



1859



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja
Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables
Carrera de Agronomía

"Evaluación de los estados fenológicos y rendimiento del cultivo de brócoli con la aplicación de distintas dosis de citoquininas en la Quinta - Experimental La Argelia"

**Trabajo de Integración Curricular,
previa a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo**

AUTORA:

Anabel Jackeline Patiño Zosoranga

DIRECTOR:

Ing. Klever Iván Granda Mora PhD.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 28 de febrero de 2024

Ing. Klever Iván Granda Mora, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: : **"Evaluación de los estados fenológicos y rendimiento del cultivo de brócoli con la aplicación de distintas dosis de citoquininas en la Quinta - Experimental La Argelia"**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, de la autoría del estudiante Anabel Jackeline Patiño Zosoranga, con cédula de identidad **Nro.1150544300**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Klever Iván Granda Mora. PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION

Autoría

Yo, **Anabel Jackeline Patiño Zosoranga**, declaro ser la autora del presente Trabajo de Integración Curricular y examinó expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cedula de Identidad: 1150544300

Fecha: 14 de marzo de 2024

Correo electrónico: anabel.patino@unl.edu.ec

Número de celular: 0989030950

Carta de autorización por parte de la autora para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Anabel Jackeline Patiño Zosoranga**, declaro ser autora del trabajo de Integración Curricular denominado: "**Evaluación de los estados fenológicos y rendimiento del cultivo de brócoli con la aplicación de distintas dosis de citoquininas en la Quinta - Experimental La Argelia**", como previo requisito para obtener el título de **Ingeniera Agrónoma**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tengan convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veintiséis días del mes de abril del año dos mil veinticuatro.



Firma:

Autor: Anabel Jackeline Patiño Zosoranga

Cedula de identidad: 1150544300

Dirección: Amable María

Correo electrónico: anabel.patino@unl.edu.ec

Celular: 0989030950

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Ing. Iván Granda Mora. PhD.

Dedicatoria

Dedico mi presente trabajo de investigación primero a Dios, a la virgen del Cisne, a mis apreciados padres Manuel y Beatriz, a mis queridos hermanos John y Johanna, a mi apreciada hija Ariana Elizabeth quienes han sido un pilar fundamental en mi trayectoria Universitaria.

Pero sobre todo gracias a él, que desde un inicio me acompañó en todos los momentos en especial en los más complicados y difíciles, infinitas gracias por todo Jhandry Fabricio, esposo mío gracias por ayudarme a cumplir este sueño y poder llegar hasta donde estoy ahora.

Anabel Jackeline Patiño Zosoranga

Agradecimientos

Un agradecimiento sincero a la Universidad Nacional de Loja, especialmente a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Renovables, y a la Carrera de Agronomía que pudo brindarme la oportunidad de capacitarme y formarme como profesional.

Así mismo expreso mi gratitud a los ingenieros Franco Guillen y Yomara Fernández por ayudarme a facilitar el acceso de las quintas experimentales de la Argelia.

Agradezco profundamente al Ingeniero Iván Granda, director de este presente Trabajo de Integración Curricular, por su constante apoyo, paciencia y dedicación desde los inicios del Trabajo de Investigación.

Anabel Jackeline Patiño Zosoranga

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos.....	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción.....	4
3.1. Objetivos	6
3.1.1. Objetivo General	6
3.1.2. Objetivo Específico.....	6
4. Marco Teórico.....	7
4.1. Origen y Distribución del brócoli.....	7
4.2. Producción Nacional e Internacional.....	7
4.3. Taxonomía.....	7
4.4. Morfología del Brócoli	7
4.5. Requerimientos climáticos	8
4.6. Híbrido Avenger.....	8
4.7. Fitohormonas.....	8
4.8. Reguladores de crecimiento vegetales.....	9
4.8.1. Las citoquininas	9
4.8.2. Estructura de las citoquininas	9
4.9. Trabajos realizados con citoquininas.....	10
4.9.1. “Respuesta Morfológica en Explantes de Tomate (<i>Lycopersicon Esculentum Mill.</i>) Bajo la Influencia de Diferentes Concentraciones de Citocininas”	10
4.9.2. Producción de Brotes Meristemáticos en Bajas Concentraciones de Citocininas para la Propagación In Vitro de Tomate (<i>Solanum Lycopersicum</i>).	10
4.9.3. Efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del melón (<i>Cucumis melo L.</i>).	10
4.10. Características del producto a utilizar en la investigación.	11
4.10.1. CITOQMAX regulador fisiológico	11

5. Metodología	12
5.1. Ubicación del Ensayo	12
5.2. Diseño Experimental	12
5.3. Metodología General.....	14
5.4. Alcance y tipo de investigación.....	14
5.5. Metodología para el primer objetivo.	14
“Identificar los estados fenológicos del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental la Argelia”	14
5.6. Metodología para el segundo objetivo	16
“Analizar el rendimiento y los costos de producción del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental la Argelia”	16
5.6.1. Variables de rendimiento del cultivo de brócoli.	16
5.6.2. Análisis de costos	17
6. Resultados	18
6.1. Resultados para el primer objetivo:.....	18
“Identificar los estados fenológicos del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental - “La Argelia”.	18
6.2. Resultados para el segundo objetivo:	21
“Analizar el rendimiento y los costos de producción del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental la Argelia”	21
6.2.1. Análisis del rendimiento mediante variables cuantitativas y cualitativas del cultivo de brócoli. 21	
6.2.2. Costos de producción de los tratamientos y la rentabilidad de la producción.	21
7. Discusiones	23
7.1. Discusiones para el primer objetivo	23
7.2. Discusiones para el segundo Objetivo.....	23
8. Conclusiones	25
9. Recomendación	26
10. Bibliografía	27
11. Anexos	31

Índice de Tablas

Tabla 1. Delineamiento del diseño experimental para el análisis del crecimiento y rendimiento del cultivo de brócoli con tres dosis de citoquininas bajo las condiciones edafoclimáticas en el sector La Argelia, Loja.	13
Tabla 2. Dosis utilizadas en campo en el diseño experimental para el análisis del crecimiento y rendimiento del cultivo de brócoli con tres dosis de citoquininas bajo condiciones edafoclimáticas en el sector la Argelia, Loja.	13
Tabla 3. Estados fenológicos del cultivo de brócoli.....	15
Tabla 4. Variables cuantitativas para caracterizar la planta.	15
Tabla 5. Variables cuantitativas del cultivo de Brócoli.....	16
Tabla 6. Formato de los costos generales, costos específicos y costos de producción.....	17
Tabla 7. Valores de rendimiento con respecto a la aplicación de tres dosis de citoquininas en el cultivo de brócoli, sector La Argelia, Loja – Ecuador.	21
Tabla 8. Costos generales de la ejecución del proyecto.	21
Tabla 9 Costos de producción por cada tratamiento.	22
Tabla 10. Cálculo Relación Beneficio/Costo por tratamiento/ hectárea y rentabilidad por hectárea.	22

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del ensayo; A, Mapa del Ecuador; B, Mapa de la provincia de Loja; C, Argelia área del proyecto.	12
Figura 2. Diseño completamente al azar (DCA) de la evaluación de tres dosis (D) de citoquininas en brócoli: D1 = 0,3 ppm; D2 = 0,6 ppm; D3 = 0,9 ppm y testigo.	13
Figura 3. Duración de las etapas fenológicas del cultivo de brócoli (var. Italica) con tres dosis de citoquininas y un testigo.	18
Figura 4. Altura de las plantas de brócoli usando diferentes dosis de citoquininas desde la siembra hasta la cosecha.	19
Figura 5. Número de hojas por planta de brócoli usando diferentes dosis de citoquininas desde la siembra hasta la cosecha.	19
Figura 6. Longitud de la hoja de brócoli usando diferentes dosis de citoquininas desde la siembra hasta la cosecha.	20
Figura 7 Diámetro del tallo de brócoli a partir de 10 DDS hasta los 115 DDT de acuerdo a los tratamientos respectivos.	20

Índice de Anexos

Anexo 1. Preparación del terreno con un monocultor, aplicación de la cal dolomita y revolver nuevamente la tierra arable.	31
Anexo 2. Adquisición de la semilla variedad Avenger, sustrato, semilleros y semilla cultivada..	31
Anexo 3. Primera aplicación del producto citoqmax a los 10 días después de la siembra.	31
Anexo 4. Delimitación de parcelas en la quinta experimental “ La Argelia” y transplante de plántulas de brócoli a los 30 días después de la siembra	32
Anexo 5. Segunda, tercera, cuarta y quinta aplicación de tres dosis de citoqmax.	32
Anexo 6 Seguimiento fenológico (Crecimiento vegetativo, Inducción floral y formación de pella)	32
Anexo 7. Etiquetado y toma de datos de las variables de crecimiento.	33
Anexo 8. Riego de las plántulas de brócoli y limpieza de malezas en el cultivo.	33
Anexo 9. Cosecha, transporte y evaluación del peso, diámetro y altura de la pella.	33
Anexo 10. Certificado de la traducción del resumen.	34

1. Título

"Evaluación de los estados fenológicos y rendimiento del cultivo de brócoli con la aplicación de distintas dosis de citoquininas en la Quinta - Experimental La Argelia".

2. Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar los estados fenológicos y rendimiento en el cultivo de brócoli mediante la aplicación de distintas dosis de citoquininas en la Quinta Experimental - “La Argelia”, ubicado en la ciudad Loja en la parte Sur de la ciudad. Se utilizó un diseño completamente al azar con la variedad de brócoli Avenger (*Brassica Oleracea* var. Italica) con un total de 400 plantas experimentales en un área de 144 m², con 4 tratamientos (T1= 0,3 ppm, T2=0,6 ppm; T3=0,9 ppm y T4= Testigo) y 4 repeticiones. Se evaluaron de manera oportuna los estados fenológicos del cultivo hasta su madurez fisiológica. También se analizaron los costos de producción de cada tratamiento y la rentabilidad de los mismos. Posteriormente, como resultados se obtuvieron para el seguimiento fenológico, que el T3 (dosis 0,9ppm) y T2 (dosis 0,6 ppm) influyeron positivamente que el cultivo de brócoli tenga una madurez retardada de 15 días, a diferencia del T1 (dosis 0,3 ppm) y T4 (Testigo). Así mismo, se analizaron variables de crecimiento donde no se evidenció diferencias significativas, sin embargo, sobresalió el T3 en altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y longitud de la hoja. También se pudo determinar que el T4 destacó con el mayor rendimiento (24,96 t/ha), una relación de beneficio/costo de 1,4 y una rentabilidad de 5 833 dólares por hectárea con respecto a los otros tratamientos.

Palabras clave: fenología, citoquininas, rendimiento, costos, rentabilidad.

Abstract

The main objective on this research was to **evaluate the phenological states and yield in the cultivation of broccoli through the application of different doses of cytokines at Quinta Experimental “La Argelia”**, located in the city of Loja in the southern part of the city. A completely random design was used with the Avenger broccoli variety (*Brassica Oleracea* var. *Italica*) with a total of 400 experimental plants in an area of 144 m², with 4 treatments (T1 = 0.3 ppm, T2= 0.6 ppm; T3 = 0.9 ppm and T4 = Witness) and 4 repetitions. The phenological states of the crops were evaluated in a timely manner until its physiological maturity. The production costs of each treatment and their profitability were also analyzed. Subsequently, as results were obtained for phenological follow-up, that T3 (dose 0.9ppm) and T2 (dose 0.6 ppm) positively influences the fact that the broccoli culture has a delayed maturity of 15 days, unlike T1 (dose 0.3 ppm) and T4 (witness). Likewise, growth variables were analyzed where no significant differences were evident, however, the T3 stood out in plant height, stem diameter, number of leaves and leaf length. It was also possible to determine that the T4 stood out with the highest yield (24.96 t/ha), a benefit/cost ratio of 1.4 and a profitability of \$5,833 per hectare compared to other treatments.

Keywords: phenology, cytokines, performance, costs, profitability.

3. Introducción

El brócoli es una de las principales hortalizas ricas en calcio y fósforo, es consumida principalmente en los países de Japón, Italia, Francia Holanda e Inglaterra; también es conocida por sus propiedades para la salud, dentro de ellas las cancerígenas [\(Toledo, 2003\)](#). En Ecuador, el cultivo de brócoli es un producto que aporta a la economía nacional, generando empleos, principalmente en las provincias donde se produce esta hortaliza, como: Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Imbabura y Pichincha [\(Duque & Murillo, 2021\)](#).

En hectáreas sembradas del cultivo, China, India y Estados Unidos siguen a la cabeza, mientras que Ecuador ascendió al puesto 13 en ranking de 98 países [\(Sánchez et al., 2020\)](#). Esto nos da a entender que nuestro país por falta de tecnología inapropiada, deficiencia de fertilidad del suelo y reducción de hectáreas de tierra no puede competir con otros países que producen más en superficies pequeñas, mejor manejo de tecnología y fertilidad en los suelos, con un promedio de más de 9.000 hectáreas de esta hortaliza sembradas entre 2017 y 2019 [\(Sánchez et al., 2020\)](#).

Los reguladores de crecimiento vegetal son elaborados mediante compuestos sintetizados químicamente o derivados de otros organismos. Así mismo, son similares a las hormonas vegetales que desempeñan funciones importantes en la regulación de diversos procesos bioquímicos a nivel celular en los organismos [\(Alcantara-Cortes et al., 2019\)](#). Entre ellos podemos destacar a las citoquininas que tienen la capacidad de estimular e inducir una fuerte proliferación y división celular en la planta [\(Alcantara-Cortes et al., 2019\)](#). Normalmente pueden inducir la emergencia, elongación de las raíces y activar la senescencia de las hojas, lo que estimula el desarrollo morfogénico de las plantas y juegan un papel importante en la proliferación y generación de producción de brotes del mismo [\(Alcantara-Cortes et al., 2019\)](#).

Una principal problemática en el cultivo de brócoli es la etapa de la cosecha que le ocasiona un alto estrés y una senescencia acelerada [\(Hasperué, 2012\)](#). Lo cual, provoca el amarillamiento del órgano junto con la pérdida de proteínas, azúcares, entre otros, ocasionando pérdidas económicas notables de algunas empresas, productores mayoristas para la exportación y venta del mismo.

Pocas investigaciones indican que la aplicación de citoquininas en la producción de brócoli en las diferentes etapas fenológicas del cultivo modifican positivamente la producción, en donde se pueden evidenciar un aumento significativo en el rendimiento especialmente en el peso de la pella y senescencia del fruto, puesto que estas son muy importantes para la calificación de la calidad de acuerdo a las tolerancias permitidas por algunas empresas del Ecuador y lo cual define

el precio final del brócoli ([Costa, 2005](#)).

La cantidad de citoquininas en una planta está directamente relacionada con el contenido de nitrógeno del suelo; cuando los niveles de nitrógeno son bajos, los niveles de citoquininas disminuyen y cuando los niveles de nitrógeno del suelo son altos, el perfil de citoquininas en la planta aumenta ([J. A. Checca, 2018](#)).

En base a ello, son pocas las investigaciones que dan cuenta de la utilización de los reguladores de crecimiento vegetales en cultivos hortícolas como el brócoli, por ello no existe información documentada del efecto de diferentes dosis de citoquininas en cultivos hortícolas al sur del Ecuador, por lo que, la presente investigación: Evaluó los estados fenológicos y rendimiento en el cultivo de brócoli mediante la aplicación de distintas dosis de citoquininas en “La Quinta Experimental – La Argelia”.

3.1.Objetivos

3.1.1. Objetivo General

- Evaluar los estados fenológicos y rendimiento en el cultivo de brócoli mediante la aplicación de distintas dosis de citoquininas en la Quinta Experimental - “La Argelia”

3.1.2. Objetivo Especifico

- Identificar los estados fenológicos del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental - “La Argelia”.
- Analizar el rendimiento y los costos de producción del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental - “La Argelia”.

4. Marco Teórico

4.1. Origen y Distribución del brócoli

El brócoli es oriundo de Asia Central y Europa, en la contemporaneidad se encuentra en Italia, Siria y Libia. También, lo introdujeron al continente Europeo, donde tomaron algunos ejemplares para regresar a su país con algunas plantas, de tal manera que se expandiera su producción a nivel internacional. Así mismo, los primeros ejemplares de esta planta fueron provenientes de las coles y las coliflores ([Romero, 2011](#)).

4.2. Producción Nacional e Internacional

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación FAO, ([Sánchez et al., 2020](#)) nos menciona que la producción mundial de brócoli fue de 37,241,388 toneladas, de las cuales el 81% se concentra en tres países: China, China continental e India. Mientras que Ecuador se encuentra en el puesto 23 con 0,29 por ciento. Así mismo, podemos decir que en hectáreas sembradas Ecuador sube al puesto 13 en el ranking de 98 países ([Sánchez et al., 2020](#)), donde mantienen un promedio de más de 9.000 hectáreas de esta hortaliza sembradas entre 2017 y 2019, lo que arroja un rendimiento de 23,5 t/ha ([Sánchez et al., 2020](#)).

4.3. Taxonomía

Según ([Lascano Zabala, 2024](#)) su clasificación es:

Reino: Plantae, Divison: Magnoliophita, Clase: Magnoliopsida, Orden: Capparales, Familia: Brassicaceae, Genero: *Brassica*, Especie: *oleracea*, Subespecie: var. *Italica*.

4.4. Morfología del Brócoli

El brócoli se caracteriza principalmente por tener una raíz pivotante, que está compuesta por una raíz principal y varias secundarias, donde pueden penetrar hasta 1,20 m de profundidad en el suelo, la amplia capacidad radicular le permite una alta capacidad de absorción de agua, nutrientes y un buen anclaje ([Octavio, 2020](#)). Por otro lado, se caracteriza por tener hojas de color verde oscuro, rizadas, lamina foliar amplia y pueden llegar a tener entre 15 a 30 hojas grandes, cada una aproximadamente miden de 50 cm de largo y 30 cm de ancho ([Octavio, 2020](#)).

Su tallo principal se caracteriza por tener un diámetro que varía entre 2 a 6 cm, la longitud del mismo va desde los 20 cm hasta los 60 cm de altura y la parte superior del tallo es limitada por el desarrollo de su inflorescencia [\(Toledo, 2003\)](#). También podemos decir que sus flores son pequeñas, debido a su gran número, son completas, regulares e hipogeas, se muestran de color amarillo. [\(Octavio, 2020\)](#). nos da a conocer, que el fruto es una silicua de color verde, contienen a las semillas y estas miden de 2 a 3 mm de forma redonda [\(Toledo, 2003\)](#); [\(Octavio, 2020\)](#).

4.5.Requerimientos climáticos

Esta hortaliza requiere climas templados y fríos, con una temperatura media de 15 a 18 °C, y se desarrollan en suelos fértiles, con textura media, buen drenaje, pH neutro y la ausencia de salinidad en el suelo [\(Tessan, 2021\)](#); [\(Zamora, 2016\)](#). Así mismo, requiere un constante abastecimiento de agua, en sus primeras fases fenológicas con una humedad relativa entre 70 % a 80% [\(Zamora, 2016\)](#). Niveles altos de riego en el cultivo se obtienen máximos rendimientos [\(Zamora, 2016\)](#).

4.6.Hibrido Avenger

El brócoli Avenger es un híbrido de color verde azulado con cabezas grandes, compactas, pesadas y distintivos floretes de grano fino [\(Catota Ramos & Ramírez Sabando, 2020\)](#). También tiene una excelente resistencia en la postcosecha con mayor duración en el color calidad del fruto [\(AGROTA, 2020\)](#).

4.7.Fitohormonas

Las fitohormonas son compuestos orgánicos generados por las plantas que se sintetizan en una parte y se lo transfieren a otra parte. Es decir, provocan una respuesta fisiológica en concentraciones muy bajas para lo cual atraviesan a las membranas celulares o actúan como receptores. Por otro lado, son moléculas creadas por algunas células vegetales en cantidades bajas que controlan la mayoría de procesos fisiológicos como la división celular, diferenciación de órganos aéreos, raíces y crecimiento vegetativo [\(Bottini, 2019\)](#).

4.8.Reguladores de crecimiento vegetales

Los reguladores de crecimiento vegetal son similares a las fitohormonas y son compuestos creados químicamente u obtenidos de otros organismos. Son esenciales para controlar algunos procesos a nivel celular en organismos vegetales, entre ellos: acelerar, alterar o inhibir ciertos procesos fisiológicos en las plantas, así como su reacción al estrés biótico, abiótico, etc., en pequeñas dosis ([Alcantara-Cortes et al., 2019](#)).

4.8.1. Las citoquininas

La citoquinina es una fitohormona descubierta tras la búsqueda de una molécula capaz de estimular la proliferación de células en cultivos de tejidos vegetales ([Borjas, 2020](#)); ([Duval,2006](#)). Así mismo, son sintetizadas por algunos microorganismos (bacterias y hongos), la mayoría son fitopatógenos como: *Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas savastanoi* o el hongo *Plasmodiophora brassicae*, estos microorganismos producen y segregan citoquininas, lo que provoca alteraciones positivas en su desarrollo ([Borjas, 2020](#)).

Sus principales funciones son: estimular la división celular, proliferación de yemas axilares, acción morfogénica al inducir la formación de órganos y son agentes movilizadores de numerosas sustancias, llevándolas a las áreas donde la planta lo necesite ([Borjas, 2020](#)); ([Duval,2006](#)). Además, ayudan a retrasar la senescencia foliar del fruto, al retrasar el tiempo de desaparición de la clorofila y la degradación de las proteínas ([Borjas, 2020](#)).

4.8.2. Estructura de las citoquininas

Son moléculas derivadas de la adenina con una cadena lateral (isoprenoide o aromática) unida a un grupo amino 6 del anillo purínico. Dentro de la misma se encuentra la zeatina, la isopenteniladenina y la dihidrozeatina ([Bermúdez-Carabaloso et al., 2017](#)). También ciertos compuestos sintéticos derivados de la difenilurea como el CPPU y el tidiazuron se consideran como citoquininas que actúan como análogos estructurales con una actividad muy potente ([Lagos, 2018](#)).

4.9.Trabajos realizados con citoquininas

4.9.1. “Respuesta Morfológica en Explantes de Tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) Bajo la Influencia de Diferentes Concentraciones de Citocininas”

[\(García, 2019\)](#) nos da a conocer en el estudio realizado que, evaluaron tres materiales genéticos, variedad Cherry, variedad Floradade e híbrido Micaela, con 4 concentraciones de citoquininas entre ellas: 0,5 mg/L ; 1 mg/L; 1,5 mg/L; 2 mg/L y Testigo respectivamente. Como resultados positivos obtuvieron la variedad Cherry seguida del híbrido Micaela. Así mismo, la mejor respuesta morfológica obtuvo las concentraciones bajas de 0,5 mg/L y 1 mg/L y testigo, para lo cual indica que a menor concentración de citoquinina mayor es la respuesta de los meristemas apicales.

4.9.2. Producción de Brotes Meristemáticos en Bajas Concentraciones de Citocininas para la Propagación In Vitro de Tomate (*Solanum Lycopersicum*).

Así mismo en este estudio realizado en la provincia de Santa Elena, se evaluaron la producción de brotes a partir de explantes meristemáticos cultivados en bajas concentraciones de citoquininas (BAP), se desarrolló de la siguiente manera: 0,0 mg/L (testigo); 0,2 mg/L; 0,3 mg/L y 0,4 mg/L para los genotipos obtenidos 78, 19 y Micaela. Dando como resultado mejor producción de brotes en el genotipo Micaela con concentraciones de citoquininas de 0,3 mg/L y 0,4 mg/L [\(Torres, 2022\)](#).

4.9.3. Efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del melón (*Cucumis melo* L.).

[\(Checca, 2018\)](#) realizó un estudio donde se evaluó el efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad de cuatro híbridos de melón. Donde se evaluaron tres tratamientos 0,0 ml/L testigo; 1,5 ml/L y 3,0 ml/L con los siguientes híbridos (Tacana F1, HB1, HB2 Y Caribbean Gold). Para ello, obtuvieron el híbrido HB1 y Tacana resultaron con un mayor número de frutos. Sin embargo, el híbrido HB2 resultó con mayores rendimientos (peso del fruto) comparada al resto de los híbridos, independientemente de la aplicación de citoquininas.

De acuerdo a estos estudios previos en hortalizas muestran que la aplicación de citoquininas en bajas concentraciones ayuda al desarrollo morfológico, yemas, brotes y también en el

rendimiento y calidad del fruto ([Checca, 2018](#)).

4.10. Características del producto a utilizar en la investigación.

4.10.1. CITOQMAX regulador fisiológico

Citoqmax es un fitorregulador a base de citoquininas que ayuda a aumentar la división y diferenciación celular, favoreciendo un mejor rendimiento con una mayor formación de flores y frutos, Tiene una concentración de 100 ppm y sus principales características ayudan al aumento de tamaño de fruto sin envejecer el follaje y aumenta el flujo de nutrientes hacia los órganos florales y frutos ([Álvarez, 2023](#)).

Así mismo su método de aplicación es previo a las etapas que requieren mayor división celular como trasplante, floración, cuajado y engrose de frutos. Se lo aplica de manera foliar de preferencia salvo que se aplique como complemento a productos para favorecer enraizamiento en cuyo caso sería vía drench. Se aplica por hectárea 750 ml de Citoqmax en 200 litros y es totalmente soluble en agua ([AGROTA, 2020](#)).

5. Metodología

5.1. Ubicación del Ensayo

El trabajo se llevó a cabo en la Quinta Experimental - “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, parroquia San Sebastián, provincia de Loja (Figura 1). Se ubica a 2135 m.s.n.m., con una latitud de 04° 02' 19" S y una longitud de 79° 12' 01" O, con una precipitación anual promedio 1058 mm y una temperatura media anual de 16,3 °C. ([Ayerve et al, 2010](#)).

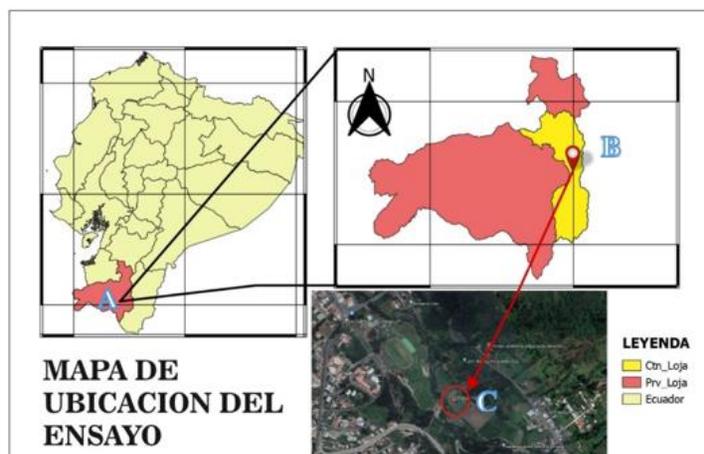


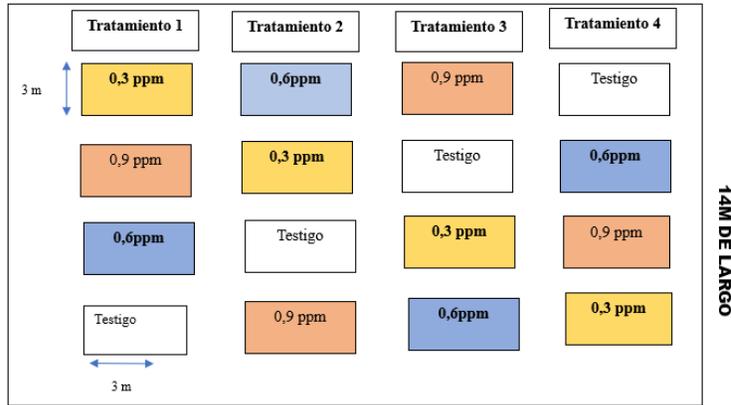
Figura 1. Ubicación del ensayo; A, Mapa del Ecuador; B, Mapa de la provincia de Loja; C, Argelia área del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

5.2. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) (Figura 2), donde se evaluó el estado fenológico y rendimiento del cultivo de brócoli con la aplicación de distintas dosis de citoquininas con 3 repeticiones y 1 testigo, con un total de 16 unidades experimentales (UE), cada UE estuvo conformado por cada parcela.

La dimensión de cada parcela fue de 3 m de largo por 3 m de ancho (Tabla 1). Las dosis del producto citoqmax que se usaron fueron: 0,3 ppm; 0,6 ppm; 0,9 ppm y Testigo que se adquirió en un centro agropecuario (Tabla 2).



14M DE ANCHO

Figura 2. Diseño completamente al azar (DCA) de la evaluación de tres dosis (D) de citoquininas en brócoli: D1 = 0,3 ppm; D2 = 0,6 ppm; D3 = 0,9 ppm y testigo.

Tabla 1. Delineamiento del diseño experimental para el análisis del crecimiento y rendimiento del cultivo de brócoli con tres dosis de citoquininas bajo las condiciones edafoclimáticas en el sector La Argelia, Loja.

DISEÑO	CANTIDAD
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Unidades Experimentales	16
Tamaño de parcela	3m x 3m
Número de bloques	4
Distancia entre surcos	0,6 m
Distancia entre plantas	0,6 m
Distancia entre parcelas	1,0 m
Número de plantas por parcela	25
Número total de plantas	400

Tabla 2. Dosis utilizadas en campo en el diseño experimental para el análisis del crecimiento y rendimiento del cultivo de brócoli con tres dosis de citoquininas bajo condiciones edafoclimáticas en el sector la Argelia, Loja.

TRATAMIENTOS	CITOQUININAS (ppm)	CITOQMAX (ml/L)
Dosis 1	0,3	3
Dosis 2	0,6	6
Dosis 3	0,9	9
Testigo	-----	-----

5.3. Metodología General

La investigación fue de tipo experimental ya que se manipularon directamente las variables para observar las distintas reacciones de las dosis de Citoqmax (100 ppm de citoquininas) con el híbrido Avenger.

Las semillas de brócoli que se obtuvieron en un centro agropecuario, fueron sembradas en bandejas de germinación bajo condiciones controladas. Seguidamente, para la preparación del suelo se trabajó con un tractor agrícola y se dejó reposar por 4-7 días para el control de arvenses (Anexo 1). Mientras se elaboró el almacigo (Anexo 2) en el área de trabajo se aplicó 65 kg de cal dolomita para aumentar el pH del suelo de 5,62 y se dejó reposar por un lapso de 30 días. Luego se procedió a realizar el trazado y división de parcelas experimentales según el diseño elaborado. Al pasar los 30 días después de la siembra, se realizó el respectivo trasplante de plántulas a campo definitivo, estableciendo una distancia de 0,6 m entre hileras y 0,6 m entre plantas (Anexo 4). Durante el ciclo del cultivo se realizaron deshierbes manuales y el riego se efectuó periódicamente según los requerimientos hídricos del cultivo en cada etapa fenológica (Anexo 8). Así mismo, la cosecha se efectuó de forma manual cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, cosechando todas sus pellas de cada unidad experimental (Anexo 9).

5.4. Alcance y tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, puesto que se efectuó un diseño DCA en el que se estableció 3 dosis de citoquininas y un testigo en el cultivo de brócoli, que incluyó evaluar el desarrollo y rendimiento, con el fin de conocer la dependencia que existe con las distintas dosis. Además, los resultados obtenidos se lo analizaron de forma estadística y visual, lo que recalca el carácter cuantitativo y cualitativo de la presente investigación.

5.5. Metodología para el primer objetivo.

“Identificar los estados fenológicos del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental la Argelia”

Para el desarrollo de este objetivo, se utilizó la escala propuesta por [García, \(2021\)](#) que permitió identificar los estados fenológicos del cultivo de brócoli a partir de la aplicación de los tratamientos correspondientes. (Anexo 6).

Tabla 3. Estados fenológicos del cultivo de brócoli.

Estados Fenológicos	Días	Tiempo de duración días
Crecimiento Vegetativo	0 – 50	45- 50
Inducción floral	50 – 70	20
Formación de pellas	70 – 100	30 - 35
Floración	115 – 128	10
Fructificación	128 -	20

La aplicación de las tres dosis de citoquininas fue a los 10 DDS; 30 DDS; 50 DDS; 70 DDS y 90 DDS (Anexo 3). A los 30 DDS se realizó el trasplante de cada plántula del híbrido Avenger en las parcelas correspondientes. Luego se procedió a tomar los datos cada 10 días después de la primera aplicación de al menos 10 plantas por parcela (Anexo 5).

Se analizaron las variables cualitativas y cuantitativas para la caracterización fenológica de la planta de brócoli (Anexo 7).

Tabla 4. Variables cuantitativas para caracterizar la planta.

Descriptor	Unidad	Descripción	N° Plantas/ Frecuencia de Medición
Altura de la planta	cm	Es un indicador de crecimiento, que representa la distancia vertical desde el cuello o la superficie del suelo hasta el ápice terminal del tallo principal.	10 plantas por parcela/ cada 10 Días
Largo de la hoja	cm	La longitud de la hoja es la medición desde la parte puntiaguda en un extremo de la hoja hasta el punto donde la hoja se une al tallo en el otro extremo.	10 plantas por parcela/ cada 10 Días
Diámetro del tallo	cm	El tallo es el eje de la parte generalmente aérea de las cormofitas y es el órgano que sostiene a las hojas.	10 plantas por parcela/ cada 10 Días
Número de hojas	cm	Las hojas son los órganos de la planta especializados en captar la energía de la luz mediante la fotosíntesis. Se contabiliza a partir de las primeras hojas verdaderas.	10 plantas por parcela/ cada 10 Días

5.6. Metodología para el segundo objetivo

“Analizar el rendimiento y los costos de producción del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental la Argelia”

5.6.1. Variables de rendimiento del cultivo de brócoli.

Una vez que el cultivo cumplió todas sus fases y alcanzó la madurez fisiológica, se procedió a cosechar manualmente y realizar las respectivas mediciones para calcular el rendimiento (Anexo 9). A continuación, se detalla las variables medidas:

Tabla 5. Variables cuantitativas del cultivo de Brócoli.

Descriptor	Unidad	Descripción
Peso de la Inflorescencia	g	El peso del fruto es un componente del rendimiento de los cultivos de granos y su valor final. En una balanza gramera se pesó cada inflorescencia y se obtuvo un promedio final de cada tratamiento.
Altura de la Inflorescencia	cm	Es un indicador de medición, que representa la distancia vertical desde el pedúnculo hasta el ápice del fruto. Se mide desde el pedúnculo hasta el ápice del fruto.
Diámetro de la Inflorescencia	cm	El diámetro ecuatorial se define como la máxima longitud rectilínea que se puede obtener de un fruto medido de manera perpendicular. Se procedió a medir con un pie de rey.
Número de pellas cosechadas	Cantidad	Se contabilizó el número de pellas cosechadas en cada tratamiento respectivamente.

5.6.2. Análisis de costos

Para este análisis de costos se determinaron los costos generales de la producción y los costos específicos por cada tratamiento (Tabla 6), utilizando la matriz de costos por rubros utilizadas por [\(Bernal & Díaz, 2020\)](#); [\(MAG,2019\)](#).

Tabla 6. Formato de los costos generales, costos específicos y costos de producción.

Insumos	Unidad	Cantidad	Costos unitarios en dólares (\$)	Costos parciales en dólares (\$)	Costos totales en dólares (\$)
Labores del cultivo	Número de aplicaciones	Jornal	Costos unitarios en dólares (\$)	Costos parciales en dólares (\$)	Costos totales en dólares (\$)
Cosecha	Número de cosechas	Jornal	Costos unitarios en dólares (\$)	Costos parciales en dólares (\$)	Costos totales en dólares (\$)
Costo directo					
Costo Indirecto					
COSTO TOTAL					

Para calcular el costo beneficio de la producción de brócoli por hectárea se determinó con precios referenciales del producto. Así mismo, se determinó la relación beneficio/ costo para los tratamientos utilizando la formula referida por [Pilaloo et al. \(2021\)](#).

$$RB/C = \frac{VAI}{VAC}$$

RB/C=Beneficio/ costo

VAI= Valor actual de la producción

VAC= Valor actual de los costos de inversión.

Seguidamente se calculó la rentabilidad neta por tratamiento y se tomaron en cuenta los beneficios de la producción por hectárea utilizando la ecuación [\(Pilaloo et al., 2021\)](#)

$$R=IB - CP$$

R= Rentabilidad

IB=Índice de Beneficios

CP= Costos de producción.

6. Resultados

6.1. Resultados para el primer objetivo:

“Identificar los estados fenológicos del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental - “La Argelia”.

- Seguimiento fenológico

La figura 3 muestra los días que alcanzó cada etapa fenológica a partir de la aplicación de las tres dosis de citoqmax. La dosis de 0,3 ppm y testigo incidieron que el cultivo de brócoli sea más precoz, ya que cumplieron sus etapas fenológicas en menor tiempo, mientras que la dosis 0,6 ppm y dosis 0,9 ppm necesitaron más días hasta la cosecha (Fig. 3). La etapa de cosecha o formación de pellas se cumplió a los 105 y 115 días respectivamente en las dosis 0,6 ppm y dosis 0,9 ppm, a diferencia de la dosis 1 y testigo que se efectuó a los 95 DDS.

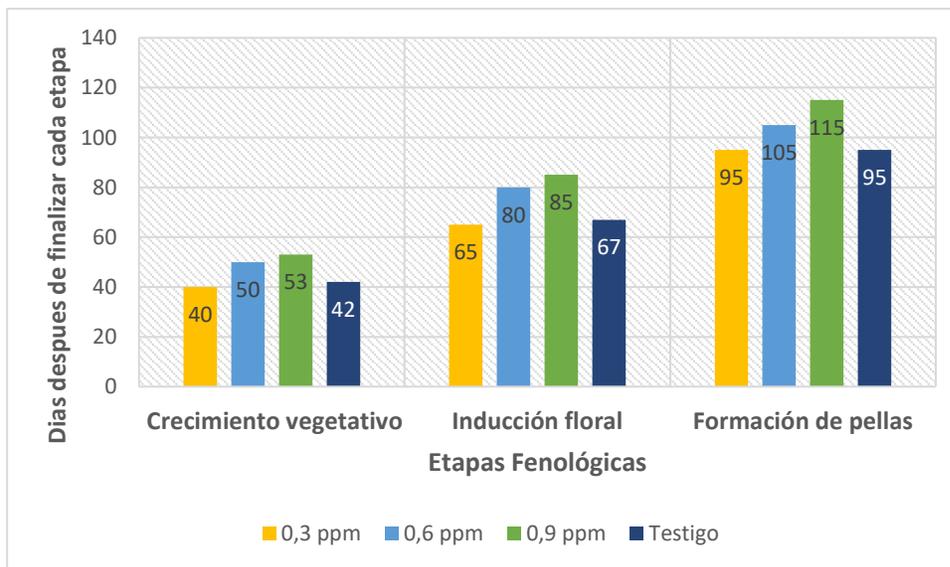


Figura 3. Duración de las etapas fenológicas del cultivo de brócoli (var. Itálica) con tres dosis de citoquininas y un testigo.

- Altura de la planta

La aplicación de citoquininas en diferentes dosis, no mostraron un efecto significativo sobre la altura de la planta ($p\text{-value} > 0,05$). Sin embargo, a partir del día 50 la dosis aplicada de 0,9 ppm tuvo un efecto positivo sobre la altura de las plantas que en promedio fue de 67 cm de altura (Fig 4.).

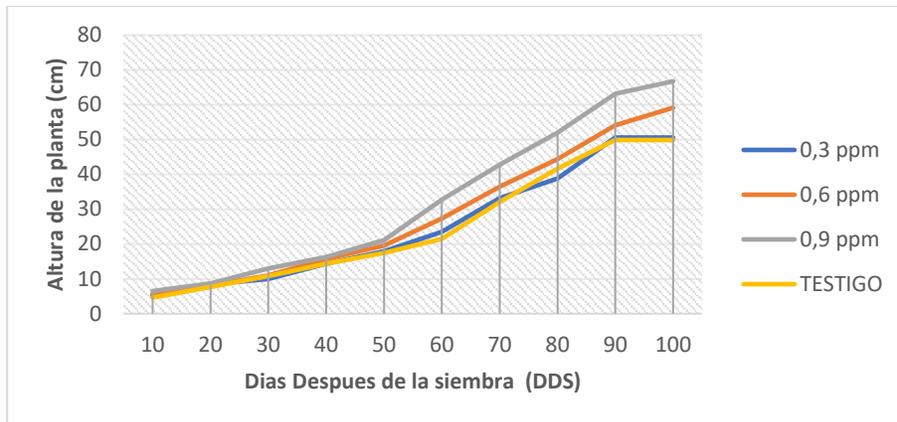


Figura 4. Altura de las plantas de brócoli usando diferentes dosis de citoquininas desde la siembra hasta la cosecha.

- **Número de hojas por planta**

El número de hojas tuvo un incremento positivo cuando se aplicó la dosis de 0,9 ppm, a pesar que no se evidenció diferencias estadísticas, el efecto promotor de crecimiento de las citoquininas fue favorable desde los 60 días (fig 5).

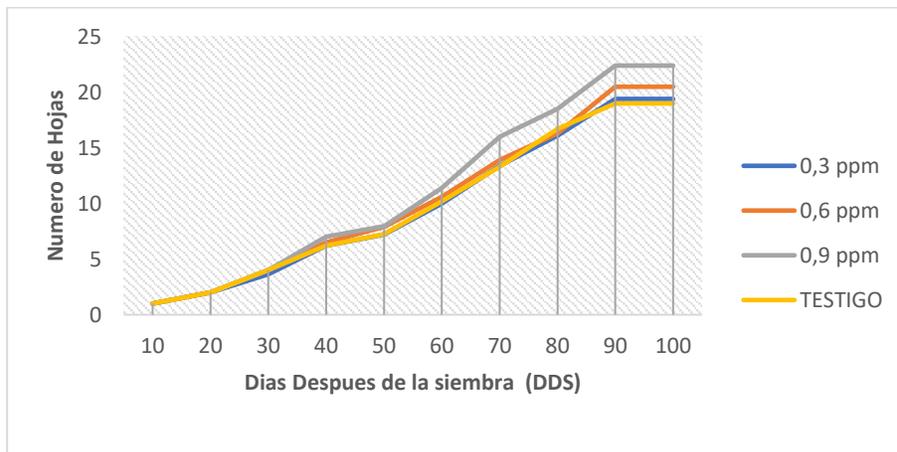


Figura 5. Número de hojas por planta de brócoli usando diferentes dosis de citoquininas desde la siembra hasta la cosecha.

- **Promedio de longitud de hoja**

En la figura 6 se indica que, la longitud de la hoja no mostró un efecto significativo sobre los otros tratamientos. Sin embargo, el testigo tuvo una menor longitud de 36 cm hasta los 100 días.

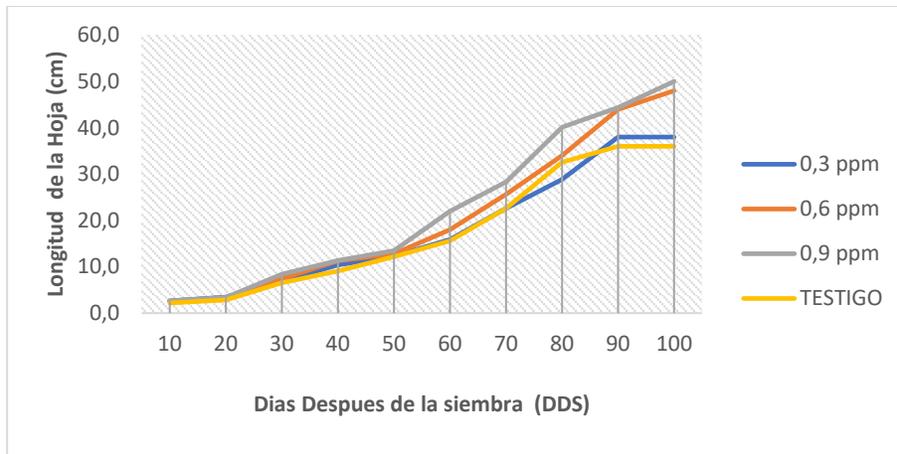


Figura 6. Longitud de la hoja de brócoli usando diferentes dosis de citoquininas desde la siembra hasta la cosecha.

- **Diámetro del tallo**

El diámetro del tallo tuvo un incremento positivo a partir de los 40 DDS. Sin embargo, no se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos.

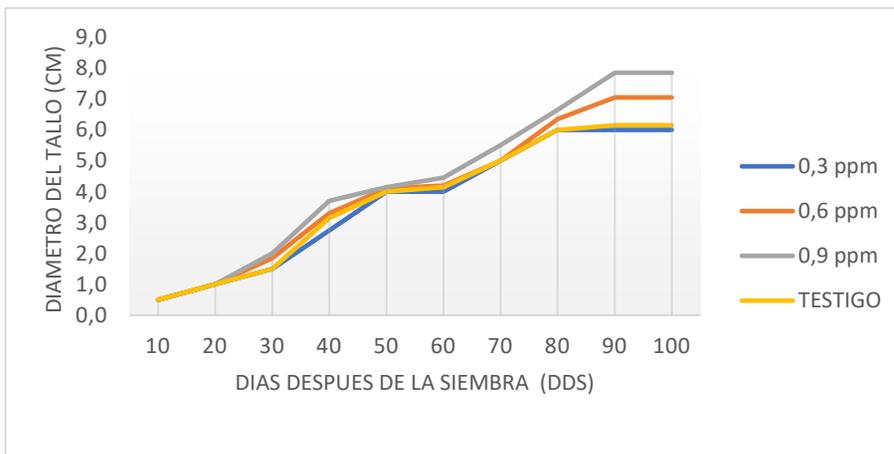


Figura 7 Diámetro del tallo de brócoli a partir de 10 DDS hasta los 115 DDT de acuerdo a los tratamientos respectivos.

6.2. Resultados para el segundo objetivo:

“Analizar el rendimiento y los costos de producción del cultivo de brócoli con la aplicación de tres dosis de citoquininas en la Quinta Experimental la Argelia”

6.2.1. Análisis del rendimiento mediante variables cuantitativas y cualitativas del cultivo de brócoli.

De acuerdo a la tabla 7 el mejor rendimiento se obtuvo con el T3 mediante la aplicación de 0,9 ppm de citoqmax con respecto a los otros tratamientos.

Tabla 7. Valores de rendimiento con respecto a la aplicación de tres dosis de citoquininas en el cultivo de brócoli, sector La Argelia, Loja – Ecuador.

Leyenda: ns = mayor a 0,05; * = menor a 0, 05; ** = menor a 0,01; *** = menor a 0,001

Dosis citoquimax (ppm)	Altura de pella (cm)	Diámetro de pella (cm)	Peso promedio de pella (g)	Rendimiento (kg ha)
0,0	11,46 b	13,20 c	515.85 c	14329,50 c
0,3	11,60 b	12,88 d	512.75 c	14243,00 c
0,6	12,45 a	16,05 b	668.78 b	18577,25 b
0,9	12,55 a	19,10 a	892.45 a	24790,50 a
Citoquinina	***	***	***	

6.2.2. Costos de producción de los tratamientos y la rentabilidad de la producción.

Los costos directos del proyecto de investigación fueron medios y ascendieron a 156\$. Así mismo el costo más alto se evidenció para el T3 y así contar con los valores más representativos.

Tabla 8. Costos generales de la ejecución del proyecto.

Insumos	Unidad	Cantidad	Costos unitarios en dólares (\$)	Costos parciales en dólares (\$)	Costos totales en dólares (\$)
Semillas Sakata	s/n	400	9	9	76
Cal dolomita	saco 40kg	2	14	28	
Análisis de suelo	Datos	1	13	13	
Abono orgánico	saco 40kg	4	6,50	26	
Preparación del suelo	Hora	2	15	30	80
Limpieza de parcelas	jornal	1	15	15	
Recolección de pellas	jornal	1	15	15	
Transporte del producto	carrera	4	5	20	

Costo directo	156
Costo Total	156

Los costos por cada tratamiento fueron elevados, tanto para el área trabajada como por hectárea. El costo del tratamiento T3 fue el más elevado con un total 42,75 por 100 plantas y por hectárea 4275 dólares respectivamente.

Tabla 9 Costos de producción por cada tratamiento.

Tratamientos	Costos generales (\$)	Insumos	Presentación del producto	Costos unitarios en dólares (\$)	Cantidad utilizada	Costos parciales en dólares (\$)	Costos totales para 100 plantas en dólares (\$)	Costos por ha en dólares (\$)
T1 DOSIS 1(0,3 ppm)	39	Citoqmax	100 ml	3,75	33 ml	1,24	40,24	4024
T2 DOSIS 1(0,6 ppm)	39	Citoqmax	100 ml	3,75	66 ml	2,48	41,48	4148
T3 DOSIS 1(0,9 ppm)	39	Citoqmax	100 ml	3,75	99 ml	3,75	42,75	4275
T4 Testigo	39	0	0	0	0	46,25	39	3900

En la tabla 10 se puede observar el rendimiento por tratamiento y por hectárea donde los costos fueron elevados respectivamente y también se muestra la relación beneficio/costo de cada tratamiento donde se consideró los costos específicos por tratamiento y por hectárea.

Tabla 10. Cálculo Relación Beneficio/Costo por tratamiento/ hectárea y rentabilidad por hectárea.

TRATAMIENTOS	100 PLANTAS	Rendimiento por ha (10000 PLANTA)	valor /	valor /	Relación beneficio costo	Rentabilidad neta por tratamiento USD
	Rdto/ t	Rdto / t	producción por tratamiento N° pellas	producción ha 10000 pellas		
T1 DOSIS 1(0,3 ppm)	0,050	5,30	48	4799	1,2	775
T2 DOSIS 1(0,6 ppm)	0,067	6,76	55	5500	1,3	1352
T3 DOSIS 1(0,9 ppm)	0,089	8,99	71	7099	1,7	2824
T4 Testigo	0,051	5,14	47	4700	1,2	800

7. Discusiones

7.1. Discusiones para el primer objetivo

El efecto positivo en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de brócoli en campo pudo estar dado por la aplicación de citoquininas.

Las citoquininas promueven la división celular en tejidos vegetales, lo que ayuda a la proliferación de células y al crecimiento de la planta y eso se evidenció con las dosis aplicadas en el cultivo de brócoli. Sin embargo, la dosis de 0,9 ppm presentó los mejores resultados ya que la etapa de inducción floral fue de 32 días, dando una diferencia de 18 días con respecto a los T1 y T4 debido al efecto de las citoquininas que ayudan a retardar la maduración y senescencia del cultivo. Estos resultados concuerdan con [Scholl \(2020\)](#), donde menciona que el brócoli (var. *Italica*) completa sus tres etapas fenológicas desde los 95 a 105 días, lo que difiere del período más largo de uso de citoquininas de 10 a 15 días. Así mismo [Jiménez & Osorio, 2019](#) indican que el cultivo tiene una duración de tres a cuatro meses desde la siembra hasta su cosecha, donde se puede comprobar la efectividad de las citoquininas al retardar la cosecha del cultivo de la presente investigación con referente a los resultados expuestos.

Por otra parte, en las variables de crecimiento (altura de la planta, longitud de la hoja, número de hojas y diámetro del tallo) no se pudo evidenciar ninguna diferencia significativa esto podría deberse a que se trabajó con la aplicación de citoquininas en sus tres estados fenológicos donde no ayudó un alto nivel para desarrollarse mejor. Sin embargo, la dosis 3 sobresalió con la aplicación de 0,9 ppm/ L con 67 cm altura de la planta, 36 cm largo de la hoja, 22 hojas y 8 cm de diámetro del tallo. Estos resultados coinciden con [Zamora \(2016\)](#) donde nos menciona que la altura del brócoli va desde 0,60 cm hasta 1,00 m, así mismo el número de hojas pueden llegar a tener desde las 15 a 30 hojas y el diámetro va desde los 2 cm hasta los 6 cm, y, por último, el largo es de 20-50 cm hasta la etapa de la cosecha.

7.2. Discusiones para el segundo Objetivo

De los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con algunas investigaciones que demuestran los efectos positivos de citoquininas en diferentes dosis sobre el peso de la pella o frutos en cultivos hortícolas ya que debido a su composición ayuda al desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, etc.), incentivando la fotosíntesis y a reducir los daños causados por stress,

eliminando así las limitaciones del crecimiento y el rendimiento. En la presente investigación se pudo evidenciar rendimientos altos con el T3 y T2 representando más del 40 % con relación al T1 y T4 que se mantuvieron en un rendimiento bajo. ([Noé, 2020](#)), no encontró diferencias significativas frente al testigo con la aplicación del producto fertimar en el diámetro de la pella, altura de la pella y peso de la pella con dosis de 24g/20L de agua, con respecto a otros tratamientos aplicados en su investigación.

Los costos generados por tratamiento con la aplicación de tres dosis de citoquininas, presentaron diferencias de costos entre los tratamientos aplicados, dependiendo de los materiales e insumos y del número de aplicaciones realizadas. En el tratamiento 3 (dosis 0,9 ppm) se obtuvo un costo de 42,75 dólares por 100 plantas tratadas con una previsión por hectárea de 4275 dólares, costos elevados en relación a los costos generados por ([Jiménez & Osorio, 2019](#)) quienes estimaron un valor de 539,33 \$ por hectárea, cuya diferencia de precios se debe a la aplicación de fertilización de base comercial en relación con los costos elevados del producto utilizado en el presente trabajo citoqmax; Así mismo [Romero \(2011\)](#), mencionó de mejores rendimientos con una dosis 0.5cc/L con el producto vigofort que ayuda a regular de manera efectiva distintos procesos fisiológicos y morfológicos, logrando con ello mejorar producción y calidad del fruto obteniendo rendimientos de 26,40 t / ha con una densidad de 43 000 mil plantas, También la relación beneficio/ costo para el tratamiento T3 fue de USD 1,7 por cada dólar de inversión, es decir es más rentable con referencia a los otros tratamientos.

8. Conclusiones

- Las plantas de brócoli tuvieron un desarrollo fenológico favorable donde se aplicó las dosis de 0,9 ppm de Citoqmax, en todos los casos se evidenció el crecimiento uniforme y un adelanto en la cosecha de 14 días aproximadamente.
- El rendimiento del cultivo de brócoli fue significativo en más del 40% con respecto al testigo donde se aplicó 0,9 ppm de Citoqmax. Esto pudo estar dado por pellas de mejor calibre, tamaño y uniformidad que se evidenciaron en dicho tratamiento.
- Económicamente la aplicación de las citoquininas es rentable, se evidenció una rentabilidad de 2824 \$ por hectárea y un beneficio / costo de 1.7.
- Se concluye que la aplicación de citoquininas no presenta alteraciones negativas en el desarrollo fenológico y rendimiento en el cultivo de brócoli. Esto convierte a las citoquininas como un regulador de crecimiento vegetal que pueden ser incorporado en programas de fertilización y nutrición en cultivos hortícolas.

9. Recomendación

- Utilizar biorreguladores de crecimiento vegetal como el producto citoqmax en dosis de 0,9 ppm, en la producción de brócoli en la variedad Avenger (*Brassica oleracea var. Italica*) ya que mejora su producción, retarda la etapa de la cosecha y se obtiene una mejor rentabilidad.
- Realizar trabajos investigativos en dosis de 0.9 ppm/L de agua de vigofort en otras variedades de brócoli.

10. Bibliografía

- AGROTA. (2020). Ficha Técnica *CITOQMAX*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://agrota.com.ec/wp-content/uploads/2020/09/FICHA-TECNICA-CITOQMAX.pdf>
- Alcantara-Cortes, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., & Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.
- Álvarez Zhindón, D. S., & Moreno Ordoñez, W. A. (2023). Diagnóstico del Clima Organizacional para la empresa Agrota Cía. Ltda. y propuesta de un plan de acción Universidad del Azuay].
- Ayerve, J. C., Yaguachi Álvarez, P. X., & Velez Quevedo, J. (2010). Influencia del encalado y aporte de materia orgánica en las propiedades del suelo y en el rendimiento del cultivo de uvilla (*Physalis peruviana* L.), en la estación experimental la Argelia [BachelorThesis]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5572>
- Bedon Romero, N. J. (2011). Aplicación de fitohormonas en el cultivo de brocoli (*Brassica oleracea* l.).
- Bermúdez-Carabaloso, I., Urquiza, M. R., & Padrón, A. J. (2017). Efecto del uso combinado de citoquininas en la formación de yemas adventicias en banano cv. 'Gros Michel' (*Musa* AAA). *Biotecnología Vegetal*, 17(1).
- Bernal, J., & Díaz, C. (2020). Costos de Producción chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13467/Ver_Documento_13467.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bottini, A. R. (2019). Fitohormonas. *Anales de la ANAV*, 70.
- Borjas, R. (2020). Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. Obtenido de Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-3859202000020000
- Catota Ramos, W. d. R., & Ramírez Sabando, J. E. (2020). Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Avenger sakata) con dos abonos Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)].
- Checca, J. A. (2018). Efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del

- melón (*Cucumis melo L.*) Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano].
- Corella Bernal, R. A. (1980). Evaluación de Citocininas aplicadas en el sistema de riego por goteo sobre la calidad y producción de brócoli (*Brassica oleraceae L. var. Italica*).
- Costa, M. L. (2005). Análisis de la senescencia postcosecha de brócoli Universidad Nacional de La Plata].
- Duque, P. I. V., & Murillo, A. Á. (2021). Análisis de los canales de comercialización del brócoli en Ecuador. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 33(3), 181-201.
- Duval, R. (2006). Hormonas vegetales para el crecimiento y desarrollo de la planta. *Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*. vol, 196, 22-27.
- Escobar, E. H. (2021). Evaluación de la extracción de n, pyk en el cultivo de Brócoli Var. Avenger
- Hasperué, H. J. (2012). Rol del metabolismo de hidratos de carbono en la senescencia postcosecha de brócoli Universidad Nacional de La Plata].
- García, J. A. (2021). *Manual del cultivo de Brocoli*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Manual_Cultivo_Brocoli%20(1).pdf
- Jiménez Villalva, E. I., & Osorio Bautista, E. C. (2019). Comparación de los elementos del costo de la producción del brócoli entre los productores del barrio San Vicente de la Parroquia Póalo Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; UTC].
- Lagos, T. (2018). Fitohormonas y Reguladores del Crecimiento Vegetal. Obtenido de Fitohormonas y Reguladores del Crecimiento Vegetal: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento>
- Lascano Zabala, Y. N. (2024). Evaluación de microorganismos para el control de hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli *Brassica olerácea Var. Avenger*
- Le Gall, J. (2009). El brócoli en Ecuador: la fiebre del oro verde. *Anuario americanista europeo*(6-7), 261-288.
- MAG El Salvador. (2019). COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS CICLO AGRÍCOLA 2018-2019. <https://www.mag.gob.sv/wpcontent/uploads/2021/06/INFORME-COSTOS-2018-2019.pdf>

- Octavio, A. K. J. (2020). Evaluación del desarrollo morfológico de diferentes variedades de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) bajo un sistema hidropónico nft universidad agraria del ecuador].
- Pilaloo, W., Aguayo, A., Vaca, D., y Sánchez, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. *Revista Alfa*, 5(15), Article 15. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.129>
- Romero, J. (2011). Aplicación De Fitohormonas En El Cultivo De Brocoli (*Brassica Oleracea* L. Obtenido De <https://Repositorio.Uteq.Edu.Ec/Items/48274760-69b8-4c5f-Aca4303c85144868>
- Sánchez, A. M., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (23 de Octubre de 2020). Produccion de brócoli en el Ecuador. Obtenido de Produccion de brócoli en el Ecuador: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/12/Brocoli-en-Ecuador-1.pdf>
- Scholl, T. (2020). Avenger y Imperial garantizan una producción de calidad durante todo el año. Obtenido de <https://www.sakata.com.br/blog/es/2020/07/31/avenger-y-imperial-garantizan-una-produccion-de-calidad-durante-todo-el-ano/>
- Toledo, J. (2003). Cultivo del brócoli. Manual RI 2003; n. 01,
- Tessan, V. (2021). “Rendimiento Y Calidad De Dos Cultivares De Brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck.) Bajo Tres Densidades De Siembra” . Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5134/tesen-gallardo-victor-hugo.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Torres, E. (2022). 1.9.2. *Producción de Brotes Meristemáticos en Bajas Concentraciones de Citocininas para la Propagación In Vitro de Tomate (Solanum Lycopersicum)*. Obtenido de 1.9.2. Producción de Brotes Meristemáticos en Bajas Concentraciones de Citocininas para la Propagación In Vitro de Tomate (*Solanum Lycopersicum*): chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7538/1/UPSE-TIA-2022-0002.pdf>
- Torres, E. O. (2022). 1.9.1. “*Respuesta Morfológica en Explantes de Tomate (Lycopersicon Esculentum Mill.) Bajo la Influencia de Diferentes Concentraciones de Citocininas*”.

Obtenido de 1.9.1. “Respuesta Morfológica en Explantes de Tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) Bajo la Influencia de Diferentes Concentraciones de Citocininas”:
chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7538/1/UPSE-TIA-2022-0002.pdf

Zamora, E. (2016). El cultivo del brócoli. Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora-Hermosillo. Campo, 1-8.

11. Anexos

Anexo 1. Preparación del terreno con un monocultor, aplicación de la cal dolomita y revolver nuevamente la tierra arable.



Anexo 2. Adquisición de la semilla variedad Avenger, sustrato, semilleros y semilla cultivada.



Anexo 3. Primera aplicación del producto citoqmax a los 10 días después de la siembra.



Anexo 4. Delimitacion de parcelas en la quinta experimenta “ La Argelia” y transplante de plantulas de brocoli a los 30 dias despues de la siembra .



Anexo 5. Segunda, tercera, cuarta y quinta aplicacion de tres dosis de citoqmax.



Anexo 6 Seguimiento fenologico (Crecimiento vegetativo, Induccion flora y formacion de pella)



Anexo 7. Etiquetado y toma de datos de las variables de crecimiento.



Anexo 8. Riego de las plántulas de brócoli y limpieza de malezas en el cultivo.



Anexo 9. Cosecha, transporte y evaluación del peso, diametro y altura de la pella.



Anexo 10. Certificado de la traducción del resumen.

