOVA por ser discreta, tal como lo demuestra la tabla del análisis de la varianza, aunque un día de diferencia biológicamente es significativo, porque esto permite tener una homogeneidad en el cultivo una vez establecido.

Según los estudios realizados en especies de esta misma familia Poaceae, como la (*Brachiaria brizanta*) han demostrado que el uso de tratamientos de pre- germinación con AG3 representa la mejor alternativa más efectiva ya que promueve el desarrollo y germinación más rápido. (Hernandez Flores et al., 2017)

Gráfica 7. Días a germinación



Fuente: base de datos, elaboración propia.

12. Conclusiones

Los tratamientos con AG3, Citoquinina y la escarificación hídrica (3días), redujeron el tiempo de germinación en un día versus el testigo (4 días), indicando que la aplicación de hormonas y el remojo en agua acelera la germinación. El porcentaje de germinación en todos los tratamientos fue por encima del 95%, demostrando que la semilla de NB-6 era de excelente calidad.

La citoquinina fue la que presentó mayor diámetro del tallo con una media de 2.84 mm, en la altura de la planta el AG3 y escarificación hídrica fueron los mejores con 15.72 y 15.36 cm respectivamente, siendo la citoquinina el más bajo. Con respecto a la longitud de la raíz, el testigo (16.92cm) y AG3(16.69 cm) obtuvieron la mayor longitud, la menor fue la citoquinina. Con respecto al número de hojas no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Al comparar el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo inicial se observó que, el AG3 y la escarificación hídrica fueron mejores en crecimiento aéreo y radicular (sin diferencias significativas entre ambos), mientras que la citoquinina incrementó el diámetro del tallo, pero no en altura y longitud de la raíz.

La hipótesis nula se rechaza en parte, porque solo en el diámetro del tallo hubo diferencias significativas en los tratamientos, mientras que en el resto de variables no se observó diferencias entre los tratamientos, manteniéndose la hipótesis nula en este caso y la alternativa para el diámetro del tallo.

13.Recomendaciones

Al personal técnico y a la Universidad:

- Aplicar AG3 en los ensayos o viveros cuando se requiere una uniformidad entre altura y crecimiento de la raíz.
- Profundizar sobre el efecto de la citoquinina, porque mejora el diámetro del tallo, pero no otras variables.
- Realizar este mismo ensayo durante todo el ciclo productivo de la variedad de maiz NB-6, para tener un mayor análisis sobre el efecto en más variables, como tamaño de la mazorca, numero de granos por mazorca, rendimiento promedio / mz.

A los productores:

- Mantener la tradición de pasar por agua durante un día la semilla antes de sembrarla, para reducir el tiempo de germinación y por ser una técnica económica y sana.

14.Referencias

- Azzam, C., Zaki, a.-n., Bamagoos, A., Rady, M., & Alharby, H. (2022). *El remojo de semillas de maíz en bioestimulantes de citoquinina tipo zeatina mejora la tolerancia a la sal al potenciar el sistema antioxidante y la eficiencia fotosintética*. *Plantas*. Retrieved 13 de noviembre de 2025, from <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/8/1004>
- (12 de Junio de 2025). AccuWeather: <https://www.accuweather.com/es/ni/condega/1179001/weather-forecast/1179001>
- ÁNGEL, A. F. (20 de Septiembre de 2020). *PLAN ESTRATÉGICO PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN EL CANTÓN PEDRO CARBO*. Retrieved 17 de 11 de 2025, from <https://cia.uagraría.edu.ec/Archivos/ORTIZ%20ANGEL%20ALEXIS%20FABRICIO.pdf>
- Arevalo Proaño, J. P. (2010). *Tratamientos para mejorar la germinación de semillas de yerba mate*. Zamorano, Honduras. Retrieved 20 de Agosto de 2025, from <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f7c994ad-d66e-480f-a6ad-73ba10ee87b6/content>
- Argüelles Osorio, P. R., Carlos Mourão, D. S., & Rocha dos Santos, P. R. (03 de Abril de 2023). *Cultivar*. Retrieved 17 de 11 de 2025, from Sanidad de semillas, transmisión y patogenicidad de hongos asociados a genotipos de maíz: <https://revistacultivar-es.com/index.php/articulos/Transmisi%C3%B3n-de-la-salud-de-las-semillas-y-patogenicidad-de-hongos-asociados-con-genotipos-de-ma%C3%ADz>.
- Arvensis. (2024). *Fisiología de la germinación de semillas*. España. Retrieved 13 de Julio de 2025, from <https://www.arvensis.com/es/blog-fisiologia-de-la-germinacion-de-semillas/>
- Borjas Venturas, R., Otiniano , A., & Huaman , A. (Noviembre de 2020). *Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura*. Retrieved 23 de Noviembre de 2025, from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592020000200007
- Canal 4. (Viernes de Enero de 2025). *Nicaragua garantiza abastecimiento y calidad en su producción de maíz*. Retrieved 17 de 11 de 2025, from

<https://www.canal4.com.ni/nicaragua-garantiza-abastecimiento-y-calidad-en-su-produccion-de-maiz/>

Cargua , J., Zurita, K., Luzcando, D., Cedeño, G., & Mesías, F. (2023). *Calidad fisiológica y crecimiento temprano de plántulas de maíz en función de dosis y tiempos de remojo de semillas en bioestimulante*. Universidad Científica del Sur. <https://doi.org/10.21142/SS-0401-2023-e076>

Correa Levano, J. L. (2023). *Universidad Nacional San Luis Gonzaga*. Retrieved 28 de Noviembre de 2025, from “EFECTO DE CUATRO TRIHORMONALES EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL CULTIVO DE MAIZ HIBRIDO VARIEDAD. DEKALB-7508 EN LA ZONA MEDIADEL VALLE DE ICA-2022” : <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/aa418e24-bd62-4ba3-a23e-c58055018927/content>

Correa, E. (03 de 02 de 2023). *Universidad Nacional Agraria*. Retrieved 17 de 11 de 2025, from CENIDA: <https://cenida.una.edu.ni/index.php/2023/02/03/nicaragua-produccion-nacional-de-maiz-en-el-2022-supera-los-8-millones-de-quintales/>

Cui, J., Zhang, L., Li, Q., Qi, Y., Ma, J., Guo, D., . . . Wang, H. (2024). *El tratamiento de semillas que contiene ácido giberélico, ácido indol-3-acético y brasinólido mejora la germinación de las semillas de maíz y el crecimiento de las plántulas bajo estrés por frío*. *Revista de Agronomía*. Retrieved 13 de noviembre de 2025, from <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/12/2933#Introduction>

Diaz, D. (2017). *Las Hormonas Vegetales en las Planta*. México.DF: INTAGRI- México. Retrieved 20 de noviembre de 2025, from <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>

Essence Group. (Marzo de 2025). *Cultivando profundamente formulaciones de pesticidas durante más de 20 años*. (Essence, Ed.) Retrieved 23 de Noviembre de 2025, from Modelo de ácido giberélico : 40%SP: https://www.essencechem.com/product/gibberellic-acid.html?gad_source=5&gad_campaignid=273000808&gclid=EAIaIQobChMI7Zq--OqkkQMVpJtaBR1wXTD7EAAYASAAEgIIRfD_BwE

- FAO. (2011). *La Norma Técnica obligatoria nicaragüense NTON-11011-03 Norma para la Producción, Certificación y Comercialización de Semillas de Gramíneas y Leguminosas*. FAO. Retrieved 20 de noviembre de 2025, from <https://faolex.fao.org/docs/pdf/nic45934.pdf>
- FAO. (2024). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024*. FAO. Retrieved 13 de noviembre de 2025, from <https://openknowledge.fao.org/items/ebe19244-9611-443c-a2a6-25cec697b361>
- García , G. (2021). *Concepto de guía de observación*. Retrieved 18 de Julio de 2025, from <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Concepto-de-gu%C3%ADa-de-observaci%C3%B3n/5415159.html>
- García, J., Ruiz, N., Lira, R., Vera, I., & Méndez, B. (2021). *Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo: agronomy. Retrieved 29 de Junio de 2025, from <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/T%c3%a9cnicas%20P ara%20Evaluar%20Germinaci%c3%b3n%2c%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiol%c3 %b3gica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopart%c3%ad culas.pdf>
- Hernández Flores , E., Quero Carrillo, A. R., & Hernández Garay , A. (17 de 10 de 2017). *Métodos de escarificación y germinación en Brachiaria brizantha cv. Insurgente*. Retrieved 7 de 12 de 2025, from <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/381>
- Hernández, R. S., Fernández, C. C., & Baptista , P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F, Mexico: The McGraw-Hill Companies, Inc. Retrieved 6 de Agosto de 2023, from <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- INATEC. (2018). *Granos Básicos. Manual del protagonista*. . Managua, Nicaragua: INATEC. Retrieved 30 de noviembre de 2025, from https://www.tecnacional.edu.ni/media/Granos_Basicos.pdf

- InfoAgro. (2021). *El proceso de la germinación de semillas. Factores que afectan a la germinación*. Retrieved 17 de Noviembre de 2025, from Factores que afectan a la germinación, factores internos, Factores externos: https://www.infoagro.com/documentos/el_proceso_germinacion_semillas__factores_que_afectan_a_germinacion.asp
- INTA. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. Managua: INTA. Retrieved 24 de noviembre de 2025, from <https://es.scribd.com/doc/159002939/INTA-latencia-pdf>
- INTA. (2024). *Presentación de Variedades Mejoradas, Criollas y Acriolladas de Maíz*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria- INTA. Retrieved 13 de noviembre de 2025, from <https://inta.gob.ni/presentacion-de-variedades-mejoradas-criollas-y-aciolladas-de-maiz/>
- Isabel Rodríguez, Eunice Rodríguez . (marzo de 2010). *Bdigital*. http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/34/TDE-2010-05-25T11:15:50Z-1131/Publico/rodriguez_paredes.pdf?hl=es-US
- Laura, N. d. (2020). *COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/88b9cde7-0897-4d9a-a367-df0ec57e1353/content>
- MAG. (2025). *Ciclo agrícola 2025-2026: Más de 196 mil manzanas de tierra sembradas de maíz en Nicaragua*. Managua: Ministerio Agropecuario,(MAG). Retrieved 10 de octubre de 2025, from <https://mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=434:ciclo-agricola-2025-2026-mas-de-196-mil-manzanas-de-tierra-sembradas-de-maiz-en-nicaragua&catid=11>
- Mancipe Murillo, c., Caderón Hernández, M., & Pérez Martínez, L. V. (2018). *Evaluación de viabilidad de semilla de diecisiete especies tropicales altoandinas por la prueba de germinación y prueba de tetrazolio*. Universidad Nacional de Colombia, Biología. Bogota: Caldadia. Retrieved Junio de 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322018000200366

- Matilla, A. (2017). *Desarrollo y germinación de las semillas*. Retrieved 15 de Agosto de 2025, from https://www.researchgate.net/profile/Angel-Matilla/publication/271512205_Desarrollo_y_germinacion_de_las_semillas/links/54ca23f50cf2807dcc28a76e/Desarrollo-y-germinacion-de-las-semillas.pdf
- Pérez García, F., & Pita Villamil, J. M. (2016). *VIABILIDAD, VIGOR, LONGEVIDAD*. Biología Vegetal . Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.coiaclc.es/wp-content/uploads/2016/05/Viabilidad.pdf>
- (2024). *Registro Fotográfico*. StudySmarter. Retrieved 18 de Julio de 2025, from <https://www.studysmarter.es/resumenes/estudios-de-arquitectura/construccion/registro-fotografico/>
- Santillan, L. (23 de agosto de 2021). *renewable energy*. <https://doi.org/10.56845/terys.v1i1.197>
- Suarez , M. G. (6 de 5 de 2025). *Probabilidad y Estadística.nex* . Retrieved 7 de 12 de 2025, from Academia Valderix : <https://www.probabilidadyestadistica.net/estudio-transversal-y-longitudinal/>
- Tierra Tingo , L. E. (2009). *Escuela Superior Politecnica de CHIMBOMBOA*. Retrieved 27 de Noviembre de 2025, from <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/7f7572e7-176d-432a-b804-88aaafc8a036/content>
- UNAN. (2021). *Las líneas y sub líneas de investigación de la unan-managua*. Managua: UNAN-Managua. Retrieved 18 de Marzo de 2024, from [file:///F:/L%C3%ADneas%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Aprobadas%20en%20sesi%C3%B3n%202014-2021%20del%2009Jul2021%20\(1\).pdf](file:///F:/L%C3%ADneas%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Aprobadas%20en%20sesi%C3%B3n%202014-2021%20del%2009Jul2021%20(1).pdf)
- Varela , S. A., & Arana, V. (2010). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos*. Bariloche: Serie técnica: “Sistemas Forestales Integrados”. Retrieved 29 de Junio de 2025, from <http://listas.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf>
- Velasco, M. N. (2009). *Técnica de Escarificación en semillas de Guaje (Laucaena Lehucocephala Lam) De Wit para aumentar la capacidad germinativa*. Universidad Autónoma Agraria ,

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Retrieved 29 de Junio de 2025, from <http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6263/T17655%20NARCIA%20VELASCO%2C%20MARIANO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Vera Litardo, A. A. (2020). *Efectos de hormonas vegetales de rizogenesis en la produccion del cultivo de maiz (Zea mays L.) en condiciones edafoclimaticas*. Retrieved 28 de Noviembre de 2025, from <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7820118e-8ced-450d-9bce-de30b1edfb7d/content>

Zo, J. R., & Sousa Zamalloa, J. R. (24 de Agosto de 2017). *Paradigmas de investigacion*. Retrieved 7 de 12 de 2025, from <https://investigacioncualitativa85.wordpress.com/2017/08/24/paradigmas-de-investigacion-positivista-y-post-positivista/>

15. Anexos

15.1. Anexo A.

Tabla 1. Plantas germinadas por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Geminadas	12	0.60	0.27	1.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.75	5	0.35	1.80	0.2471
Tratamiento	1.58	3	0.53	2.71	0.1377
Repetición	0.17	2	0.08	0.43	0.6699
No semillas	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	1.17	6	0.19		
Total	2.92	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.24636

Error: 0.1944 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Citiquinina	24.00	3	0.28 A
Testigo	24.67	3	0.28 A
Hidrica	24.67	3	0.28 A
AG3	25.00	3	0.28 A

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

Tabla 2. Altura de la planta en centímetros

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura planta cm	120	0.25	0.23	23.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	413.11	3	137.70	12.78	<0.0001
Tratamiento	413.11	3	137.70	12.78	<0.0001
Error	1250.39	116	10.78		
Total	1663.50	119			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.20970

Error: 10.7792 gl: 116

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Citoquinina	11.01	30	0.60	A
Testigo	14.11	30	0.60	B
Escarificacion_Hidrica	15.36	30	0.60	B
AG3	15.72	30	0.60	B

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

Tabla 3. Diámetro del tallo en milímetros

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro tallo mm	120	0.18	0.16	14.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.82	3	1.27	8.62	<0.0001
Tratamiento	3.82	3	1.27	8.62	<0.0001
Error	17.14	116	0.15		
Total	20.97	119			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.25874

Error: 0.1478 gl: 116

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo	2.34	30	0.07	A
AG3	2.62	30	0.07	B
Escarificacion_Hidrica	2.68	30	0.07	B
Citoquinina	2.84	30	0.07	B

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

Tabla 4. Longitud de la raíz en centímetros

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud radicular cm	120	0.13	0.11	24.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	258.84	3	86.28	5.80	0.0010
Tratamiento	258.84	3	86.28	5.80	0.0010
Error	1724.82	116	14.87		
Total	1983.66	119			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.59527

Error: 14.8691 gl: 116

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Citoquinina	13.22	30	0.70 A
Escarificacion_Hidrica	15.44	30	0.70 A B
AG3	16.69	30	0.70 B
Testigo	16.92	30	0.70 B

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

Tabla 5. Número de hojas por planta

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de hojas	120	0.08	0.04	12.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.54	5	0.31	1.93	0.0954
Tratamiento	1.23	3	0.41	2.55	0.0592
Repeticion	0.32	2	0.16	0.99	0.3751
Error	18.25	114	0.16		
Total	19.79	119			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26936

Error: 0.1601 gl: 114

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo	3.07	30	0.07 A
Escarificacion_Hidrica	3.17	30	0.07 A
AG3	3.27	30	0.07 A
Citoquinina	3.33	30	0.07 A

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

Tabla 6. Días a germinación

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días a germinacion	120	1.00	1.00	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22.50	5	4.50	sd	sd
Tratamiento	22.50	3	7.50	sd	sd
Repeticion	0.00	2	0.00	sd	sd
Error	0.00	114	0.00		
Total	22.50	119			

15.2. Anexo B. Fotos

Selección de semilla



Preparacion de hormonas para tratamientos





Preparacion y llenado de bandejas



Siembra de la semila



Proceso de germinación



Evolucion de crecimientos de las plantulas

Medicion para recoleccion de datos



Anexos

Hoja de campo Tratamiento: _____ Repetición: _____ Fecha de recolección:

Tratamiento: _____ Repetición: _____ Fecha de recolección: _____

No Plántulas	No de Tratamiento				Altura de la planta (cm)				Diámetro del tallo(mm)				Numero de Hojas				Peso Fresco (g)				Peso Seco (g)				Calidad de la plántula			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
Promedio																												



¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



