UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Escuela de Ingeniería Agronómica

TEMA:

EVALUACIÓN DE EXPLANTES EN DOS VARIEDADES DE BUGANVILLA ***(Bougainvillea glabra C.)*** MEDIANTE MULTIPLICACIÓN IN VITRO, CON LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE CITOQUININAS, LAGUACOTO II, PROVINCIA DE BOLÍVAR.

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica.

AUTOR:

Víctor Raúl Quingatuña Gómez

DIRECTORA:

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg

GUARANDA – ECUADOR

2025

EVALAUACIÓN DE EXPLANTES EN DOS VARIEDADES DE BUGANVILLA ***(Bougainvillea glabra C.)*** MEDIANTE MULTIPLICACIÓN IN VITRO, CON LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE CITOQUININAS, LAGUACOTO II, PROVINCIA DE BOLÍVAR.

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg

DIRECTORA

Ing. Alejandro Bosquez Mg.

BIOMETRISTA

Ing. Sonia Fierro B Mg.

REDACCION TECNICA

CERTIFICADO DE AUTORÍA

Yo, Víctor Raúl Quingatuña Gómez con cédula de identidad 0202051504 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor.

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Víctor Raúl Quingatuña Gómez
AUTOR

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg
DIRECTORA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Ing. Alejandro Bosquez Mg.
BIOMETRISTA

Ing. Sonia Fierro B Mg.
REDACCIÓN TÉCNICA

ESCRITURA Nº 20240201004P01170

DECLARACIÓN JURAMENTADA
OTORGA:
VICTOR RAUL QUINGATUÑA GOMEZ.
CUANTÍA: INDETERMINADA.
Di 2 COPIA.

G.C.

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy miércoles a los veinte días del mes de noviembre del año dos mil veinticuatro, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, el señor **VÍCTOR RAÚL QUINGATUÑA GÓMEZ,** de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos. El compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiante, domiciliado en la parroquia San José de Chimbo, cantón Chimbo, provincia Bolívar y de paso por este cantón Guaranda, con celular número cero nueve nueve uno dos siete cinco uno seis nueve y con correo electrónico **vitcor.vq96@gmail.com**, hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a lo cual obtengo las certificaciones de datos biométricos del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documentos habilitantes, además por petición del compareciente agrego sus documentos personales como son la cedula y papeleta de votación. Advertido el compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado que fue en forma aislada y separada de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, así como de la obligación que tiene de decir la verdad y conocedor de las penas de perjurio declara: Yo, **VICTOR RAUL QUINGATUÑA GOMEZ,** de estado civil soltero, portador de la cedula de ciudadanía número cero dos cero dos cero cinco uno cinco cero cuatro, declaro bajo juramento que: los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado **"EVALUACIÓN DE EXPLANTES EN DOS VARIEDADES DE BUGANVILLA (*Bougainvillea glabra C.*) MEDIANTE MULTIPLICACIÓN IN VITRO, CON LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE CITOQUININAS, LAGUACOTO II, PROVINCIA DE BOLÍVAR".** Declaro que el presente trabajo es de mi autoría; la Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y Normativa Institucional vigente. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.- Para la celebración y otorgamiento de la presente escritura se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que les fue al compareciente íntegramente por mí la Notaria, aquel se afirma y ratifica en todas sus partes y firma junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe.----------

SR. VICTOR RAUL QUINGATUÑA GOMEZ.
C.C. 0202051504

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION.
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

EVALUACIÓN DE EXPLANTES EN DOS VARIEDADES DE BUGANVILLA (Bougainvillea glabra C.) MEDIANTE MULTIPLICACIÓN IN VITRO CON LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE CITOQUININAS, LAGUACOTO II, PROVINCIA DE BOLÍVAR.

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	7%	0%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	3%
2	rid.unrn.edu.ar Fuente de Internet	2%
3	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	2%
4	infoagro.com Fuente de Internet	2%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 2%
Excluir bibliografía	Activo		

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.
DIRECTORA

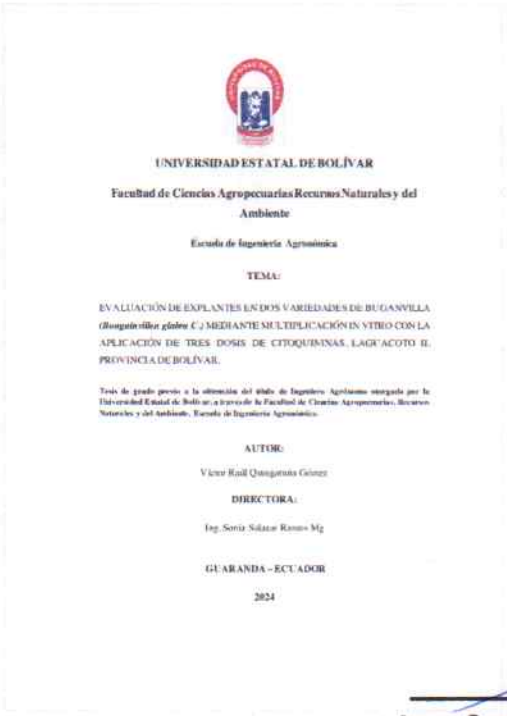
turnitin

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	VÍCTOR ALEJANDRO BÓSQUEZ BARCENES
Título del ejercicio:	46
Título de la entrega:	EVALUACIÓN DE EXPLANTES EN DOS VARIEDADES DE BUGAN...
Nombre del archivo:	TESIS_COMPLETO.....pdf
Tamaño del archivo:	1.61M
Total páginas:	107
Total de palabras:	22,704
Total de caracteres:	111,862
Fecha de entrega:	20-nov.-2024 11:36a. m. (UTC-0600)
Identificador de la entre...	2526392207



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Escuela de Ingeniería Agronómica

TEMA:

EVALUACIÓN DE EXPLANTES EN DOS VARIEDADES DE BUGANVILLA (*Bougainvillea glabra C.*) MEDIANTE MULTIPLICACIÓN IN VITRO CON LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE CITOQUININAS, LAGUACOTO II, PROVINCIA DE BOLÍVAR.

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica.

AUTOR:

Víctor Raúl Quinganmás Gómez

DIRECTORA:

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg

GUARANDA – ECUADOR

2024

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.
DIRECTORA

Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico con todo amor y cariño a mi familia, en especial a mis padres quienes estuvieron presentes todo este tiempo dando todo su sacrificio y esfuerzo para hoy en día poder decir que logre culminar mi carrera universitaria, agradezco el estar presentes y nunca haber dejado de confiar en mi capacidad, aunque hayamos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión cariño y amor.

En especial se la dedico a mi abuelita paterna Juana Quingatuña quien, con su apoyo, confianza, amor y en especial con palabras de aliento las mismas que no me dejaban caer para seguir a delante y me motivaron a continuar día a día durante todos estos 5 años de estudio.

Gracias a todos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco los consejos, afecto y ayuda de los docentes encargados de guiarme en este transcurso, que se mantuvieron firmes brindándome no solo trabajo sino amistad y solidaridad en esta gestión. Incluyo en este equipo aquellos colegas y amigos que también estuvieron presentes.

En fin, agradezco a toda la comunidad universitaria en general quienes con su colaboración me ayudaron a la resolución de problemas que se presentaron durante la elaboración de este proyecto, incentivándome en cada momento a seguir a delante y como resultado se obtuvo el final de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO		pág
	RESUMEN	XVI
	SUMMARY	XVII
I.	**INTRODUCCIÓN**	1
II.	**MARCO TEÓRICO**	5
2.1	Generalidades	5
2.2	Taxonomía	5
2.3	Descripción botánica	5
2.3.1	Sistema radicular	6
2.3.2	Tallo	6
2.3.3	Hojas	6
2.3.4	Flores	6
2.3.5	Fruto	6
2.4	Requerimientos edafoclimáticos	6
2.4.1	Temperatura	7
2.4.2	Clima	7
2.4.3	Luz	7
2.4.4	Suelo	7
2.4.5	pH	7
2.5	Variedades	7
2.5.1	Morados	7
2.5.2	Púrpura más pálido	8

2.5.3	Color rosa a rojo	8
2.5.4	Flores anaranjadas	8
2.5.5	Flores blancas	8
2.6	Plagas y enfermedades del cultivo de buganvilla	9
2.6.1	Plagas	9
2.6.2	Enfermedades	10
2.7	Sistema de propagación	10
2.7.1	Sistema tradicional	10
2.7.2	Sistema por reguladores de crecimiento	11
2.8	Cultivo in vitro	11
2.8.1	Germinación in vitro	11
2.8.2	Cultivo de tejidos vegetales in vitro	13
2.8.3	Algunas dificultades del CTV y de su aplicación en especies leñosas	14
2.8.4	Diferentes sistemas para obtención plantas in vitro	14
2.8.5	Micropropagación	15
2.9	Medio de cultivo	18
2.9.1	Medio de cultivo Sales minerales MS (Murashige y Skoog, 1962) en (mg/l)	18
2.9.2	Micronutrientes en mg/l	19
2.9.3	Vitaminas en mg/l	19
2.9.4	Elaboración de soluciones madre del medio de cultivo murashige y skoog	20
2.9.5	Reguladores de crecimiento vegetal (RCV)	20

2.9.6	Citoquininas	20
III.	**MARCO METODOLÓGICO**	22
3.1	Materiales	22
3.1.1	Localización de investigación	22
3.1.2	Situación geográfica y climática	22
3.1.3	Zona de vida	22
3.1.4	Materiales experimentales	22
3.1.5	Materiales de campo	23
3.1.6	Materiales de laboratorio	23
3.1.7	Materiales de oficina	25
3.2	Métodos	24
3.2.1	Factores en estudio	25
3.2.2	Tratamientos	25
3.2.3	Tipo de diseño experimental	26
3.2.4	Procedimiento	26
3.2.5	Tipo de análisis	26
3.3	Métodos de evaluación y datos tomados	27
3.3.1	Días a la brotación en laboratorio (DBL)	27
3.3.2	Número de brotes por explante (NBE)	27
3.3.3	Número de hojas por brote (NHB)	27
3.3.4	Altura de brotes (AB)	27
3.3.5	Taza de velocidad de multiplicación (TVM)	28
3.3.6	Número de frascos contaminados (NFC)	28

3.3.7	Días a la emisión de raíces (DER)	28
3.3.8	Número de raíces (NR)	28
3.3.9	Longitud de raíz (LR)	28
3.4	Manejo del experimento	29
3.4.1	Selección de las plantas	29
3.4.2	Recolección de muestras	29
3.4.3	Establecimiento del sistema de asepsia	29
3.4.4	Preparación del medio de cultivo	30
3.4.5	Esterilización del medio de cultivo	31
3.4.6	Introducción al medio de cultivo	31
3.4.7	Transferencia del material vegetal	31
IV.	**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**	33
4.1	Días a la brotación en laboratorio (DBL)	33
4.2	Número de brotes por explantes a los 15 días (NBE)	37
4.3	Número de brotes por explantes a los 60 días (NBE)	41
4.4	Número de hojas por brote (NHB)	45
4.5	Altura de brotes (AB)	50
4.6	Días a la emisión de raíces (DER)	54
4.7	Número de raíces (NR)	58
4.8	Longitud de raíz (LR)	62
4.9	Análisis económico de la relación beneficio costo	68
V.	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**	71
5.1	Conclusiones	71

5.2 Recomendaciones 73

VII. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS		pág
1	Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio (DBL) en dos tipos de buganvilla	34
2	Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio en tres dosis de Citoquininas	35
3	Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas	36
4	Promedios de la variable número de brotes por explantes a los 15 días (NBE) en dos tipos de buganvilla	38
5	Promedios de la variable número de brotes por explantes en tres dosis de Citoquininas	39
6	Promedios de la variable número de brotes por explantes en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas	39
7	Promedios de la variable número de brotes por explantes (NBE) en dos tipos de buganvilla	42
8	Promedios de la variable número de brotes por explantes en tres dosis de citoquininas	43
9	Promedios de la variable número de brotes por explantes en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas	44
10	Promedios de la variable número de hojas por brote (NHB) en dos tipos de buganvilla	46
11	Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio en tres dosis de Citoquininas	47
12	Promedios de la variable días número de hojas por brote en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas	49
13	Promedios de la variable altura de brotes (AB) en dos tipos de buganvilla	49

14	Promedios de la variable altura de brote en tres dosis de Citoquininas	51
15	Promedios de la variable altura de brote en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas	53
16	Promedios de la variable días a la emisión de raíces (DER) en dos tipos de buganvilla	55
17	Promedios de la variable días a la emision de raíces en tres dosis de citoquininas	55
18	Promedios de la variable dias a la brotacion en el labarotario en tipos de buganvillas x dosis de citoquininas	56
19	Promedios de la variable número de raíces (NR) en dos tipos de buganvillas	57
20	Promedios de la variable número de raíces en tres dosis de citoquinanas	59
21	Promedios de la variable número de raíces en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas	60
22	Promedios de la variable longitud de raíz (LR) en dos tipos de buganvilla	63
23	Promedios de la variable longitud de raíz en tres dosis de citoquininas	63
24	Promedios de la variable longitud de raíz en tipo de buganvilla x dosis de citoquininas	64
24	Promedios de la variable longitud de raíz en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas	66
24	Promedios de la variable longitud de raíz en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas	66

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		pag
1	Resultados de coeficiente de determinación en la variable DBL	33
2	Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable DBL	33
3	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable DBL	34
4	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable DBL	35
5	Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable DBL	36
6	Resultados de coeficiente de determinación en la variable NBE a los 15 días	37
7	Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable NBE a los 15 días	38
8	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable NBE a los 15 días	38
9	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable NBE a los 15 días	39
10	Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la NBE a los 15 días	40
11	Resultados de coeficiente de determinación en la variable NBE a los 60 días	41
12	Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable NBE a los 60 días	42
13	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable NBE a los 60 días	42
14	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable NBE a los 60 días	43

15	Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la NBE a los 60 días	44
16	Resultados de coeficiente de determinación en la variable NHB	45
17	Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable NHB	46
18	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable NHB	46
19	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable NHB	47
20	Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable NHB	48
21	Resultados de coeficiente de determinación en la variable AB	50
22	Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable AB	50
23	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable AB	50
24	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable AB	52
25	Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable AB	53
26	Resultados de coeficiente de determinación en la variable DER	54
27	Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable DER	54
28	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable DER	55
29	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable DER	56

30	Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable DER	57
31	Resultados de coeficiente de determinación en la variable NR	58
32	Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable NR	58
33	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable NR	59
34	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable NR	60
35	Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable NR	61
36	Resultados de coeficiente de determinación en la variable LR	62
37	Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable LR	63
38	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable LR	63
39	Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable LR	64
40	Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable LR	65
41	Costo beneficio	68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO

1. Mapa de ubicación de la investigación
2. Base de datos
3. Manejo de campo
4. Glosario de términos

RESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

La Buganvilla, conocida científicamente como ***Bougainvillea glabra C.*,** es una planta ornamental popular, valorada por su colorida y llamativa floración. Su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas y su uso en paisajismo, hacen de la Buganvilla un sujeto ideal para la investigación en propagación vegetal. El enfoque de este estudio fue evaluar la eficacia de diferentes tipos y dosis de citoquininas en la multiplicación in vitro de la Buganvilla. Los objetivos planteados fueron: i) Determinar que variedad de Buganvilla más efectiva para la propagación in vitro de las dos analizadas en la investigación. ii) Identificar la citoquinina y dosis más adecuada para mayor desarrollo del explante. iii) Establecer la relación Beneficio-Costo en cada uno de los tratamientos. La investigación se centró en dos **tipos específicas** de esta especie (morada y blanca), utilizando un diseño experimental que permitió comparar los efectos de tres dosis (0, 3 y 5 mg/l) diferentes de citoquininas en el desarrollo de los explantes. La metodología implementada incluyó un diseño de bloques al azar, con seis tratamientos distintos. Cada tratamiento se presentó como la interacción de los factores A (Tipos de buganvilla) y B (Dosis de citoquinina). Los datos recopilados indican que uno de los tipos de Buganvilla (blanca) mostró una respuesta más favorable en términos de número de brotes, longitud de raíces y otros parámetros de crecimiento bajo ciertas concentraciones de citoquininas. A través de esta investigación, se identificó la citoquinina y la dosis (5 mg/l) resulto con mayor desarrollo del explante de Buganvilla. En los DBL el T1 y T3 mostraron tiempos intermedios de 25 y 30 días respectivamente. En la variable NHB el T3, con una media de 5 hojas por brote, muestra el mejor rendimiento. En DER los resultados muestran que los tratamientos T2 (Morada + 3 mg/l), T3 (Morada + 5 mg/l) y T6 (Blanca + 5 mg/l) necesitaron de 38, 45 y 38 días respectivamente para la emisión de raíces. En tanto que al analizar la relación beneficio-costo de cada tratamiento, se encontró que el T3 fue el más rentable que los otros tratamientos con $1.96 de ganancia por cada dólar invertido. Esto se determinó, tomando en cuenta el costo total del tratamiento y los ingresos brutos generados por los brotes producidos

SUMMARY

The Bougainvillea, scientifically known as Bougainvillea glabra C., is a popular ornamental plant valued for its vibrant and striking blooms. Its ability to adapt to different climatic conditions and its use in landscaping make it an ideal subject for research in plant propagation. This study focused on evaluating the effectiveness of different types and doses of cytokinins in the in vitro multiplication of Bougainvillea. The objectives of the study were: i) To determine which variety of Bougainvillea is most effective for in vitro propagation among the two analyzed in the research. ii) To identify the most suitable cytokinin and dose for optimal explant development. iii) To establish the Benefit-Cost ratio for each treatment. The research centered on two specific types of this species (purple and white), using an experimental design that compared the effects of three different cytokinin doses (0, 3, and 5 mg/L) on explant development. The methodology implemented included a randomized block design with six distinct treatments. Each treatment was presented as the interaction between factor A (Bougainvillea types) and factor B (Cytokinin doses). The collected data indicated that one Bougainvillea type (white) showed a more favorable response in terms of the number of shoots, root length, and other growth parameters under certain cytokinin concentrations. Through this research, the cytokinin and dose (5 mg/L) that resulted in the greatest explant development were identified. In the DBL (Days to Bud Lengthening), treatments T1 and T3 showed intermediate times of 25 and 30 days, respectively. In the NHB (Number of Leaves per Shoot) variable, T3, with an average of 5 leaves per shoot, demonstrated the best performance. In the DER (Days to Root Emergence), the results showed that treatments T2 (Purple + 3 mg/L), T3 (Purple + 5 mg/L), and T6 (White + 5 mg/L) required 38, 45, and 38 days, respectively, for root emergence. When analyzing the Benefit-Cost ratio for each treatment, it was found that T3 was the most profitable, yielding a $1.96 gain for every dollar invested. This was determined by considering the total cost of the treatment and the gross income generated by the produced shoots.

I. INTRODUCCIÓN

La Buganvilla ***(Bougainvillea glabra),*** *e*s por excelencia la planta más esperada de la temporada de primavera y verano. La buganvilla es una planta de exterior con flor que pertenece a la familia *Nyctaginaceae*. Se trata de una planta muy atractiva, colorida y perfecta para adornar terrazas y balcones. Es una planta originaria de Brasil, y es muy habitual ver buganvillas en la zona del mediterráneo (Domínguez, 2022).

Las plantas ornamentales, se encuentra genéricamente dentro de lo que se designa horticultura no comestible, se usa para adornar y mejorar nuestro entorno de vida, dentro de esta categoría tenemos principalmente la producción de árboles, arbustos ornamentales, plantas de colores y florales, ya sean sembradas en el suelo o en jardineras (Espinoza, 2008).

Dentro de las especies ornamentales más populares en la decoración de jardines se encuentra ***Bougainvillea glabra choisy***, es conocida como veranera o trinitaria con un gran número de variedades cultivadas y posibles de ser empleadas en todo tipo de diseños de paisajismo, ocupando el cuarto lugar en importancia entre las especies más propagadas en algunas regiones de América (Pérez, 2003).

En Ecuador existen aproximadamente 18198 especies vegetales, incluida la ***Bougainvillea glabra Choisy***. Es muy común su uso ornamental a pesar que se le atribuyen a esta planta la actividad analgésica, antipirética, antidiarreica, antiinflamatoria, hipoglucemiante, antioxidante y antimicrobiano (Corzo, 2012).

Las técnicas de cultivo de tejidos vegetales in vitro (CTV), presentan la posibilidad de producir metabolitos secundarios a partir de plantas cultivadas in vitro. Si bien éstos no cumplen una función supuesta en el metabolismo primario de las mismas, tienen una participación ecológica enlazadas con mecanismos de defensa contra herbívoros, virus, hongos, bacterias, sustancias alelopáticas, fitoalexinas, entre otros. Así mismo, estos compuestos metabólicos suelen ser de importancia comercial para las industrias farmacéutica, alimentaria, de cosméticos y como

fuentes de númerosas sustancias de importancia agroquímica (Karuppusamy, 2009).

El uso de citoquininas, en la propagación in vitro, tiene como objetivo, la interrupción de la dominancia de la yema apical, promover la inducción y proliferación de yemas axilares, por lo que la determinación de las concentraciones adecuadas y el tipo de citoquinina que debe usarse, son pasos de suma importancia (Ostrolucká, 2014).

Los objetivos que se plantearon en esta investigación

- Determinar que variedad de Buganvilla más efectiva para la propagación in vitro de las dos analizadas en la investigación.
- Identificar la citoquinina y dosis más adecuada para mayor desarrollo del explante
- Establecer la relación Beneficio-Costo en cada uno de los tratamientos.

II. PROBLEMA

Las variedades de Buganvilla enfrentan varios desafíos agronómicos y de manejo en diferentes condiciones ambientales. Entre estos problemas se encuentran la susceptibilidad a enfermedades, adaptación a variaciones climáticas extremas y la eficiencia en la multiplicación vegetativa. Cada una de estas variedades puede responder de manera distinta a estos factores, lo cual influye directamente en su capacidad de crecimiento y propagación. Por lo tanto, entender cómo estas variables interactúan y qué tratamientos pueden mejorar su respuesta es crucial para optimizar su cultivo y aprovechar su potencial ornamental y paisajístico.

La propagación y manejo eficiente de las variedades de Buganvilla (*Bougainvillea glabra* C.) representa un desafío significativo dentro del ámbito de la horticultura ornamental. Estas plantas, ampliamente valoradas por su atractivo visual y su adaptabilidad a diferentes entornos, enfrentan problemas específicos que limitan su producción y disponibilidad. Entre estos, destacan la baja eficiencia en la multiplicación vegetativa convencional, la susceptibilidad a factores ambientales adversos y la falta de protocolos optimizados para su propagación a gran escala.

Asi bien, el cultivo in vitro emerge como una solución prometedora, permitiendo controlar las condiciones de desarrollo de las plantas y superar los desafíos que presentan los métodos tradicionales. Sin embargo, el éxito de estas técnicas depende en gran medida de la elección y concentración de reguladores de crecimiento vegetal, como las citoquininas. Estas sustancias son fundamentales para estimular procesos fisiológicos clave, como la formación de brotes, raíces y la regeneración de tejidos en un entorno artificial.

La necesidad de investigar las dosis adecuadas de citoquininas radica en su capacidad de influir directamente en variables como el número de brotes, la longitud de raíces y la rapidez en la emisión de brotes, parámetros esenciales para evaluar la eficiencia de los protocolos in vitro. A pesar de su importancia, existe una brecha en el conocimiento sobre cómo estas dosis afectan el desarrollo de Buganvillas específicas, lo que subraya la pertinencia de esta investigación.

Además, la creciente demanda de Buganvillas para fines ornamentales en espacios urbanos y paisajísticos refuerza la urgencia de encontrar métodos eficientes de propagación. Una producción optimizada no solo garantizaría plantas más saludables y homogéneas, sino que también atendería las expectativas de viveros y consumidores, quienes buscan especies resistentes, de rápido crecimiento y con características estéticas destacadas.

Desde una perspectiva científica, esta investigación no solo contribuirá al desarrollo de técnicas de propagación más eficientes, sino que también enriquecerá el conocimiento sobre la fisiología y el comportamiento de las Buganvillas en entornos controlados. Esto tiene implicaciones significativas para la biotecnología vegetal y la conservación de especies ornamentales. Al identificar las dosis más efectivas de citoquininas y su impacto en el desarrollo de estas variedades, se abrirán nuevas posibilidades para el manejo sostenible de cultivos ornamentales.

En términos sociales y económicos, el desarrollo de un protocolo eficiente para la propagación de Buganvillas tiene el potencial de beneficiar tanto a la industria hortícola como a la sociedad en general. Viveros y productores podrán optimizar sus costos de producción, mientras que los consumidores tendrán acceso a plantas de alta calidad que contribuyen al embellecimiento de sus entornos.

Por último, este estudio también aporta valor a la academia, al sentar las bases para futuras investigaciones orientadas a la mejora genética, la conservación de especies y la exploración de otros reguladores de crecimiento. Esto posiciona a las universidades y centros de investigación como actores clave en el desarrollo de soluciones innovadoras para los desafíos actuales en la agricultura ornamental.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

La ***Bougainvillea glabra*** o de igual forma conocida como Veranera, es una planta trepadora que se utiliza de manera ornamental. Su nombre se debe al descubridor francés Louis Antoine de Bougainville que la reportó en el país de Brasil en 1778 y que consecutivamente la distribuiría hacia el continente Europeo, por tal razón se conoce que esta planta es originaria de Latinoamérica. Se han registrado 18 especies de las cuales solo 4 son comercializadas en el mundo (Rojas, 2018)

Su uso igualmente está relacionado con el tratamiento de enfermedades respiratorias como la tos ferina, asma, tos y bronquitis empleando extractos específicamente de las flores y las brácteas (Espinoza, 2018).

3.2 Taxonomía

La familia de las Nyctaginaceae cuenta con 30 géneros y cerca de 400 especies

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Cariophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Nyctaginácea
Género	Bougainvillea
Nombre científico	***Bougainvillea glabra***

Adaptado de (Pérez. 2019)

3.3 Descripción botánica

La Bunganvilla es un arbusto trepador vigoroso, que dependiendo del clima puede ser caduco o perenne (InfoAgro, 2019).

3.3.1 Sistema radicular

Posee un sistema radicular muy sensible y sufre con los desarraigos (Velarde, 2018).

3.3.2 Tallo

Presenta un tronco ramificado, liso o pubescente, provisto o no de espinas (InfoAgro, 2019).

3.3.3 Hojas

Son pecioladas, simples, alternas y de borde entero, su forma cambia según el cultivar de que se trate, van de ovadas a elípticas, mitigadas en la base y pueden ser de ápice acuminado; el envés, más claro que el haz, es pulverulento (EcuRed, 2017).

3.3.4 Flores

Tiene una grandilocuente floración que en algunas ocasiones cubre la planta por completo. En climas cálidos florece de primavera a otoño. Las brácteas florales de color rosa, rojo o púrpura se ubican cerca de una flor pequeña con la forma de un tubito alargado, recorrido por costillas de color purpúreo o purpúreo-verdoso que se alargan para terminar en una estrellita de color amarillento. Las inflorescencias surgen en el último tercio de las largas ramas (EcuRed, 2017).

3.3.5 Fruto

Aquenio o núcula, a menudo encerrado en la base del cáliz (antocarpo) (Velarde, 2018).

3.4 Requerimientos edafoclimáticos

3.4.1 Temperatura

Exigen de exposición soleada, con temperaturas comprendidas entre 23 a 35ºC durante el día y 18ºC por la noche. Tolera temperaturas de hasta 38ºC pero es

sensible a las heladas. Tolera temperaturas de 5ºC pero a temperaturas de -3ºC o inferiores demuestra daños (InfoAgro, 2019).

3.4.2 Clima

En climas templados, se comporta como una planta caduca, desasir de las hojas en otoño-invierno (InfoAgro, 2019).

3.4.3 Luz

Demanda una intensidad lumínica de al menos 43000 luz. La falta de luz puede llevar a la caída de hojas y a la decoloración de las brácteas. Esta planta florece en días cortos, requiriendo un fotoperiodo de 8-11 horas con temperaturas moderadas percibidas entre 15-20ºC y alta intensidad lumínica (InfoAgro, 2019).

3.4.4 Suelo

Requiere suelos fértiles y con buena capacidad de drenaje. No resiste suelos arcillosos y es tolerante a altos niveles de salinidad (Baskin, 2018).

3.4.5 pH

Oscila en torno a 5,5-6 (Davies, 2017).

3.5 Variedades

Se han desarrollado y registrado unas 300 variedades de buganvilla, de ellas están más de 100 están disponibles. El espectro de colores de las variedades de Bougainvillea va desde el blanco, pasando por el albaricoque pálido y el naranja, hasta el magenta, el rojo intenso y el púrpura, que son las Bungavilla más comunes. De acuerdo a sus colores se puede clasificar de la siguiente manera

3.5.1 Morados

Los morados y profundos magentas encierran la popular *Bougainvillea* × *buttiana* 'Especial Poulton', que tiene el Premio RHS al Mérito del Jardín, *Bougainvillea*

'Braziliensis' y *Bougainvillea 'Lilac'*, se desarrollan a una altura manejable de 150 cm y se extiende (Duarte, 2020).

3.5.2 Púrpura más pálido

Las buganvillas "Amatista" y "Amatista" y "Alexandra" provocan flores de color púrpura más pálido, y en lugares propicios sobrevivirán a temperaturas de hasta 2°C (Ledesma, 2019)

3.5.3 Color rosa a rojo

También se halla en un par de alternativas. Las variedades de color rosa a rojo incluyen la prolífica y relativamente resistente *Bougainvillea 'Tropical Bouquet'* y *Bougainvillea 'Double Delight'*, que tiene un inusual follaje tricolor variado y flores con brácteas de color rosa a rojo pálido (Acosta, 2022).

3.5.4 Flores anaranjadas

La *buganvilla 'African Sunset'* posee algunas de las flores anaranjadas más grandes de todas las variedades, y otras con flores de color naranja a albaricoque incluyen la *buganvilla de doble flor 'Golden Dubloon'*, la buganvilla de color rosa *albaricoque 'Rosenka'* y la *buganvilla 'Miss Manila*', con flores que poseen una naranja sorprendente y luego cambian a través del albaricoque a color rosa (Ledesma, 2019)

3.5.5 Flores blancas

Entre las variedades de flores blancas, *Bougainvillea 'Coconut Ice*' tiene atrayentes y variables matices color rosados pálidos en las brácteas, pero para un blanco más verdadero es *Bougainvillea glabra 'Alba'*, que tiene brácteas de color blanco marfil con un atractivo veteado verde pálido. Las flores son pequeñas, de un tono blancuzco-amarillento (Lavín, 2021).

3.6 Plagas y enfermedades del cultivo de buganvilla

3.6.1 Plagas

Infoagro (2019) Menciona las siguientes plagas como las más comunes en la buganvilla

- **Araña Roja *(Tetranychus urticae)***

Se presenta especialmente si el ambiente es seco. Los síntomas que surgen son unos puntitos de color amarillo en el haz de las hojas. Consecutivamente, estas punteaduras se tornan de color marrón y se abarquillan, obteniendo un aspecto polvoriento. En último lugar, dichas hojas se desecan y caen. Es frecuente hallar finas telarañas en el envés de las hojas afectadas.

- **Cochinilla**

Esta plaga aparece, incialemente, en condiciones de baja humedad y alta temperatura. Ataca a hojas y tallos provocando pequeños puntitos cloróticos, como consecuencia de la extracción de la savia al alimentarse. La planta se debilita. Esta plaga, también separa una sustancia azucarada donde se instala el hongo negrilla.

- **Pulgón**

Esta plaga aparece habitualmente en primavera. Normalmente se alimentan de los brotes tiernos, ocasionando deformaciones en éstos.

Esta plaga asimismo puede ocasionar daños indirectos ya que son transmisores de virus, siendo éstos los daños más importantes que pueden causar.

- **Mosca blanca**

Se trata de una plaga que provoca daños en los tejidos, preferiblemente jóvenes, al succionar la savia para su alimentación y al ovipositar. Además, originan daños indirectos al segregar una sustancia azucarada donde se instala el hongo negrilla.

Para evitar/prevenir el ataque severo de mosca blanca se deben instalar trampas cromotrópicas de color amarillo en la planta.

3.6.2 Enfermedades

Padilla (2021) menciona las siguientes enfermedades como las más comunes en la buganvilla

- **Mildiu**

Se trata de una enfermedad que aparece principalmente en condiciones de alta temperatura y humedad. Los síntomas son manchas amarillentas-pardas sobre el haz de las hojas y grisáceas de textura pilosa en el envés.

Para el control de esta enfermedad se debe realizar una serie de medidas preventivas tales como aumentar la ventilación, eliminar las hojas sintomáticas, evitar el exceso de abono nitrogenado, desinfectar las herramientas, etc.

3.7 Sistema de propagación

3.7.1 Sistema tradicional

La plantación de buganvilla por esquejes es una técnica de reproducción asexual mediante la cual se puede conseguir una planta con características iguales a la que le dio origen. El procedimiento de plantar esquejes es muy sencillo y se puede desarrollar mediante fragmentos de tallos, hojas, rizomas y raíces de una planta madre. Para que la propagación o multiplicación por esquejes sea segura se necesita que la planta de origen esté en buenas condiciones fitosanitarias y sea robusta. La buganvilla por injerto, algunos cultivares que tienen poca o ninguna clorofila en sus hojas son difíciles de cultivar a partir de esquejes y requieren ser injertados en un rizoma vigoroso para propagarse. El injerto es útil con cultivares tiernos que tienen sistemas de raíces frágiles. También se usa cuando se quiere tener cultivares múltiples en una planta. El vástago debe estar libre de enfermedades, el porta injerto podría ser una planta de semillero o un corte enraízado de una planta existente y establecida. Todas las superficies cortadas deben estar envueltas con pasta de

injerto una vez que la unión esté hecha para evitar la pérdida de humedad. Retirar los brotes del porta injerto. Colocar la planta injertada en un ambiente húmedo para que el injerto no se seque (Salcedo, 2022).

3.7.2 Sistema por reguladores de crecimiento

Son un tipo de fitohormonas técnicas en diferentes procesos a nivel vegetal. Los principales puntos de acción se hallan a nivel celular, donde tienen la capacidad de dirigir e interponerse en los procesos de división, elongación y diferenciación celular. Esta suele encontrarse muy bien distribuida en la mayoría de las células y tejidos vegetales, por lo que puede interceptar en procesos de diferenciación unicelular, pluricelular o incluso tener acción en los diferentes tejidos vegetales. Dadas las ocupaciones que tiene esta hormona es considerada como un tipo de morfógeno capaz de inducir la diferencia celular de órganos como raíces, tallos y hojas, y así mismo, dar origen a ellos (Lozano, 2019).

3.8 Cultivo in vitro

3.8.1 Germinación in vitro

La germinación de semillas en condiciones in vitro se puede obtener material estéril (plántulas), de calidad y con variabilidad genética, en distinta época del año y en condiciones fitosanitarias apropiadas para los trabajos de cultivo in vitro (Hernández, 2020). Para esto, las semillas (sin daños y signos de deterioro aparentes) deben ser recolectadas de plantas madres de buen estado fitosanitario, fisiológico y genético, y posterior, ser sometidas a un tratamiento de desinfección. Este proceso, posibilita controlar y prevenir la contaminación microbiana, aspecto que determinará en gran medida el éxito del sistema de propagación. Sin embargo, es muy complejo conseguir un cultivo completamente aséptico, especialmente cuando se trata de especies leñosas. Para conseguirlo, es necesario trabajar en ambientes adecuados, esterilizar los medios de cultivo y desinfectar superficialmente el material vegetal. La proliferación de microorganismos en el cultivo puede alterar a los mismos, combatir con el explante por el medio nutritivo

o modificarlo. Si bien se utilizan varios compuestos químicos en el proceso de desinfección, el empleo de etanol y el hipoclorito de sodio es el más generalizado. Otras sustancias pueden ser completadas en este proceso como el peróxido de hidrógeno, que también es un estimulante de la germinación (Barba, 2019).

Para la germinación en condiciones in vitro, las semillas han ser incubadas en medios de cultivo compuestos principalmente por agua, sales minerales y fuentes de carbono, como la sacarosa. Si bien los carbohidratos son ineludibles para el desarrollo adecuado de las plántulas, asimismo pueden causar efectos indeseados, como el crecimiento de microorganismos patógenos, la hiperhidricidad y el desarrollo de células indiferenciadas. Así, el control de estas condiciones consentirá el éxito de la germinación de las semillas y posterior cultivo (Levitus, 2018).

Por otro lado, especialmente en las plantas de zonas áridas y semiáridas, constan diversos mecanismos naturales que ejercen un control sobre la germinación, de manera de que ésta se produzca en los momentos más apropiados. Así, en los ambientes más secos, la latencia acusada por el tegumento seminal (latencia física) es un mecanismo frecuente, por lo que es preciso aplicar algún tipo de pretratamiento para conseguir una germinación rápida y uniforme. En este sentido, es transcendental destacar que existe un amplio rango de tipos e intensidades de latencia. La latencia física es producida por tegumentos o frutos que imposibilitan la imbibición de agua por parte de la semilla, y, por ende, el inicio de la germinación, mientras que la fisiológica se causa cuando las semillas son permeables al agua, pero poseen mecanismos fisiológicos de inhibición en el embrión, que evitan la emergencia de la radícula. El análisis de otros parámetros de germinación, tales como la capacidad germinativa, energía germinativa, tiempo medio de germinación y germinación diaria acumulada, consiente identificar si las semillas presentan algún tipo de latencia. Sin embargo, los estudios sobre la germinación de este género se han llevado a cabo mayoritariamente en especies tropicales y aún es restringida esta información en las Bougainvilleas de ecosistemas desérticos (Rodríguez, 2021).

Por último, para propagar una planta en poco espacio y en condiciones axénicas se utiliza el cultivo in vitro, o más concretamente la técnica de micropropagación (Atarés, 2020).

3.8.2 Cultivo de tejidos vegetales in vitro

El "Cultivo de Tejidos Vegetales in vitro" (CTV) reside en un conjunto de técnicas que tienen como característica el uso de células, tejidos u órganos para propagar gracias a la totipotencialidad celular. Radica en regenerar plantas completas a partir de explantes (ápices, órganos aislados, embriones, segmentos de órganos, óvulos, anteras, polen, entre otros) cultivados en medios nutritivos y condiciones adecuadas. Esta forma de cultivo tiene dos particularidades fundamentales: la asepsia (ausencia de microorganismos contaminantes, como hongos y bacterias), y el control de los factores que afectan el crecimiento (Sharry, 2019).

Estas técnicas de propagación muestran grandes ventajas en relación a las metodologías in situ. Por un lado, consienten la producción de material vegetal para el establecimiento de cultivos libres de patógenos, a partir de una cantidad mínima de material inicial y en espacios reducidos. Por el otro, la producción de nuevos compuestos de interés en la industria farmacéutica (metabolitos secundarios) a partir del cultivo de células indiferenciadas (callos) o de raíces u otros órganos (Padilla, 2021).

Por otra parte, el cultivo de tejidos además es una herramienta para generar variabilidad genética. Las células desdiferenciadas logradas del cultivo de callos, de células o de protoplastos puedan crear variantes somaclonales, es decir, plantas renovadas que presenten mutaciones heredables a sus progenies. Así, a través de la vía indirecta (presencia de callo) y con la iniciación del cultivo in vitro a partir de material vegetal con alta variabilidad genética (como semillas), el CTV consiente también conservar y propagar la diversidad genética (Sharry, 2019).

3.8.3 Algunas dificultades del CTV y de su aplicación en especies leñosas

Generalmente, la propagación natural de especies leñosas se causa a través de semillas, las cuales son enérgicamente dañadas por parásitos y depredadores, y continuamente presentan recalcitrancia o diferentes estrategias para regular su germinación (como la latencia). Por ello, la propagación vegetativa por medio de técnicas biotecnológicas puede ser significativa para el suministro adecuado de vitroplantas como material vegetal para futuros programas de forestación. Entre los principales problemas del cultivo in vitro de especies leñosas se destacan:

- La contaminación microbiana
- El necrosamiento de los explantes
- La presencia de alteraciones morfológicas y fisiológicas como la hiperhidricidad y la oxidación fenólica

Así, para lograr una micropropagación exitosa es preciso prevenir y controlar este tipo de problemáticas (Hernández, 2020).

3.8.4 Diferentes sistemas para obtención plantas in vitro

Cultivo de plantas intactas	Se cultivan aquellas plantas que presentan problemas relacionados con el crecimiento, así como la propagación de plantas asépticas
Cultico de anteras	El cultivo de antenas con polen inmaduro, para la regeneración de plantas a través de embriogénesis somática u organogénesis indirecta
Cultivo de embriones	Multiplicación de plantas mediante embriones zigóticos (semillas), o embriones somáticos
Cultivo de órganos	Cultivo de órganos de la planta con el fin de propagar, como son, meristemos, ápices, microesuejes o embriones.

Cultivo de callos	Son células con crecimiento desorganizado de un tejido, son células indiferenciadas
Cultivos de protoplastos	Son principalmente utilizados para la manipulación génetica ya que las células carecen de pared celular, que no sería posible con sus células de plantas intactas
Cultivo de células en suspensión	Cultivo de células libre o agregados en medio líquido en movimuento

Fuente: Mroginski, (2019).

3.8.5 Micropropagación

Es de las técnicas del cultivo in vitro monopolizada para la producción de grandes volúmenes de plantas en espacios reducidos y en cualquier época del año. La micropropagación puede ser conducida a cabo mediante tres vías: brotación de yemas adventicias, producción de yemas novo o embriogénesis somática (Bioplan, 2019)

La micropropagación presenta cinco etapas:

- **Etapa 0: Preparación del material**

La correcta elección y preparación del explanto incide directamente sobre la calidad del mismo y su respuesta frente a los dos principales problemas que afectan al establecimiento del cultivo, que son la contaminación con microorganismos y la oxidación del explanto. Los factores que influyen sobre la calidad del explanto son: el tipo de órgano que sirve como explanto, la edad ontogénica y fisiológica del mismo, la estación en la cual se colecta el material vegetal, el tamaño y el estado sanitario general de la planta donante. La planta donante debe elegirse en base a una selección masal positiva para las características agronómicas deseables. Una vez seleccionados los individuos, es preciso definir el tipo de explanto a establecer en condiciones in vitro (Castillo, 2019).

En general, los órganos jóvenes o bien rejuvenecidos son los que tienen mejor respuesta en el establecimiento que los obtenidos a partir de materiales adultos. El

empleo de explantos que se encuentran expuestos a bajos niveles de patógenos puede resolver el problema de la contaminación por hongos y bacterias durante el establecimiento del cultivo in vitro. Se recomienda colectar explantos primarios a campo durante la estación primaveral y estival, cuando existe una brotación activa de las yemas, ya que el empleo de yemas en estado de dormición ocasiona serios problemas de contaminación. A fin de lograr explantos de óptima calidad es conveniente hacer crecer las plantas donantes por un tiempo mínimo en condiciones de invernáculo. De esta forma es posible incidir directamente sobre el estado sanitario y la calidad de los explantos mediante el control de la intensidad lumínica, temperatura y reguladores de crecimiento. Para especies ornamentales tropicales y subtropicales se recomienda mantener las plantas donantes en condiciones de alta temperatura (25ºC) y baja humedad relativa (75%) a fin de reducir la proliferación de patógenos (Olmo, 2018).

Los procesos morfogénicos de floración, dormición y bulbificación son controlados por el fotoperíodo y la temperatura. Controlando estos factores también es posible obtener plantas donantes y explantos más homogéneos durante todo el año. Pueden aplicarse además pretratamientos con reguladores de crecimiento a las plantas donantes, así como también a los explantos mismos. En especies leñosas suele utilizarse como pretratamiento la inmersión de los explantos primarios en soluciones con citocininas a fin de inducir la brotación de yemas (Olmo, 2018).

- **Etapa 1: Establecimiento del cultivo in vitro**

Lavado del material con agua corriente, eliminación de las partes muertas e infectadas de la planta. Introducción de la porción de planta en alcohol diluido al 80% durante unos segundos. Sumergir la planta en una solución de hipoclorito de sodio o Ca con un agente humectante durante 10-30 minutos. Enjuague del material con agua estéril para eliminar la solución de hipoclorito de sodio. El enjuague debe tener lugar bajo condiciones de asepsia, y suele realizarse en tres veces sucesivas de unos 2 minutos cada una (Martínez & Gago, 2018).

- **Etapa 2: Multiplicación**

La función de esta etapa es incrementar y mantener el material vegetal propagado, estos pueden ser meristemos (apical o floral), brotes, embriones, nodos o cualquier parte de la planta: la rápida multiplicación puede lograrse por la inducción de brotes axilares para posteriormente pasar a una etapa o enraízamiento de estos. Durante la multiplicación puede haber o no la formación de callo, utilizado como método indirecto la organogénesis y/o embriogénesis (Rodríguez et al., 2021).

Generalmente el material obtenido en la etapa 2 es la base de ciclos adicionales de multiplicación, los cuales son cultivados en medio de cultivo nuevo (subcultivos) y de esta manera aumentar su número. El principal problema que se presenta en esta etapa en la vitrificación, afectando los procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la transpiración provocando la tasa de supervivencia en las condiciones ex vitro (Hernández & Barrales, 2020).

- **Etapa 3: Elongación de brotes y enraízamiento**

Los brotes producidos en la etapa tres tiene dos opciones: producir plántulas o estacas según sea el propósito. Se pueden incluir raíces tanto in vitro como ex vitro, depende de la especie; generalmente, en el enraízamiento in vitro, los brotes adventicios son transferidos a un medio de cultivo para la inducción de raíces y posteriormente se trasplantan en sustrato estéril para su a climatización. El enraízamiento ex vitro a diferencia del in vitro, los brotes son trasplantados directamente en sustrato aunque estos aún no hayan desarrollado raíces, este método sugiere que no hay daño en las raíces favoreciendo la producción y reduciendo costos (Díaz, 2020).

- **Etapa 4: Aclimatización**

La transferencia de las plántulas de condiciones in vitro a ex vitro es un punto crítico para un sistema eficiente de micropogación, ya que si no tiene el cuidado necesario representaría la perdida de la planta. Las plantas producidas in vitro deben ser lavadas cuidadosamente, para eliminar residuos de medio de cultivo y evitar la

posible contaminación. Durante la aclimatización, las plántulas son sometidas a estrés, hídrico, luminoso y nutrimental, para ello es conveniente contar con cámaras de crecimiento en donde las plántulas se desarrollen adecuadamente brindando temperatura y humedad relativa óptima que permitan la adaptación gradual a condiciones ambientales o de invernadero (Santos, 2019).

3.9 Medio de cultivo

Los medios nutritivos para el cultivo de células y tejidos vegetales son, en general, menos complejos que los de cultivos microbianos y son expresados de manera más o menos empírica. Si bien se desarrollan habitualmente nuevas fórmulas comerciales, no existe hasta el actual un diseño racional que tenga en cuenta la composición centesimal de la célula vegetal y el conjunto de condiciones que registran el crecimiento y la diferenciación. No obstante, normalmente se puede manejar un medio sencillo y complementarlo con diferentes componentes y reguladores de crecimiento para llegar prácticamente a la fórmula que le brinde al tejido las excelentes condiciones para su crecimiento y producción. Se ha especificado un gran número de medios nutritivos para el cultivo de vegetales in vitro. Estos medios de cultivo asignan de sales minerales, vitaminas, aminoácidos, azúcares y reguladores de crecimiento (Llorente, 2022).

3.9.1 Medio de cultivo Sales minerales MS (Murashige y Skoog, 1962) en (mg/l)

- $(NH_4)NO_3$ 1.650
- KNO_3 1.900
- $CaC_{l2}.2H_2O$ 0.440
- $MgSO_4.7H_2O$ 0.370
- KH_2PO_4 0.170
- $FeSO_4.7H_2O$ 0.0278
- $Na_2EDTA.\ 2H_2O$ 0.0372
- $MnSO_4.H_2O$ 0.0169
- $ZnSO_4.7H_2O$ 0.0086

- H_3BO_3 0.0062
- KI 0.00083
- $Na_2MoO_4.2H_2O$ 0.00025
- $CuSO_4.5H_2O$ 0.000025
- $CoC_{l2}.6H_2O$ 0.000025
- Mioinositol 0.100
- Tiamina HCl 0.0001
- Ácido nicotinico 0.0005
- Piridoxina HCl 0.0005
- Glicina 0.002

3.9.2 Micronutrientes en mg/l

- $FeSO_4.7H_2O$ 27,8
- Na_2EDTA 37,3
- H_3BO_3 6,2
- $MnSO_4.4H_2O$ 22,3
- $ZnSO_4.7H_2O$ 8 , 6
- $Na_2MoO_4.2H_2O$ 0,25
- $CuSO_4.5H_2O$ 0,025
- $CoC_{l2}.6H_2O$ 0,025
- KI 0,83

3.9.3 Vitaminas en mg/l

- myo- Inositol 100
- Tiamina HCl 0,1
- Ácido nicotinico 0,5
- Glicina 2, 0
- Piridoxina HCl 0,5

3.9.4 Elaboración de soluciones madre del medio de cultivo murashige y skoog

Para la producción del medio de cultivo “MS” se hace las siguientes:

- Stock de macronutrientes
- Stock de micronutrientes
- Stock de kelatos de hierro (Fe)
- Soluciones Stock de vitaminas
- Soluciones Stock de Reguladores (Damasco. 2020).

3.9.5 Reguladores de crecimiento vegetal (RCV)

El crecimiento y desarrollo de la planta está persuadida por mensajeros químicos que actúan en repuesta a factores ambientales y endógenos. Estos mensajeros son sustancias orgánicas denominadas reguladores de crecimiento vegetal (RCV) o fitohornomas (hormonas vegetales), las mismas que actúan a bajas concentraciones, inhiben o varían procesos fisiológicos en las plantas (CANNA, 2023).

Las fitohormonas son las sustancias sintetizadas por las plantas. El término regulador de crecimiento es utilizado para denominar a las sustancias sintetizadas químicamente para su aplicación (exógena), ya sea para la agricultura o en el cultivo de tejidos y células vegetales (CTCV) (Amador, 2019).

Los reguladores de crecimiento vegetal se clasifican de acuerdo a la estructura química y/o efecto fisiológico. Se agrupan principalmente en cinco categorías: auxinas, citosinas, giberelinas, etileno y ácido abscísico. Sin embargo, hay otro grupo heterogéneo que fue reconocido como fitohormona entre los que se encuentran los brasinoesteroides y ácido jasmónico (Orellana, 2022)

3.9.6 Citoquininas

Las Citocinas en presencia de auxinas inducen la disión celular. Tienen un amplio aspecto regulatorio, ya que puede retardar la senescencia, la expansión de las hojas y promueven la formación de brotes principalmente (Obregón, 2021).

Son un tipo de fitohormona capaces de estimular la división celular, (de ahí su nombre). Trabajan de forma conjunta con las auxinas y fueron descubiertas tras la búsqueda de una serie de moléculas capaces de estimular la proliferación de células en cultivos de tejidos vegetales. También son sintetizadas por microorganismos (bacterias y hongos), la mayoría fitopatógenos como, por ejemplo: ***Agrobacterium tumefaciens, Pseudomonas savastanoi*** o el hongo ***Plasmodiophora brassicae***). Estos microorganismos producen y segregan citoquininas o hacen que las plantas las sinteticen, lo que provoca alteraciones importantes en su desarrollo (Jordá, 2022).

Entre sus funciones, las citoquininas estimulan la división celular, proliferación de yemas axilares (ruptura de la dominancia apical, tienen acción morfogénica al inducir la formación de órganos. En este aspecto están muy relacionadas con las auxinas, de forma que, en cultivos de tejidos vegetales, el balance entre auxina y citoquinina hace que se estimule la caulogénesis (balance auxina/citoquinina favorable a citoquinina), o la rizogénesis (balance auxina/citoquinina favorable a auxina). De esta forma, las citoquininas tienen un papel coordinando el desarrollo de raíces y tallos. Se absorben fácilmente por las raíces llevando información a los tallos sobre el estado nutritivo de las mismas. Retrasan la senescencia foliar al retrasar el tiempo de desaparición de la clorofila y la degradación de las proteínas. Son agentes movilizadores de númerosas sustancias, dirigiéndolas hacia las áreas de la planta donde se aplican. Junto con la luz controlan la germinación y la síntesis de pigmentos (AGROCODE, 2019).

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Materiales

4.1.1 Localización de investigación

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector	Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente (Granja Laguacoto II)

4.1.2 Situación geográfica y climática

Altitud	2.608 msnm
Latitud	01°36′ 51.63′′S
Longitud	78°59′ 54.49′′ W
Temperatura máxima	21°c
Temperatura mínima	7°c
Temperatura media	14.4°c
Heliofanía	900 horas/luz/año
Pluviometría promedio anual	980 mm
Humedad relativa promedio anual	70%

Adoptado: Laguacoto- INAMHI (2021).

4.1.3 Zona de vida

La localidad en estudio de acuerdo a las zonas de vida de HOLDRIGE, L, corresponden al bosque seco montano bajo (bs – MB) (Holdridge, 1979).

4.1.4 Materiales experimentales

- Brotes de buganvilla
- Dosis de citoquininas

4.1.5 Materiales de campo

- Tijeras de podar
- Navaja de podar victorino
- Cámara digital
- Libreta de campo
- Esferos
- Botas de caucho
- Jabón líquido

4.1.6 Materiales de laboratorio

- Cabina de flujo laminar horizontal
- Refrigerador doméstico
- Autoclave
- Vidriería
- Balanza digital
- Microondas
- Agitador magnético
- Frascos de cristal
- Agua destilada
- Papel absorbente
- Franelas
- Bandeja de plástico
- Estantería
- Gorro
- Mascarilla
- Guantes
- Gafas
- Pinzas
- Bisturí
- Mechero de alcohol 70°

- Alcohol de 70°
- Libreta
- Esfero
- Gel desinfectante
- Jabón líquido
- Regla
- Soluciones nutritivas
- Stock #1
- Nitrato de potasio
- Nitrato de amonio
- Cloruro de calcio
- Sulfato de magnesio
- Fosfato de potasio
- Stock #2
- Sulfato de magnesio
- Sulfato de zinc
- Yoduro de potasio
- Molibdato de sodio
- Stock #3
- Sulfato ferroso
- Na EDTA
- Vitaminas
- Myoinositol
- Acido nicotínico
- Piridoxima
- Tiamina
- Reguladores de crecimiento
- Benzil adenina
- Kinetina
- Benzil aminopurina

- Agar agar
- Sacarosa

4.1.7 Materiales de oficina

- Computadora
- Impresora
- Disco extraíble
- Flash memory
- Hojas de papel bond A4
- Esfero
- Calculadora

4.2 Métodos

4.2.1 Factores en estudio

Factor A (Tipos de buganvilla)

- A_1: Morada
- A_2: Blanca

Factor B (Dosis de citoquininas)

- B_1: 0 mg/l (testigo absoluto)
- B_2: 3 mg/l
- B_3: 5 mg/l

4.2.2 Tratamientos

Para el presente proyecto, se utilizó las siguientes combinaciones de los factores AxB; 6 tratamientos según el detalle:

Tratamientos N°	Código	Detalle
T1	A1B1	Morada + 0 mg/l (testigo)
T2	A1B2	Morada + 3 mg/l
T3	A1B3	Morada + 5 mg/l
T4	A2B1	Blanca + 0 mg/l (testigo)
T5	A2B2	Blanca + 3 mg/l
T6	A2B3	Blanca + 5 mg/l

4.2.3 Tipo de diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial 2x3x3 repeticiones.

4.2.4 Procedimiento

Localidad	1
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	18

4.2.5 Tipo de análisis

- Análisis de Varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CME*
Factor A: Variedades (2-1)	1	$\int^2 e + 9\ \theta^2$ FA
Factor B: Dosis de Citoquininas (3-1)	2	$\int^2 e + 6\ \theta^2$ FB
FA x FB: (A-1) (B-1)	2	$\int^2 e + 3\ \theta^2$ FA x FB
Error Experimental t (r-1)	12	$\int^2$ e
Total (t x r) – 1	17	

*Cuadrados medios esperados modelo fijo tratamientos seleccionados por los investigadores.

- Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor A, B y AxB.

- Análisis de la relación beneficio/costo.

4.3 Métodos de evaluación y datos tomados

4.3.1 Días a la brotación en laboratorio (DBL)

Los días de brotación fueron registrados en el área de incubación mediante observación directa en sus respectivos medios de proliferación. Se consideró que un brote se produjo cuando se presentaban al menos dos hojas desarrolladas en cada uno de los tratamientos y cuando se observaba la presencia del 50% de brotes en el ensayo.

4.3.2 Número de brotes por explante (NBE)

Se realizó una observación directa en el área de incubación a los 15 y 60 días después del último subcultivo en los respectivos medios de proliferación. Se consideró que un brote había surgido cuando presentaba al menos dos hojas desarrolladas en cada uno de los tratamientos.

4.3.3 Número de hojas por brote (NHB)

Se procedió a tomar del área de incubación por observación directa en el frasco de cristal a los 60 días del subcultivo a sus respectivos medios de proliferación. Se consideraron hojas desarrolladas a todas, excepto la primera y la última, que estuvieran en desarrollo, en cada uno de los tratamientos.

4.3.4 Altura de brotes (AB)

La altura de los brotes se midió en el área de incubación utilizando una regla, aplicándola en la parte exterior del frasco de cristal desde la base superficial del brote hasta su ápice, a los 60 días del subcultivo en sus respectivos medios de proliferación para cada tratamiento.

4.3.5 Taza de velocidad de multiplicación (TVM)

La taza de velocidad de multiplicación estuvo expresada en la relación entre el número de brotes obtenidos al final del ciclo de la multiplicación sobre el tiempo de duración del ciclo.

Este parámetro se analizó con la siguiente fórmula:

$$TVM = \frac{N° \; de \; brotes}{Tiempo \; (dias)}$$

4.3.6 Número de frascos contaminados (NFC)

Se evaluó la presencia de agentes patógenos fúngicos mediante observación directa durante los 60 días posteriores a la siembra de los brotes. Se consideró que un frasco estaba contaminado cuando se observaban esporas de color blanquecino o gris en el medio de cultivo, las cuales, con el tiempo, se diseminaban formando una estructura algodonosa. Los datos de contaminación fueron expresados en porcentaje para cada tratamiento.

4.3.7 Días a la emisión de raíces (DER)

Se determinó esta variable contando los días transcurridos desde la aparición de las primeras raicillas de los brotes, efectuando un conteo directo en cada uno de los tratamientos, cuando el 50% del ensayo presentó sus primeras raíces.

4.3.8 Número de raíces (NR)

Se registró el número de raíces emitidas por los explantes una vez que el 50% del tratamiento mostró las primeras raíces.

4.3.9 Longitud de raíz (LR)

La longitud de raíz se registró con la ayuda de una regla en frascos tomados de cada tratamiento y repetición; esto se realizó desde el cuello de la raíz hasta la cofia de la raíz principal, y los resultados se expresaron en centímetros.

4.4 Manejo del experimento

4.4.1 Selección de las plantas

Se obtuvieron los brotes de las plantas de buganvilla provenientes del Cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. Estas entraron en un proceso de ambientación en el invernadero de biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la "UEB", con la finalidad de eliminar enfermedades en caso de que se presentaran, aplicando Carbendazim de 2.5 g/l (Duque, 2022).

4.4.2 Recolección de muestras

Cuando se notó la presencia de brotes en las plantas, fueron extraídos, teniendo en cuenta sus características (basales, medios o terminales). Estos fueron recolectados con una longitud aproximada de 1 a 2,5 cm.

4.4.3 Establecimiento del sistema de asepsia

Para mayor seguridad, se llevó a cabo una desinfección de acuerdo con la metodología planteada por Pérez (2014), quien manifestó que, para disminuir la carga microbiana en el material vegetal, se debía rociar con una solución fungicida-bactericida (agrimicin-captan a 5 g/l). Para el traslado, se realizaron mediante condiciones adecuadas, eliminando las hojas y cortando los tallos en fragmentos de 4.5 cm, con la presencia de las yemas axilares en estado de crecimiento.

Posteriormente, se llevó a cabo un lavado con jabón líquido durante 10 minutos, se desinfectaron durante 15 minutos en yodo (10 gotas * L-1), se sumergieron en una solución con Benlate (1 g * L-1) durante 20 minutos y se lavaron con agua estéril.

Dentro de la cámara de flujo laminar, los explantes serán desinfectados en alcohol al 70% durante 10 s, bioper durante 1mint, hipoclorito de sodio al 2% del ingrediente activo *1min y lavados en ADE.

4.4.4 Preparación del medio de cultivo

En el laboratorio, se llevó a cabo la preparación del medio de cultivo de proliferación, siguiendo el método propuesto por Murashige y Skoog en 1962. Este medio fue diseñado para estimular el desarrollo de los brotes en cada explante e incluía macronutrientes, micronutrientes, vitaminas, agar y reguladores de crecimiento como Kinetina, Benzil adenina y Benzil aminopurina, cada uno en concentraciones de 3 mg/l y 5 mg/l, respectivamente. Se ajustó el pH del medio a un rango de 5.6 a 5.7.

Soluciones concentradas		**Medio de cultivo o proliferación dosis en 1l**
STOCK #1	**1000ml**	100ml
Nitrato de potasio (KNO_3)	19 g	
Nitrato de amonio (NH_4NO_3)	16,5 g	
Cloruro de calcio ($CaCl_2$)	4,4 g	
Sulfato de magnesio ($MgSO_4$)	3,7 g	
Fosfato de potasio (K_2HPO_4)	1,7 g	
STOCK #2	**500ml**	10ml
Sulfato de magnesio ($MgSO_4$)	84.5 mg	
Sulfato de zinc ($ZnSO_4$)	43,5 mg	
Ácido bórico (H_3BO_3)	31 mg	
Yoduro de potasio (KI)	4,15 mg	
Molibdato de sodio (Na_2MoO_4)	1,5 mg	
STOCK #3	**100ml**	10ml
Sulfato ferroso ($FeSO_4$)	378,0 mg	
Na EDTA	372,0 mg	
VITAMINAS	**100ml**	10ml
Myoinositol ($C_6H_{12}O_6$)	1,0 g	
Acido nicotínico ($C_6H_5NO_2$)	50,0 mg	
Piridoxima ($C_8H_{11}NO_3$)	50,0 mg	
Tiamina ($C_{12}H_{17}N_4OS+$)	4,0 mg	
Agar agar		7g
Sacarosa		30g

Para su preparación, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- En un vaso de precipitación de 1000 ml, se colocó una tercera parte del volumen final a preparar de agua destilada.
- Se procedió a pesar 30 g de azúcar y 7 g de agar en estado sólido.

- La sacarosa se añadió al momento de preparar la solución, y el agar se colocó en el medio cuando alcanzó los 80ºC después de haber sido introducido en el microondas.
- Luego, se añadieron el stock #1, stock #2, stock #3, vitaminas y reguladores de crecimiento (citoquininas), que previamente se habían preparado en dos concentraciones: 3 mg/l y 5 mg/l, para distribuir en cada medio de proliferación.

4.4.5 Esterilización del medio de cultivo

Se llevó a cabo la distribución del medio de cultivo en los frascos de vidrio, aproximadamente 50 cc en cada uno de ellos, los cuales fueron sometidos a un proceso de esterilización en autoclave a 121ºC durante 20 minutos. Posteriormente, los frascos se retiraron del autoclave y se colocaron en una bandeja metálica, permitiéndoles enfriarse durante 24 horas en el área de transferencia.

4.4.6 Introducción al medio de cultivo

Los brotes fueron colocados en un medio de proliferación para favorecer su desarrollo y posteriormente fueron trasladados a un lugar aséptico e iluminado con luz artificial, conocido como "área de incubación", con el objetivo de estimular sus procesos metabólicos normales.

4.4.7 Transferencia del material vegetal

Se dispusieron los brotes en un medio de proliferación para facilitar su crecimiento y luego se llevaron a un entorno aséptico e iluminado artificialmente, denominado "área de incubación", con la finalidad de activar sus procesos metabólicos habituales.

4.4.8 Fases de multiplicación

Se eligieron los brotes que se adaptaron al medio de introducción, y estos fueron sometidos a un medio de multiplicación MS modificado, con la adición de 0,75

ppm de Ácido Indol Acético (AIA). En este medio, permanecieron durante un periodo de 2 meses.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Días a la brotación en laboratorio (DBL)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas estadísticas en referencia a la variable Días a la Brotación en Laboratorio (DBL). Estos resultados reflejan el tiempo promedio necesario para que los brotes de Buganvilla aparezcan bajo diferentes condiciones de tratamiento.

Los resultados obtenidos del coeficiente de determinación se muestran en el Cuadro 1, destacando las diferencias entre los tratamientos y su impacto en los días de brotación.

Cuadro 1 *Resultados de coeficiente de determinación en la variable DBL*

Variable	N	R^2	Aj	CV	Variable
N	18	0,76	0,65	32,62	DBL 60

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos propuestos en la investigación explican el 65% de la variabilidad en la respuesta de la variable DBL. Esto sugiere que los tratamientos tienen una alta incidencia en esta variable, influenciando significativamente el tiempo de brotación de los brotes de Buganvilla.

Cuadro 2 *Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable DBL*

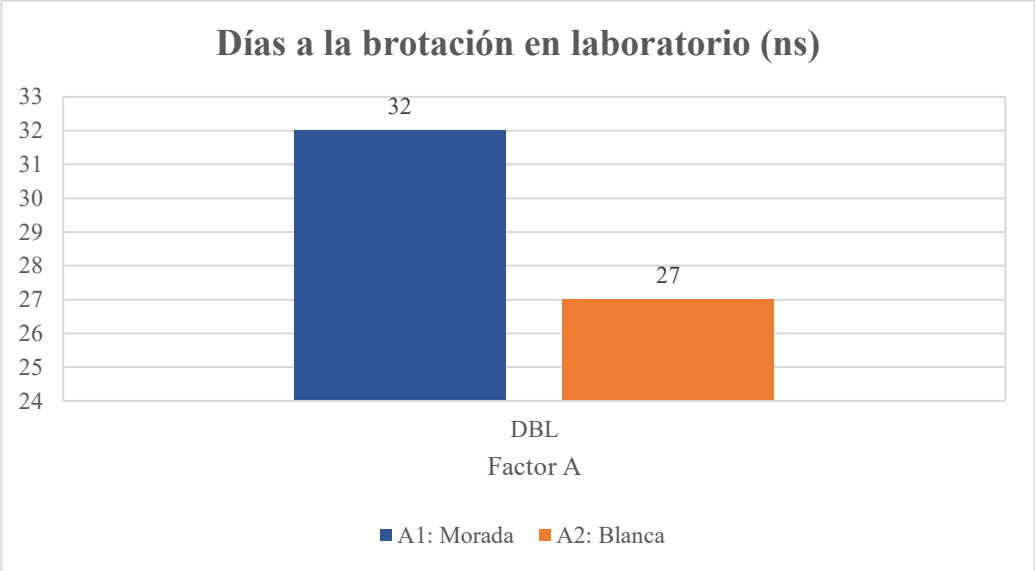
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	2958,00	5	591,60	7,10	0,0045

Los resultados obtenidos del análisis de varianza (ADEVA) muestran un p-valor de 0.0045 para los tratamientos, lo que proporciona evidencia significativa de que los tratamientos son efectivamente diferentes.

Cuadro 3 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable DBL*

FA	Medias	R
1	32	A
2	27	A

Gráfico 1 *Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio (DBL) en dos tipos de buganvilla*



En **DBL** los resultados de la prueba de Tukey indican una diferencia notable en el tiempo de brotación entre las dos variedades de buganvilla estudiadas. Mientras que la Morada (A1) tarda un promedio de 32 días para alcanzar un estado donde el 50% de los brotes presentan al menos dos hojas desarrolladas, la Blanca (A2) requiere solo 27 días para llegar al mismo punto. Esto sugiere que la Blanca tiene una capacidad más rápida de brotación bajo las mismas condiciones de cultivo.

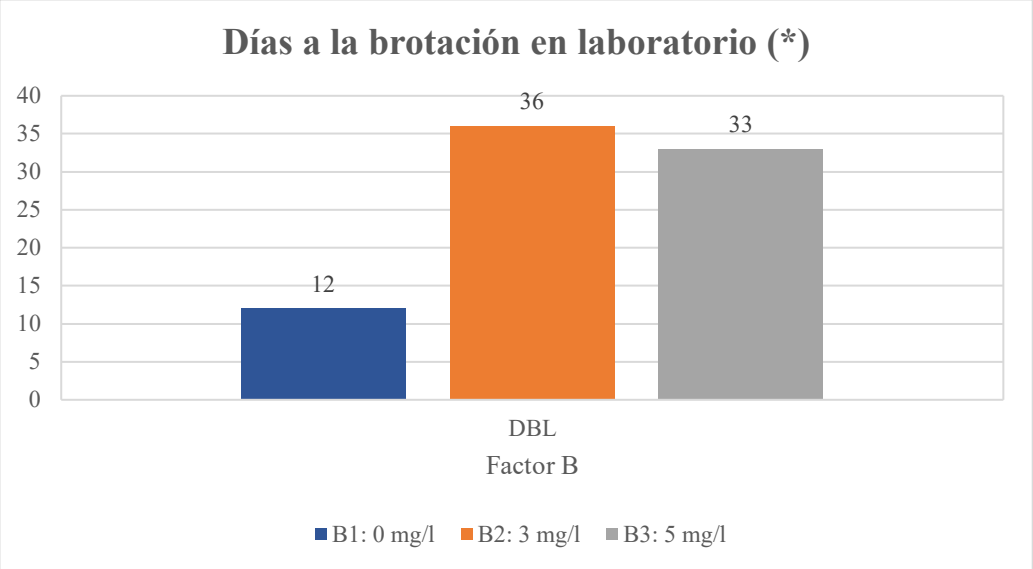
En el contexto de la propagación de plantas, especialmente en entornos controlados como laboratorios, la velocidad con la que se desarrollan los brotes es un factor crítico. La buganvilla blanca, al mostrar una brotación más rápida, podría ser una opción más efectiva en situaciones donde se busca minimizar el tiempo de desarrollo. Las diferencias observadas podrían deberse a características genéticas intrínsecas de las variedades, que afectan su tasa de crecimiento y desarrollo. Además, factores ambientales y de manejo en el laboratorio, como la calidad del

medio de cultivo, temperatura, humedad e iluminación, podrían tener impactos diferenciados en cada variedad.

Cuadro 4 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable DBL*

FB	Medias	R
2	36	A
3	33	A
1	12	B

Gráfico 2 *Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio en tres dosis de Citoquininas*



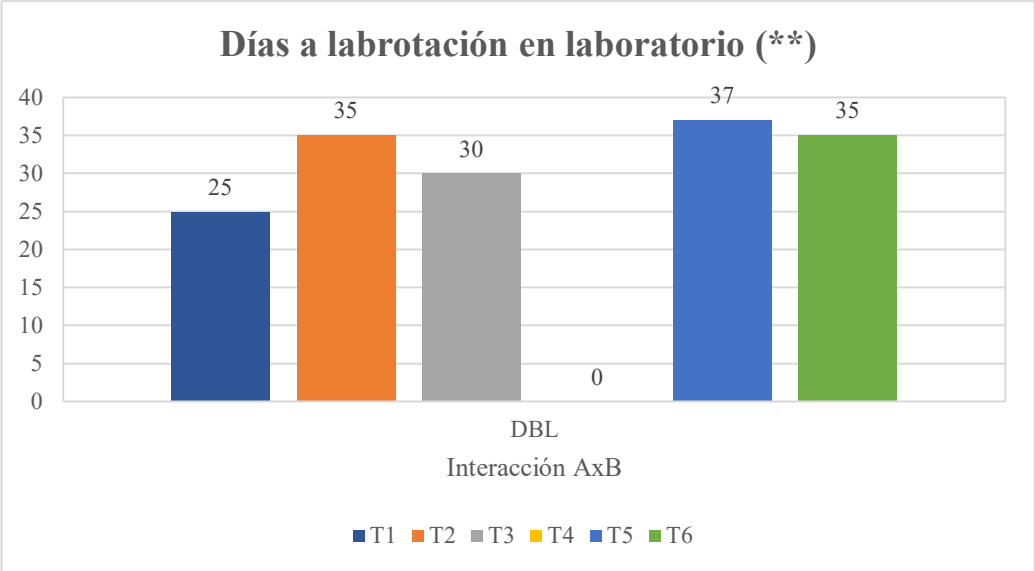
Para la variable **DBL** en relación con el Factor B (Dosis de Citoquininas), se observa que el menor tiempo de brotación se registró en el testigo absoluto sin citoquininas (B1) con 12 días, mientras que los tiempos fueron significativamente mayores con dosis de 3 mg/l (B2) con 36 y 5 mg/l (B3) con 33 días.

En base a los resultados establecidos se deduce que podría explicarse por un posible efecto inhibidor de las citoquininas en concentraciones más altas, lo que sugiere que, aunque estas hormonas son esenciales para el crecimiento vegetal, su exceso puede tener efectos adversos. Otro aspecto a considerar es la interacción de las citoquininas con otras hormonas vegetales y nutrientes presentes en el medio, lo que podría haber influido en la velocidad de brotación (García, 2019).

Cuadro 5 *Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable DBL*

TRA	Medias	R	
5	37	A	
6	35	A	
2	35	A	
3	30	A	B
1	25	A	B
4	0		B

Gráfico 3 *Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas*



La interpretación de los datos para la variable **DBL** en la interacción AxB (Tipos de Buganvilla x Dosis de Citoquininas) revela diferencias significativas en el tiempo de brotación entre los tratamientos. Los resultados muestran que el T2 (Morada + 3 mg/l), T5 (Blanca + 3 mg/l) y T6 (Blanca + 5 mg/l) presentaron los mayores tiempos de brotación, con valores de 35 y 37 días. Por otro lado, el tratamiento T4 (Blanca + 0 mg/l), que no recibió citoquininas, no mostró brotación (0 días). Los tratamientos T1 (Morada + 0 mg/l) y T3 (Morada + 5 mg/l) mostraron tiempos intermedios de 25 y 30 días respectivamente. Las diferencias en los tiempos de brotación también pueden reflejar variabilidad genética entre los diferentes tipos de Buganvilla. Cada genotipo puede tener una respuesta única al tratamiento con

citoquininas, lo que resulta en diferencias en el tiempo necesario para iniciar la brotación.

La respuesta a las citoquininas no ocurre en aislamiento. Es probable que la interacción con otras hormonas vegetales, como las auxinas y giberelinas, juegue un papel crucial en determinar el tiempo de brotación. Factores como la temperatura, humedad, luz y nutrientes del suelo pueden influir significativamente en el tiempo de brotación. Aunque no se detallan en los datos proporcionados, variaciones en estas condiciones durante el experimento podrían haber afectado los resultados (Bocanegra et al., 2019).

5.2 Número de brotes por explantes a los 15 días (NBE)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas estadísticas en referencia a la variable NBE a los 15 días. Estos resultados reflejan el número promedio de brotes obtenidos bajo diferentes condiciones de tratamiento.

Cuadro 6 *Resultados de coeficiente de determinación en la variable NBE a los 15 días*

Variable	N	R^2	Aj	CV	Variable
NBE 15 días	18	0,87	0,77	36,51	NBE 15 días

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos propuestos en la investigación explican el 77% de la variabilidad en la respuesta de la variable NBE a los 15 días. Esto sugiere que los tratamientos tienen una alta incidencia en esta variable, influyendo significativamente en la cantidad de brotes de Buganvilla obtenidos en ese período.

Cuadro 7 *Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable NBE a los 15 días*

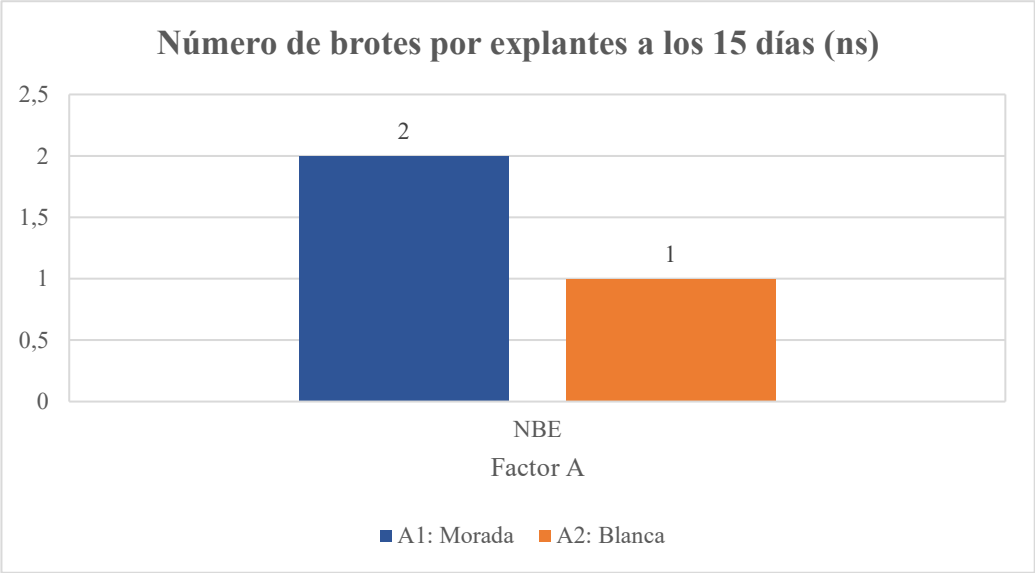
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	15,17	5	3,03	10,11	0,0012

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) muestran un p-valor de 0,0012 para los tratamientos, lo que proporciona evidencia concluyente de que los tratamientos son significativamente diferentes.

Cuadro 8 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable NBE a los 15 días*

FA	Medias	R
1	2	A
2	1	A

Gráfico 4 *Promedios de la variable número de brotes por explantes a los 15 días (NBE) en dos tipos de buganvilla*

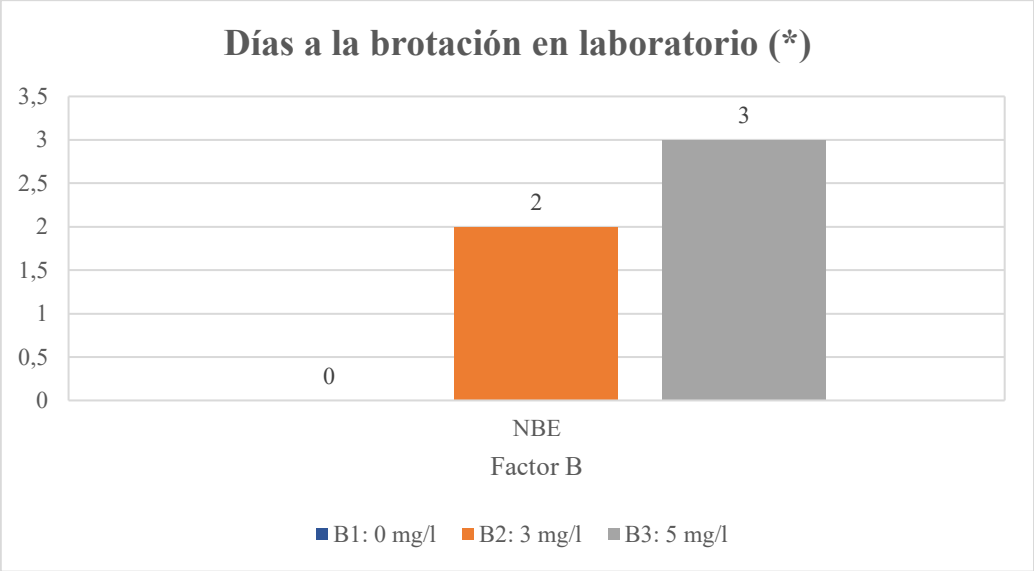


El estudio del Número de Brotes por Explante (NBE) en los tipos de buganvilla mostró resultados interesantes al ser evaluado en dos momentos distintos, a los 15 y 60 días. Inicialmente, a los 15 días, la buganvilla Morada (A1) presentó un promedio de 2, mientras que la variedad Blanca (A2) mostró un promedio de 1. Sin embargo, a los 60 días, ambas variedades registraron un promedio de 1 brote por explante. La diferencia observada a los 15 días sugiere una tasa de brotación inicial más rápida en el tipo de buganvilla Morada en comparación con la Blanca. Esto podría deberse a diferencias genéticas que influyen en la velocidad de crecimiento y desarrollo de los brotes en las etapas tempranas.

Cuadro 9 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable NBE a los 15 días*

FB	Medias	R
3	3	A
2	2	A
1	0	B

Gráfico 5 *Promedios de la variable número de brotes por explantes en tres dosis de Citoquininas*



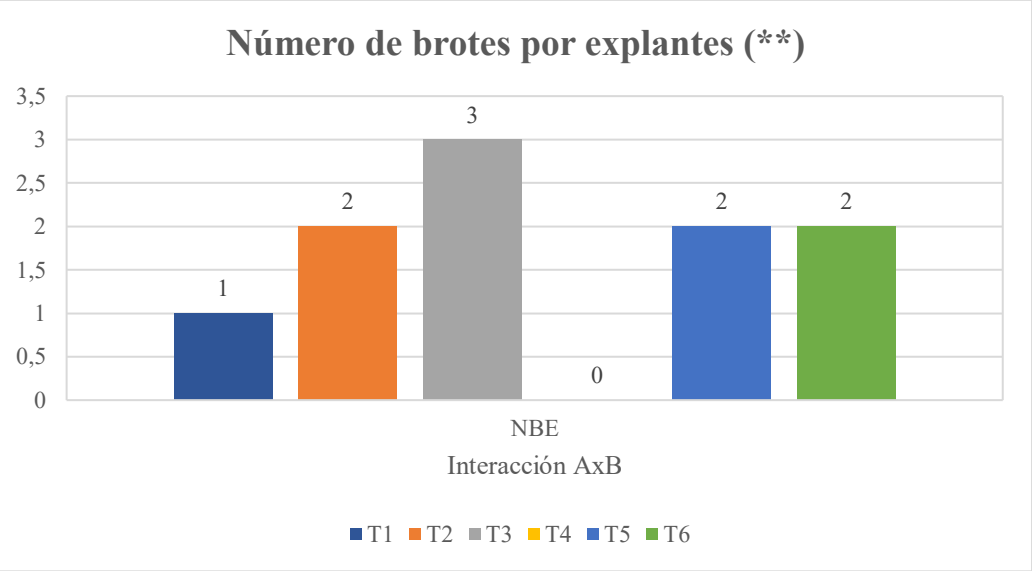
Para la variable Número de Brotes por Explante (NBE) en relación con el Factor B (Dosis de Citoquininas), se observa un claro patrón de respuesta al incremento de la dosis de citoquininas en los tiempos evaluados.

A los 15 días, el testigo absoluto (B1) no mostró brotes, mientras que los factores con citoquininas (B2 y B3) mostraron un número creciente de brotes, siendo mayor en el tratamiento con la dosis más alta (B3) presentando 3 brotes. Esto indica que la presencia de citoquininas estimula significativamente el brotamiento en las primeras etapas del desarrollo del explante.

Cuadro 10 *Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la NBE a los 15 días*

TRA	Medias	R	
3	3	A	
2	2	A	B
5	2	A	B
6	2	A	
1	1	A	B
4	0		B

Gráfico 6 *Promedios de la variable número de brotes por explantes en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas*



La variable Número de brotes por explantes (NBE) evaluada a los 15 días muestra diferencias en la respuesta de los tratamientos a lo largo del tiempo, lo cual es indicativo de cómo distintos factores influyen en el crecimiento vegetativo de las plantas.

En la evaluación realizada a los 15 días, se observa una variación notable en el desarrollo de brotes entre los tratamientos. El tratamiento T3 (Morada + 5 mg/l) destaca con el mayor número de brotes (3 brotes), lo que indica una respuesta favorable a las condiciones específicas de ese grupo. Por otro lado, el tratamiento T4 (Blanca + 0 mg/l) no presenta ningún brote, sugiriendo una posible incompatibilidad o efecto adverso de las condiciones de cultivo aplicadas en este

grupo. Los tratamientos T1 (Morada + 0 mg/l), T2 (Morada + 3 mg/l) y T5 (Blanca + 3 mg/l) muestran un desarrollo intermedio de brotes (1-2 brotes), indicando una respuesta moderada. El coeficiente de variación del 36.51% refleja una variabilidad considerable entre los tratamientos, lo cual puede ser atribuido a las diferencias en las condiciones de cultivo, genética de las plantas o la interacción entre ambos.

Estos resultados reflejan como distintos factores, incluyendo la dosis de citoquininas, la genética de la planta y las condiciones ambientales de cultivo, pueden influir en el desarrollo de brotes de las plantas de Buganvilla. Se observa que algunos tratamientos promueven un desarrollo más temprano, mientras que otros tienen efectos que se manifiestan más tarde. La ausencia de brotes en ciertos tratamientos podría deberse a factores como toxicidad, incompatibilidad o insuficiencia de los recursos necesarios para el crecimiento.

5.3 Número de brotes por explantes a los 60 días (NBE)

A continuación, se exhiben los resultados obtenidos de las pruebas estadísticas concernientes a la variable NBE a los 60 días. Estos datos muestran el promedio de brotes obtenidos bajo diversas condiciones de tratamiento.

Cuadro 11 *Resultados de coeficiente de determinación en la variable NBE a los 60 días*

Variable	N	R^2	Aj	CV	Variable
NBE 60 días	18	0,90	0,83	28,25	NBE 60 días

Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos propuestos en la investigación explican el 83% de la variabilidad en la respuesta de la variable NBE a los 60 días. Esto implica que los tratamientos tienen una notable influencia en esta variable, afectando considerablemente la cantidad de brotes de Buganvilla obtenidos en dicho período.

Cuadro 12 *Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable NBE a los 60 días*

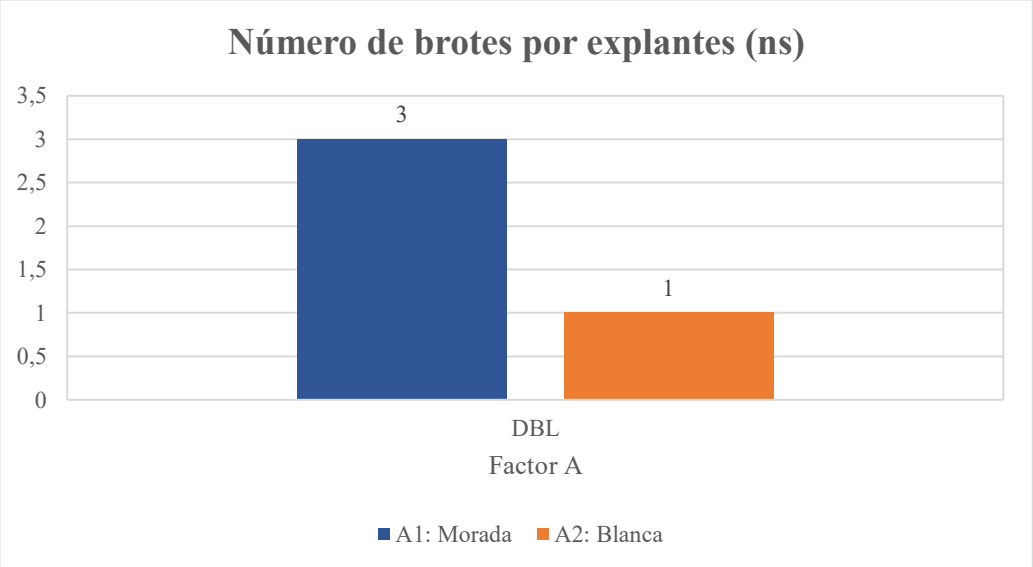
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	38,94	5	7,79	17,10	0,0001

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) muestran un p-valor de 0.0001 para los tratamientos, lo que proporciona evidencia concluyente de que los tratamientos son significativamente diferentes.

Cuadro 13 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable NBE a los 60 días*

FA	Medias	R
1	3	A
2	1	A

Gráfico 7 *Promedios de la variable número de brotes por explantes (NBE) en dos tipos de buganvilla*



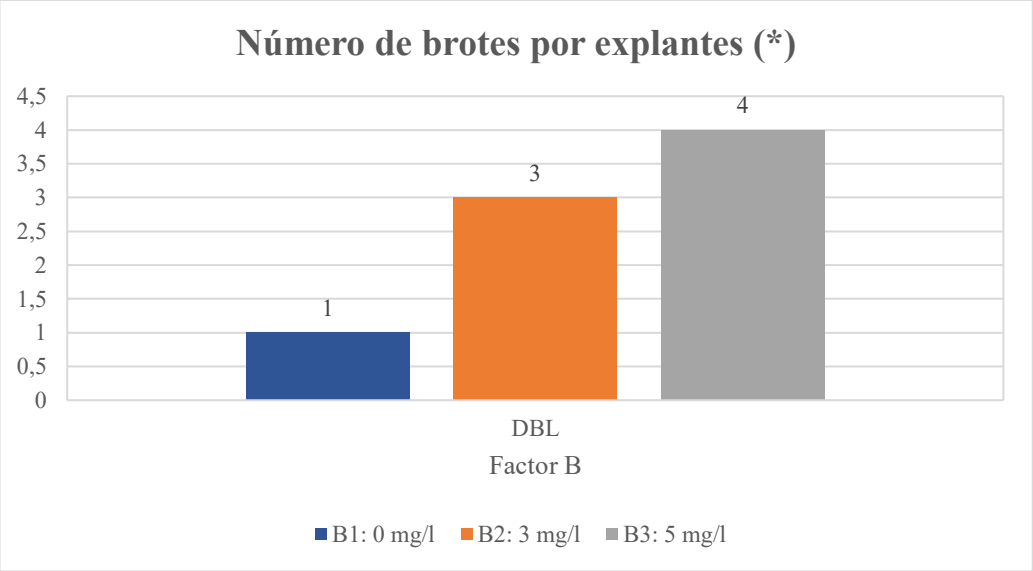
Estos resultados podrían indicar que, aunque la variedad Morada tiene un inicio más rápido en términos de brotación, la tasa de crecimiento se estabiliza o disminuye con el tiempo, permitiendo que la variedad Blanca alcance a la Morada.

Las condiciones de cultivo y el manejo de los explantes pueden jugar un papel crucial en la dinámica de crecimiento. Estrés ambiental o cambios en las condiciones de cultivo podrían haber afectado de manera diferente a las variedades, especialmente en las etapas posteriores del desarrollo.

Cuadro 14 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable NBE a los 60 días*

FB	Medias	R
3	4	A
2	3	B
1	1	C

Gráfico 8 *Promedios de la variable número de brotes por explantes en tres dosis de citoquininas*



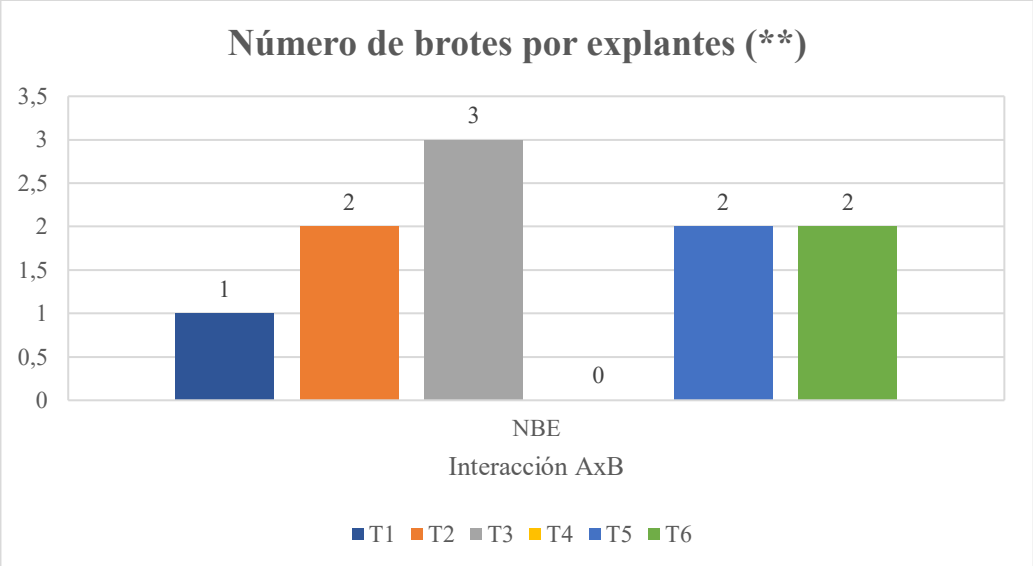
A los 60 días, todos los tratamientos mostraron brotes, pero nuevamente, los tratamientos con citoquininas mostraron una mayor cantidad, con el mayor número en el tratamiento B3 con 4 brotes. El incremento sugiere que, aunque más lento, el proceso de brotación puede ocurrir sin la presencia de citoquininas, pero en una magnitud significativamente menor.

Estos resultados demuestran que las citoquininas juegan un rol crucial en la promoción del brotamiento en explantes. La ausencia de brotes en el tratamiento testigo inicialmente y el aumento progresivo en el número de brotes con mayores concentraciones de citoquininas subrayan su efecto estimulante en la proliferación de brotes. Esto puede atribuirse a la influencia de estas hormonas en la división y diferenciación celular, que son procesos clave en la formación de nuevos brotes.

Cuadro 15 *Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la NBE a los 60 días*

TRA	Medias	R	
3	3	A	
2	2	A	B
5	2	A	B
6	2	A	
1	1	A	B
4	0		B

Gráfico 9 *Promedios de la variable número de brotes por explantes en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas*



Para el día 60, el tratamiento T3 (Morada + 5 mg/l) sigue mostrando una tendencia positiva con el mayor número de brotes (5 brotes), lo que sugiere una respuesta

sostenida y favorable bajo las condiciones aplicadas. Interesantemente, los tratamientos T5 (Blanca + 3 mg/l) y T6 (Blanca + 5 mg/l) experimentan un aumento en el número de brotes en comparación con la primera evaluación, lo que podría indicar un efecto acumulativo o tardío de los tratamientos aplicados. En contraste, el tratamiento T4 (Blanca + 0 mg/l) sigue sin mostrar desarrollo de brotes, lo que reafirma la posibilidad de efectos adversos del tratamiento en este grupo específico.

Estos resultados reflejan cómo distintos factores, incluyendo la dosis de citoquininas, genética de la planta y las condiciones ambientales de cultivo, pueden influir en el desarrollo de brotes de las plantas de Buganvilla. Se observa que algunos tratamientos promueven un desarrollo más temprano, mientras que otros tienen efectos que se manifiestan más tarde. La ausencia de brotes en ciertos tratamientos podría deberse a factores como toxicidad, incompatibilidad o insuficiencia de los recursos necesarios para el crecimiento.

5.4 Número de hojas por brote (NHB)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos relacionados con la variable NHB. Estos resultados reflejan el número promedio de brotes obtenidos bajo diferentes condiciones de tratamiento.

Cuadro 16 *Resultados de coeficiente de determinación en la variable NHB*

Variable	N	R^2	Aj	CV
NHB	18	0,88	0,80	29,19

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos propuestos en el estudio son responsables del 80% de la variabilidad observada en la variable NHB. Esto sugiere que los tratamientos ejercen una influencia significativa en esta variable, afectando de manera notable la cantidad de hojas de Buganvilla obtenidos durante ese período.

Cuadro 17 *Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable NHB*

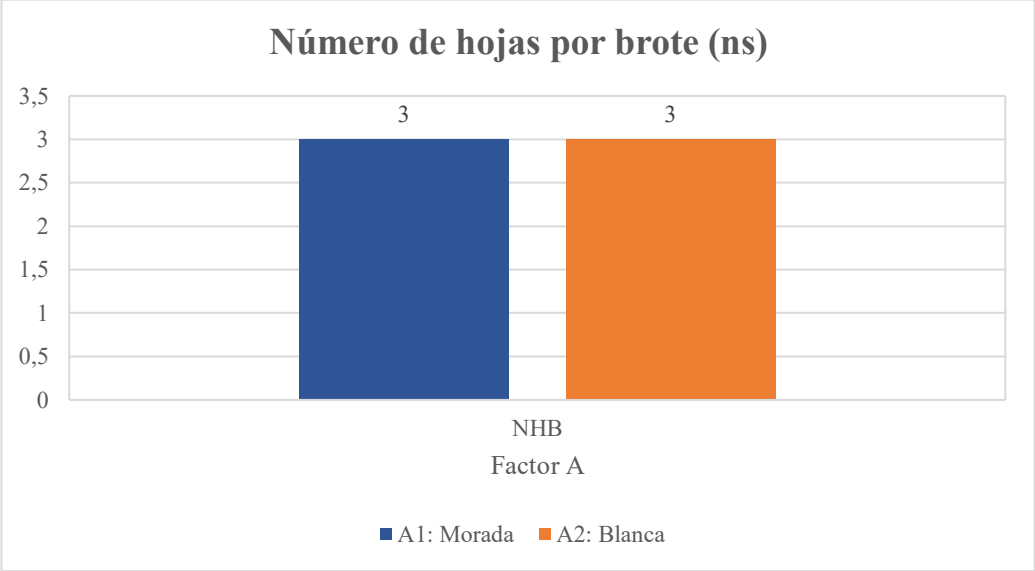
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	52,00	5	10,40	13,57	0,0003

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) muestran un p-valor de 0,0003 para los tratamientos, lo que proporciona evidencia concluyente que existen diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 18 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable NHB*

FA	Medias	R
1	3	A
2	3	A

Gráfico 10 *Promedios de la variable número de hojas por brote (NHB) en dos tipos de buganvilla*



En el estudio realizado con las variedades de buganvilla en la variable **NHB**, se observó que tanto el tipo de buganvilla Morada (A1) como la Blanca (A2) presentaron un promedio de 3 hojas por brote.

La similitud en el número de hojas por brote hace referencia que, para este rasgo particular, ambos tipos comparten una estabilidad genética.

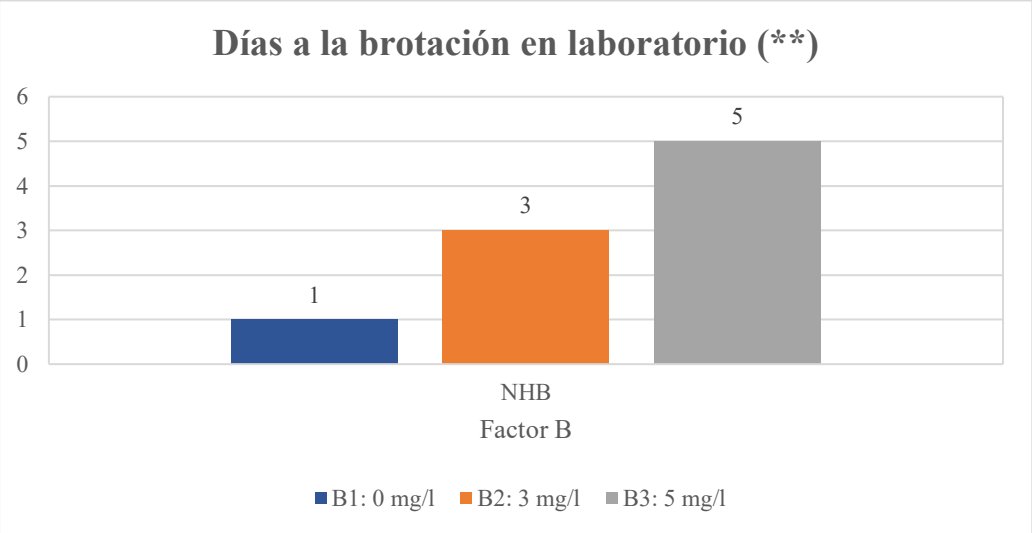
El hecho de que ambos tipos de buganvilla muestren el mismo número de hojas por brote indica también que las condiciones ambientales y de cultivo no tuvieron un impacto diferencial significativo en este aspecto del crecimiento. Esto puede sugerir que el NHB es un rasgo menos susceptible a variaciones debido a factores externos

en comparación con otros parámetros como la velocidad de multiplicación o la brotación. Desde el punto de vista de la propagación, este resultado es favorable, ya que sugiere una previsibilidad en el crecimiento de las hojas independientemente de la variedad. Esto facilita la planificación y el manejo en la producción de buganvillas, ya que los agricultores pueden esperar un desarrollo foliar similar entre estas variedades (Dalzotto et al,. 2022).

Cuadro 19 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable NHB*

FB	Medias	R
3	5	A
2	3	A
1	1	C

Gráfico 11 *Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio en tres dosis de Citoquininas*



Para la variable **NHB** en relación con el Factor B (Dosis de Citoquininas), se observa una correlación positiva entre la dosis de citoquininas y el número de hojas por brote. El testigo (B1) presentó la menor cantidad de hojas por brote, con un promedio de solo 1 hoja. En contraste, los tratamientos con citoquininas (B2 y B3) mostraron un incremento significativo en el número de hojas, siendo mayor en el tratamiento con la dosis más alta de citoquininas (B3) con 5 mg/l. Este patrón indica

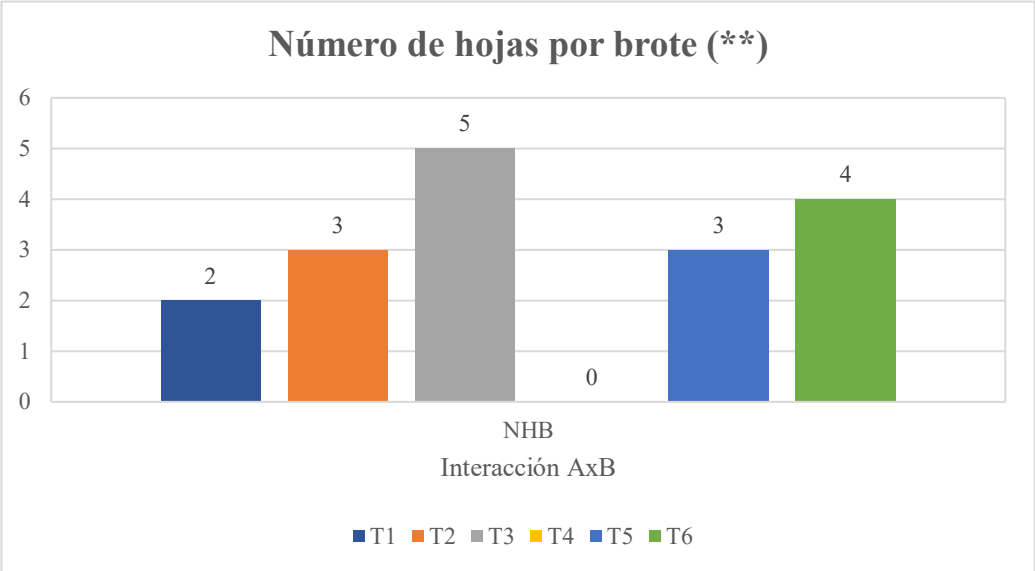
que la presencia de esta fitohormona tiene un efecto estimulante en la generación de hojas en los brotes.

Este resultado es coherente con el conocido rol de las citoquininas en la promoción del crecimiento y desarrollo de las plantas. Las citoquininas son conocidas por su capacidad para estimular la división celular y el crecimiento, lo que puede explicar el mayor número de hojas en los brotes tratados con estas hormonas. El incremento progresivo en el número de hojas con el aumento de la concentración de citoquininas sugiere una respuesta dosis-dependiente, donde mayores concentraciones resultan en una mayor estimulación del crecimiento foliar.

Cuadro 20 *Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable NHB*

TRA	**Medias**	**R**	
3	5	A	
6	4	A	B
2	3	A	B
5	3	A	
1	2	A	B
4	0		B

Gráfico 12 *Promedios de la variable días número de hojas por brote en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas*



En la variable del **Número de hojas por brote**, se observa una clara diferencia en la respuesta de las plantas a los distintos tratamientos. El T3 (Morada + 5 mg/l), con una media de 5 hojas por brote, muestra el mejor rendimiento, lo que sugiere que las condiciones específicas de este tratamiento son altamente favorables para el desarrollo foliar de las Buganvillas. Por otro lado, el tratamiento T4 (Blanca + 0 mg/l) no presenta desarrollo de hojas, lo cual es indicativo de condiciones adversas o inadecuadas para el crecimiento de las hojas en este grupo específico.

Los tratamientos T2 (Morada + 3 mg/l), T5 (Blanca + 3 mg/l) y T6 (Blanca + 5 mg/l), con un número de hojas intermedio (3-4 hojas por brote), indican una respuesta moderada a las condiciones de cultivo aplicadas. El tratamiento T1 (Morada + 0 mg/l), aunque no es el más bajo, muestra una cantidad menor de hojas en comparación con los otros, lo que podría sugerir una eficacia limitada de las condiciones de cultivo para este grupo.

En base a los resultados las variedades de buganvilla pueden tener respuestas genéticamente determinadas a las citoquininas. Esto podría explicar las variaciones en el número de hojas por brote entre los diferentes tipos de buganvilla estudiados.

La interacción entre las características genéticas de las plantas y el ambiente en el que crecen puede tener efectos significativos en su desarrollo. Diferentes variedades pueden responder de manera distinta a las mismas condiciones ambientales y de tratamiento.

5.5 Altura de brotes (AB)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos relacionados con la variable AB. Estos resultados reflejan el número promedio de brotes obtenidos bajo diferentes condiciones de tratamiento.

Cuadro 21 *Resultados de coeficiente de determinación en la variable AB*

Variable	N	R^2	Aj	CV
AB	18	0,85	0,74	29,75

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos propuestos en el estudio son responsables del 74% de la variabilidad observada en la variable AB. Esto sugiere que los tratamientos ejercen una influencia significativa en esta variable, afectando de manera notable en la altura de Buganvilla obtenidos durante ese período.

Cuadro 22 *Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable AB*

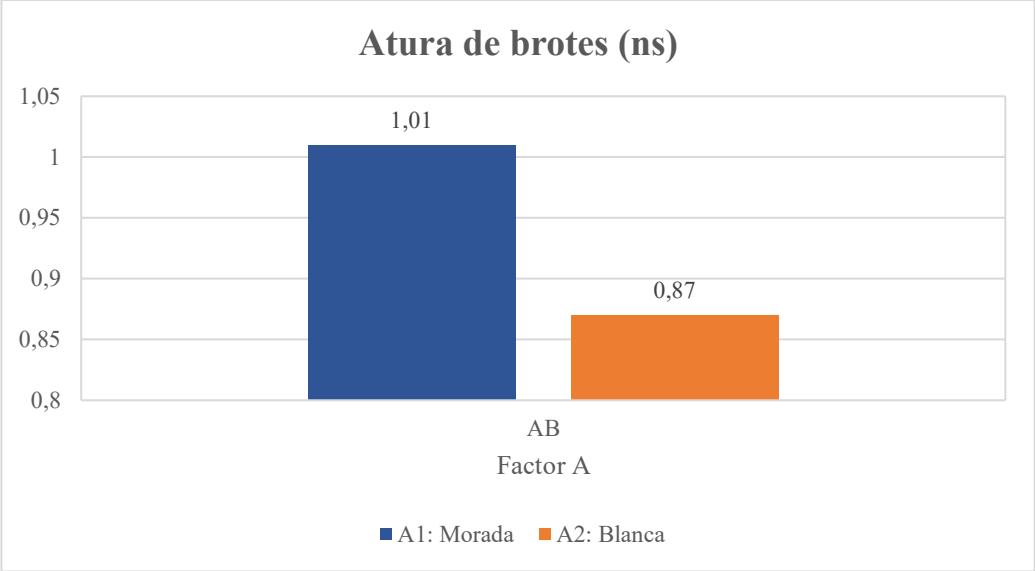
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	3,80	5	0,76	10,60	0,0010

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) muestran un p-valor de 0,2868 para los tratamientos, lo que proporciona evidencia concluyente que no existen diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 23 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable AB*

FA	Medias	R
1	1.01	A
2	0.87	A

Gráfico 13 *Promedios de la variable altura de brotes (AB) en dos tipos de buganvilla*



Al evaluar la variable **AB** se observaron diferencias en la altura de los brotes entre los dos tipos. La buganvilla Morada (A1) presentó una altura promedio de brotes de 1.01 cm, mientras que la Blanca (A2) mostró una altura promedio de 0.87 cm.

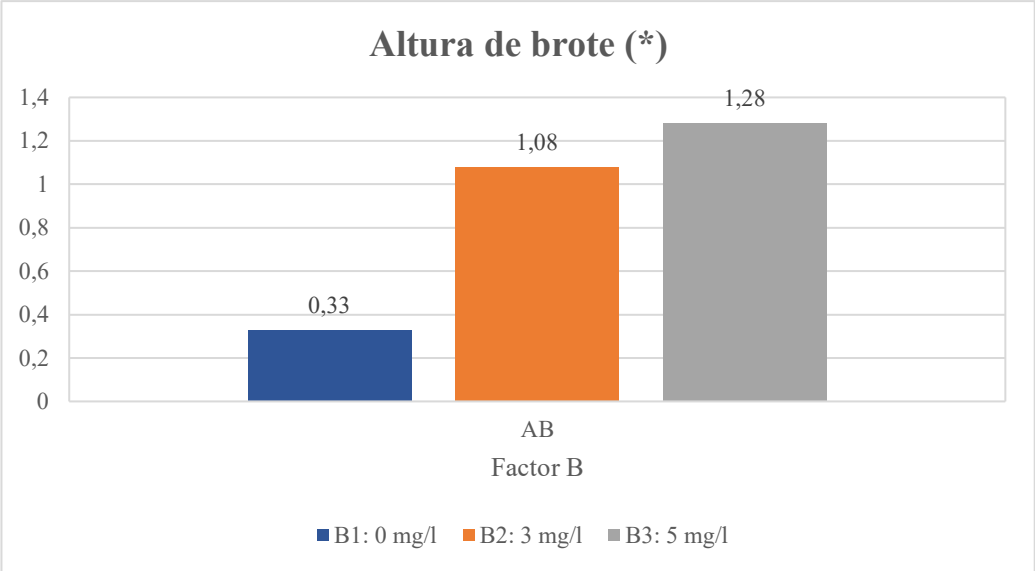
La diferencia, sugiere que existen factores genéticos que influyen en el crecimiento vertical de las plantas. La Morada parece tener una tendencia genética hacia un mayor crecimiento vertical en comparación con la Blanca. Aunque la genética juega un papel crucial, las condiciones de cultivo y el ambiente también pueden influir en la altura de los brotes. Es posible que la buganvilla Morada sea más eficiente en la utilización de recursos como la luz, nutrientes y agua, lo que podría contribuir a un mayor crecimiento vertical (Solé, 2021).

Desde un punto de vista estético, la diferencia en la altura de los brotes puede ser un factor importante en la selección de plantas ornamentales. La buganvilla Morada podría ser más adecuada para áreas donde se desea mayor altura y presencia visual, mientras que la Blanca sería preferible en espacios donde se buscan plantas más compactas (Dalzotto et al,. 2022).

Cuadro 24 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable AB*

FB	Medias	R
3	1,28	A
2	1,08	A
1	0,33	B

Gráfico 14 *Promedios de la variable altura de brote en tres dosis de Citoquininas*



En la **AB** en relación con el Factor B, los resultados indican una influencia significativa de las citoquininas en el crecimiento en altura de los brotes. El B1, sin adición de citoquininas, presentó la menor altura promedio de brotes, con solo 0.33 cm. Esto contrasta notablemente con los tratamientos B2 y B3, donde se aplicaron citoquininas a concentraciones de 3 mg/l y 5 mg/l respectivamente. En estos casos, se observaron alturas significativamente mayores, con promedios de 1.08 cm para B2 y 1.28 cm para B3. Esto sugiere que la presencia de citoquininas estimula de manera efectiva el crecimiento vertical de los brotes.

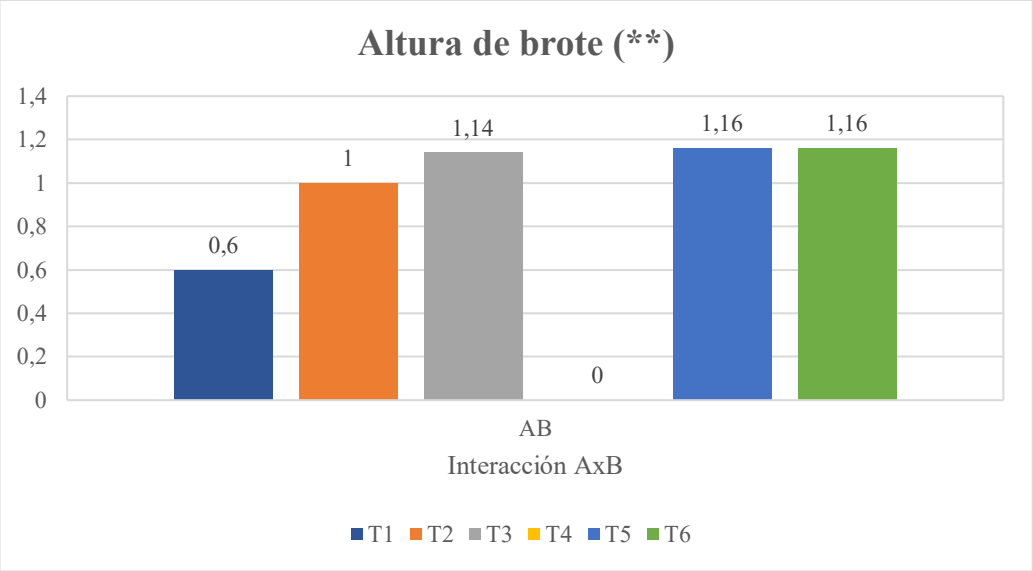
La citoquinina es una hormona vegetal conocida por promover la división y elongación celular, lo que explica el aumento en la altura de los brotes con la aplicación de estas hormonas. La respuesta dosis-dependiente observada, donde mayores concentraciones de citoquininas se correlacionan con mayores alturas de

brotes, es consistente con su rol en la regulación del crecimiento de las plantas (Bocanegra et al., 2019).

Cuadro 25 *Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable AB*

TRA	Medias	R	
5	1,16	A	
6	1,16	A	
3	1,14	A	
2	1,00	A	
1	0,6	A	B
4	0		B

Gráfico 15 *Promedios de la variable altura de brote en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas*



En la variable **AB**, observamos diferencias notables entre los tratamientos. Los tratamientos T2 (Morada + 3 mg/l), T3 (Morada + 5 mg/l), T5 (Blanca + 3 mg/l) y T6 (Blanca + 5 mg/l) mostraron las alturas más significativas, lo que sugiere que ciertas combinaciones de tipo de buganvilla y dosis de citoquininas son más efectivas para promover el crecimiento de los brotes. Esta respuesta favorable indica una sinergia entre la variedad de la planta y las citoquininas aplicadas, sugiriendo que algunas variedades pueden ser más receptivas a estas hormonas que otras.

La variabilidad en las alturas de los brotes entre los tratamientos podría estar influenciada por factores ambientales y de manejo, como las diferencias en luz, humedad y nutrientes. Estos factores pueden tener un impacto significativo en el crecimiento de las plantas y deben ser gestionados cuidadosamente para asegurar la consistencia en los resultados.

Finalmente, la variabilidad genética entre las diferentes variedades de buganvilla podría jugar un papel importante en cómo responden a las citoquininas y a las condiciones de cultivo. Esta variabilidad genética puede llevar a respuestas diferenciadas a tratamientos idénticos, lo que refleja la complejidad de las interacciones entre los factores genéticos y ambientales en el crecimiento de las plantas (Roncal, 2023).

5.6 Días a la emisión de raíces (DER)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos relacionados con la variable DER. Estos resultados reflejan el número promedio de brotes obtenidos bajo diferentes condiciones de tratamiento.

Cuadro 26 *Resultados de coeficiente de determinación en la variable DER*

Variable	N	R^2	Aj	CV
DER	18	0,81	0,68	31,12

Los resultados indican que los tratamientos evaluados en el estudio explican el 68% de la variabilidad observada en la variable DER. Esto implica que los tratamientos tienen una influencia significativa en esta variable, afectando considerablemente la los días de emisión obtenida durante ese período.

Cuadro 27 *Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable DER*

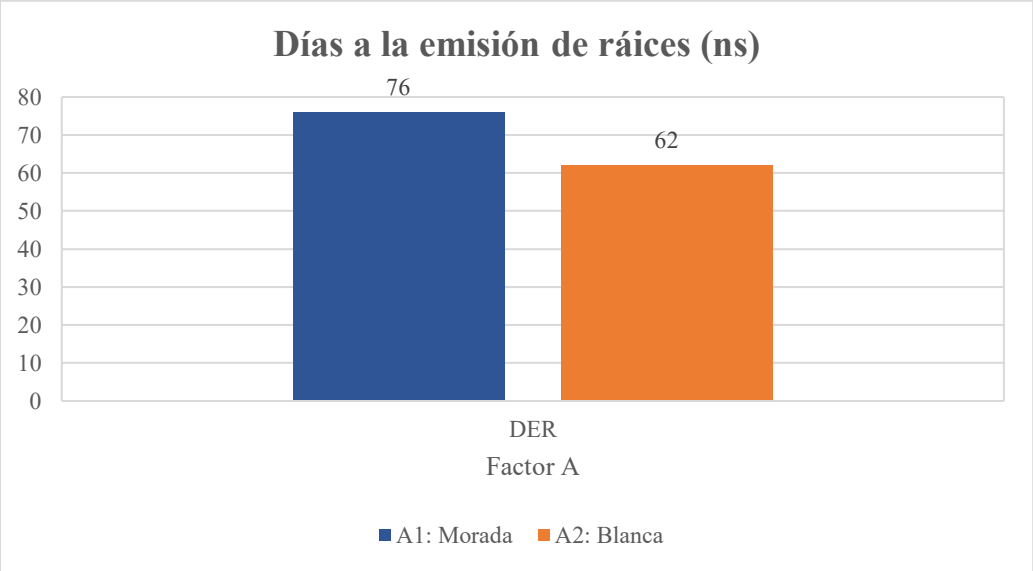
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	16520,44	5	3304,09	8,22	0,0026

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) muestran un p-valor de 0,0026 para los tratamientos, lo que proporciona evidencia concluyente que existen diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 28 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable DER*

FA	Medias	R
1	76	A
2	62	A

Gráfico 16 *Promedios de la variable días a la emisión de raíces (DER) en dos tipos de buganvilla*



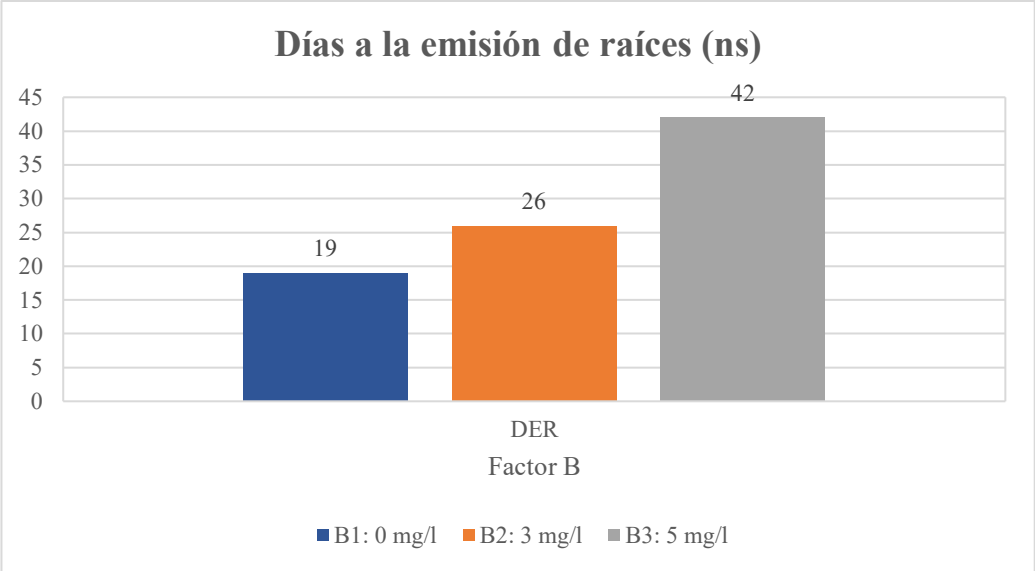
En la evaluación de los **DER**, los resultados muestran una diferencia en el tiempo requerido para la emisión de raíces entre las dos variedades en estudio. La Morada (A1) toma aproximadamente 76 días para que los brotes desarrolle raíces, mientras que la variedad Blanca (A2) solo requiere 62 días para alcanzar el mismo estado. Esto indica que la variedad Blanca tiene una capacidad de enraízamiento más rápida en comparación con la Morada bajo condiciones de cultivo similares.

En el proceso de propagación de plantas, especialmente en entornos controlados como laboratorios o viveros, la rapidez con la que se forman las raíces es un aspecto crucial. Una emisión de raíces más rápida permite una producción más eficiente y puede reducir los costos asociados con el mantenimiento de las plantas en condiciones de cultivo (Sánchez et al,. 2019).

Cuadro 29 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable DER*

FB	Medias	R
3	42	A
2	26	A
1	19	A

Gráfico 17 *Promedios de la variable días a la emisión de raíces en tres dosis de Citoquininas*



Para la variable **DER** en relación con el Factor B (Dosis de Citoquininas), los resultados muestran una tendencia inesperada. El testigo absoluto (B1), sin citoquininas, presentó el menor tiempo de emisión de raíces, mientras que las dosis de 3 mg/l (B2) y 5 mg/l (B3) incrementaron este tiempo, siendo la dosis más alta la que más lo prolongó.

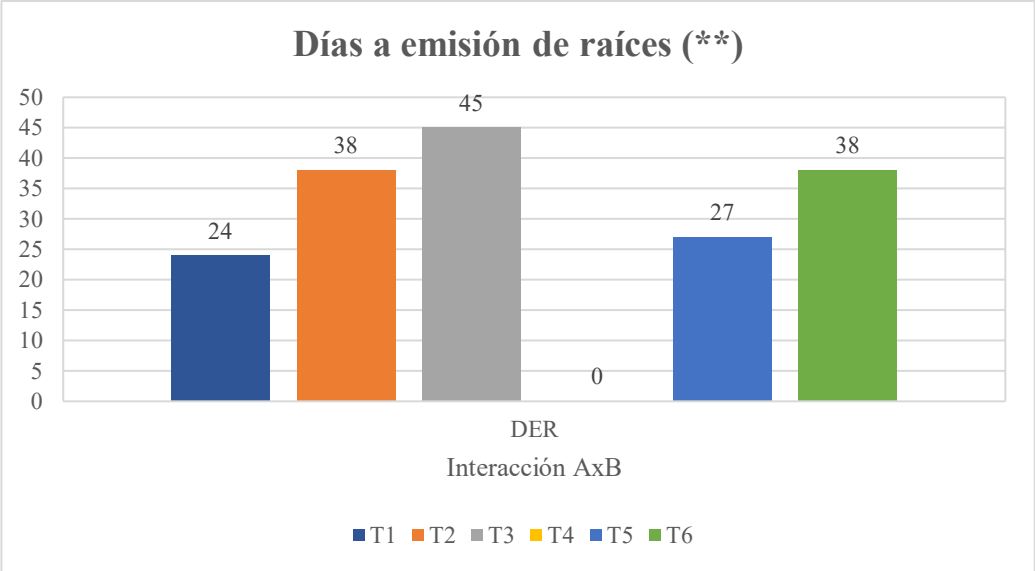
Esta tendencia sugiere que, en este caso específico, la aplicación de citoquininas podría estar teniendo un efecto retardante en la emisión de raíces. Esto es contrario a lo que comúnmente se espera, ya que generalmente promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas. Una posible explicación para este fenómeno podría ser que las concentraciones empleadas estén interfiriendo con el equilibrio hormonal necesario para la inducción efectiva de raíces. En algunas circunstancias, altas concentraciones de citoquininas pueden inhibir la formación de raíces,

posiblemente debido a un desequilibrio con otras hormonas esenciales como las auxinas, que son críticas en el proceso de formación de raíces (Moya & Reyes, 2019).

Cuadro 30 *Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable DER*

TRA	Medias	R	
3	45	A	
2	38	A	
6	38	A	
5	27	A	
1	24	A	B
4	0		B

Gráfico 18 *Promedios de la variable días a la brotación en laboratorio en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas*



La interpretación de los datos para la variable **DER** en la interacción AxB (Tipos de Buganvilla x Dosis de Citoquininas) no indica diferencias significativas en el tiempo requerido para la emisión de raíces entre los distintos tratamientos. Los resultados muestran que los tratamientos T2 (Morada + 3 mg/l), T3 (Morada + 5 mg/l) y T6 (Blanca + 5 mg/l) necesitaron de 38, 45 y 38 días respectivamente para la emisión de raíces. En contraste, T1 y T4, también con citoquininas, mostraron

tiempos menores de 24 y 27 días respectivamente, considerando que los T1 y T4 tuvieron promedios inferiores debido a la cantidad de frascos contaminados.

Las citoquininas pueden tener efectos variables en la emisión de raíces dependiendo de la concentración y el tipo específico de Buganvilla. En algunos casos, pueden promover la formación de raíces, mientras que en otros pueden inhibirla o retrasarla. Cada variedad de Buganvilla puede tener una respuesta única a las citoquininas, lo que se refleja en los tiempos variados para la emisión de raíces. Esto sugiere una interacción genotipo-hormona compleja.

En algunos tratamientos, las citoquininas podrían haber causado estrés fisiológico o desbalances hormonales que retrasaron o inhibieron la emisión de raíces (García & De María, 2021).

5.7 Número de raíces (NR)

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los análisis estadísticos correspondientes a la variable NR. Estos datos reflejan el promedio de raíces obtenidas bajo distintas condiciones de tratamiento.

Cuadro 31 *Resultados de coeficiente de determinación en la variable NR*

Variable	N	R^2	Aj	CV
NR	18	0,88	0,79	35,56

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos planteados en el estudio explican el 79% de la variabilidad observada en la variable NR. Esto sugiere que los tratamientos tienen una influencia significativa en esta variable, afectando de manera notable la cantidad de raíces obtenidas durante ese período.

Cuadro 32 *Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable NR*

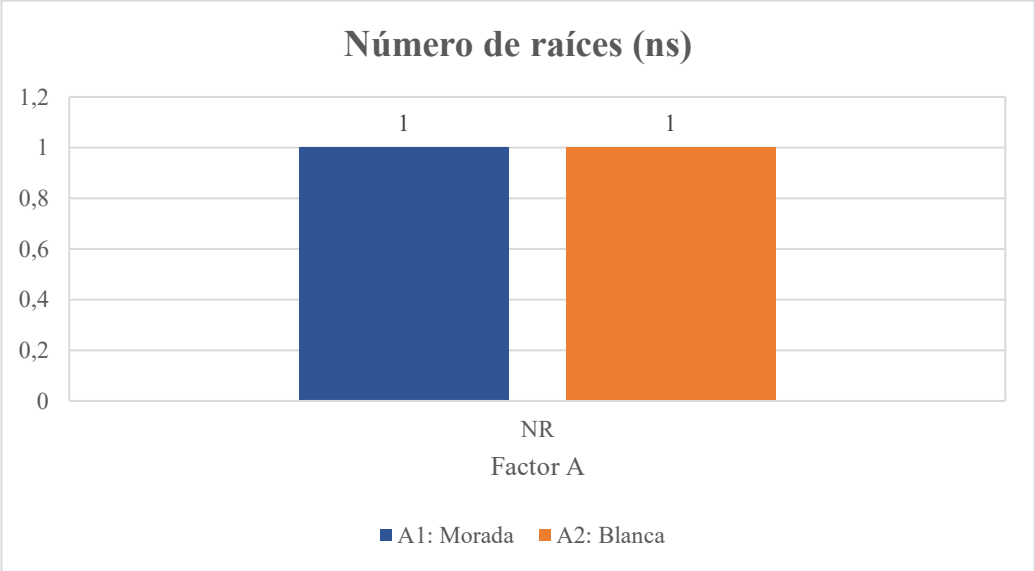
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	12,44	5	2,49	13,18	0,0004

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) muestran un p-valor de 0,0004 para los tratamientos, lo que proporciona evidencia concluyente que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 33 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable NR*

FA	Medias	R
1	1	A
2	1	A

Gráfico 19 *Promedios de la variable número de raíces (NR) en dos tipos de buganvilla*



En los resultados obtenidos, se observa que tanto el tipo de buganvilla Morada (A1) como la Blanca (A2) presentaron un promedio de 1 raíz por planta.

La igualdad en el número de raíces, sugiere que, en términos de formación radicular, estas variedades comparten características genéticas similares. Esto implica que, aunque puedan diferir en otros aspectos como el color de las flores, altura de los brotes, o resistencia a ciertas condiciones, en lo que respecta a la formación de raíces, su comportamiento es comparable.

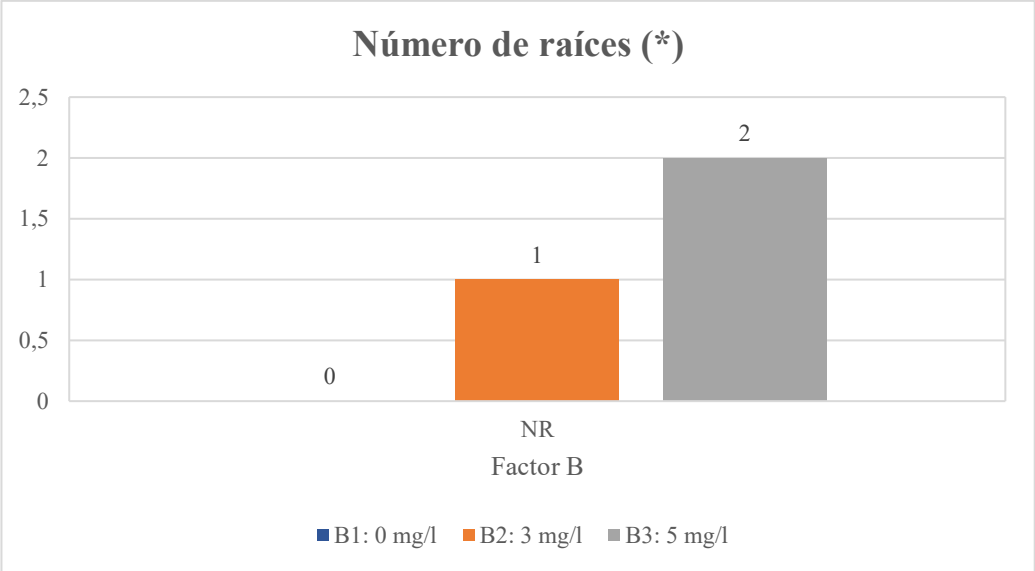
La uniformidad en el número de raíces también puede indicar que las condiciones de cultivo durante el estudio fueron consistentes y equitativas para ambas

variedades. Factores como la nutrición del suelo, humedad, temperatura y luz, que son críticos para el desarrollo radicular, fueron aparentemente óptimos y similares para ambas variedades, lo que podría haber contribuido a este resultado uniforme (Vera, 2022).

Cuadro 34 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable NR*

FB	Medias	R
3	2	A
2	1	B
1	0	B

Gráfico 20 *Promedios de la variable número de ríces en tres dosis de Citoquininas*



Para la variable **NR** en relación con el Factor B, los resultados muestran un patrón interesante en el desarrollo radicular en función de la concentración de citoquininas aplicadas. En el testigo (B1), donde no se aplicaron citoquininas, se observó la ausencia de formación de raíces (0 raíces). Los tratamientos B2 y B3, con dosis de citoquininas de 3 mg/l y 5 mg/l respectivamente, mostraron un incremento en la formación de raíces. En particular, el tratamiento B2 presentó un promedio de 1 mientras que B3 mostró un promedio ligeramente superior de 2 raíces por explante.

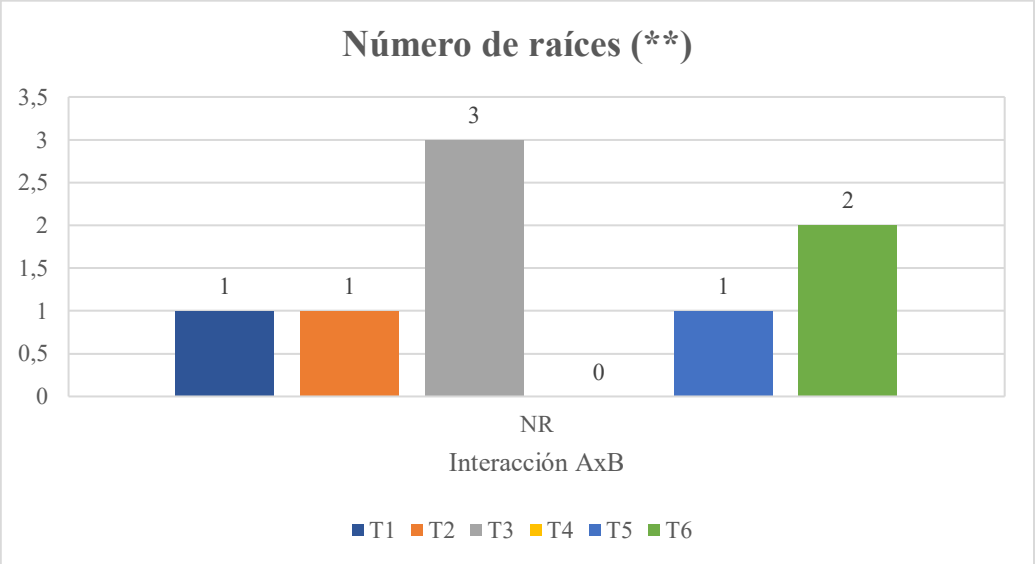
Este aumento en el número de raíces con la aplicación de citoquininas podría estar relacionado con la capacidad de estas hormonas para promover la división celular.

Aunque las citoquininas son más conocidas por su efecto en el crecimiento y la división celular en las partes aéreas de las plantas, este resultado sugiere que también pueden tener un impacto positivo en la formación de raíces, especialmente a concentraciones moderadas y altas. Es importante destacar que el equilibrio hormonal dentro de la planta es un factor crítico. Las citoquininas, en conjunto con otras hormonas como las auxinas, juegan un papel crucial en la regulación del desarrollo radicular. Por lo tanto, los resultados obtenidos pueden reflejar no solo el efecto directo de las citoquininas, sino también su interacción con otros reguladores del crecimiento en la planta (Orozco & Cruz, 2022).

Cuadro 35 *Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable NR*

TRAT	Medias	R		
3	3	A		
6	2	A	B	
1	1		B	C
2	1		B	C
5	1		B	C
4	0			C

Gráfico 21 *Promedios de la variable número de raíces en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas*



En la variable **número de raíces NR**, los resultados muestran una variabilidad considerable en la formación de raíces entre los diferentes tratamientos. Los tratamientos T3 (Morada + 5 mg/l) y T6 (Blanca + 5 mg/l) se destacan con la mayor cantidad de raíces con 4 y 2 raíces, lo que sugiere que las combinaciones específicas de tipo de buganvilla y dosis de citoquininas en estos tratamientos son más efectivas para estimular la formación de raíces.

Por su lado, el tratamiento T4, que no mostró formación de raíces, señala una incompatibilidad entre el tipo de buganvilla y la dosis de citoquinina utilizada, o posibles deficiencias en las condiciones de cultivo. Este resultado es crítico, ya que la ausencia de raíces puede indicar un fallo total del tratamiento en promover el crecimiento vegetativo necesario para la supervivencia y desarrollo de la planta.

El hecho de que la media general sea de solo 1 raíz, junto con un coeficiente de variación relativamente alto, sugiere que el proceso de formación de raíces en buganvillas es bastante sensible y puede verse fácilmente afectado por variaciones en el tratamiento o en las condiciones ambientales. Factores como la humedad del sustrato, temperatura, luz y estado nutricional del medio pueden influir significativamente en la formación de raíces. La variabilidad genética entre las diferentes variedades de buganvilla puede resultar en distintas capacidades de formación de raíces, lo que refuerza la importancia de seleccionar la variedad adecuada para cada tipo de tratamiento hormonal (Dalzotto et al., 2022).

5.8 Longitud de raíz (LR)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos relacionados con la variable LR. Estos datos reflejan la longitud promedio obtenida bajo diversas condiciones de tratamiento.

Cuadro 36 *Resultados de coeficiente de determinación en la variable LR*

Variable	N	R^2	Aj	CV
LR	18	0,89	0,81	33,12

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos propuestos en el estudio explican el 81% de la variabilidad observada en la variable LR. Esto sugiere que los tratamientos tienen una influencia significativa en esta variable, afectando notablemente la longitud de las raíces durante ese período.

Cuadro 37 *Resultados del análisis de varianza ADEVA en la variable LR*

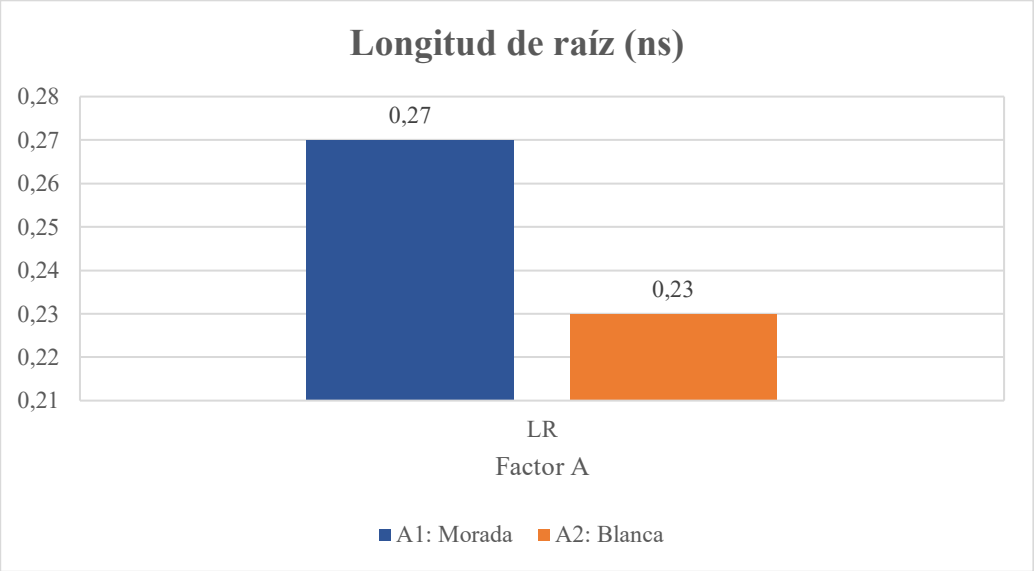
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	0,52	5	0,10	15,80	0,0002

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) muestran un p-valor de 0,0002 para los tratamientos, lo que proporciona evidencia que estadísticamente existen diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 38 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor A en la variable LR*

FA	Medias	R
1	0,27	A
2	0,23	A

Gráfico 22 *Promedios de la variable longitud de raíz (LR) en dos tipos de buganvilla*



La variedad morada (A1) exhibe una longitud de raíz ligeramente mayor con 0,27 y la blanca (A1), con una diferencia de 0,23 cm. Aunque esta diferencia parece

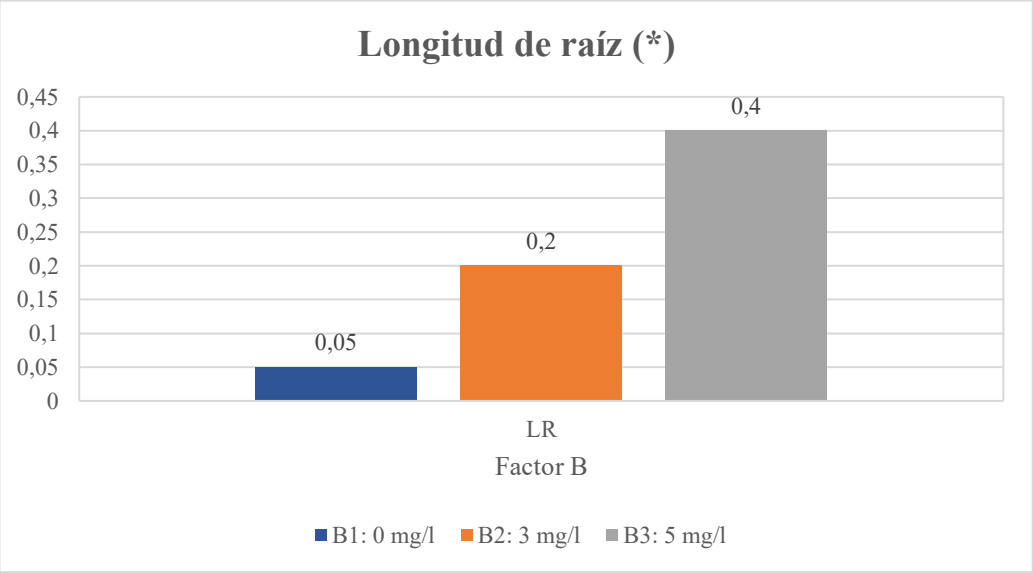
pequeña, puede ser significativa dependiendo del contexto biológico y del nivel de precisión requerido para el estudio. Esta variación podría estar influenciada por factores genéticos intrínsecos a cada variedad, ya que la genética juega un papel crucial en el desarrollo de las raíces.

Las diferencias en la longitud de raíz entre las dos variedades podrían estar relacionadas con su composición genética. Las características heredadas, como la capacidad de desarrollar raíces más largas, pueden variar entre diferentes genotipos.

Cuadro 39 *Resultados de la prueba de TUKEY para el factor B en la variable LR*

FB	Medias	R
3	0.4	A
2	0.2	B
1	0.05	B

Gráfico 23 *Promedios de la variable longitud de raíz en tres dosis de Citoquininas*



Para la variable **LR**, los datos reflejan una correlación clara entre la concentración de citoquininas y el crecimiento radicular. En el testigo (B1), se observó una longitud de raíz mínima, con un promedio de solo 0.05 cm. Esto es esperable dado que, en ausencia de citoquininas, el crecimiento radicular puede verse limitado.

En los tratamientos B2 y B3, con dosis de 3 mg/l y 5 mg/l de citoquininas respectivamente, se observó un incremento significativo en la longitud de las raíces. El tratamiento B2 mostró una longitud media de 0.2 cm, mientras que B3 registró una longitud aún mayor, de 0.4 cm. Este aumento puede atribuirse a la acción de las citoquininas en la estimulación de la división y elongación celular en las raíces.

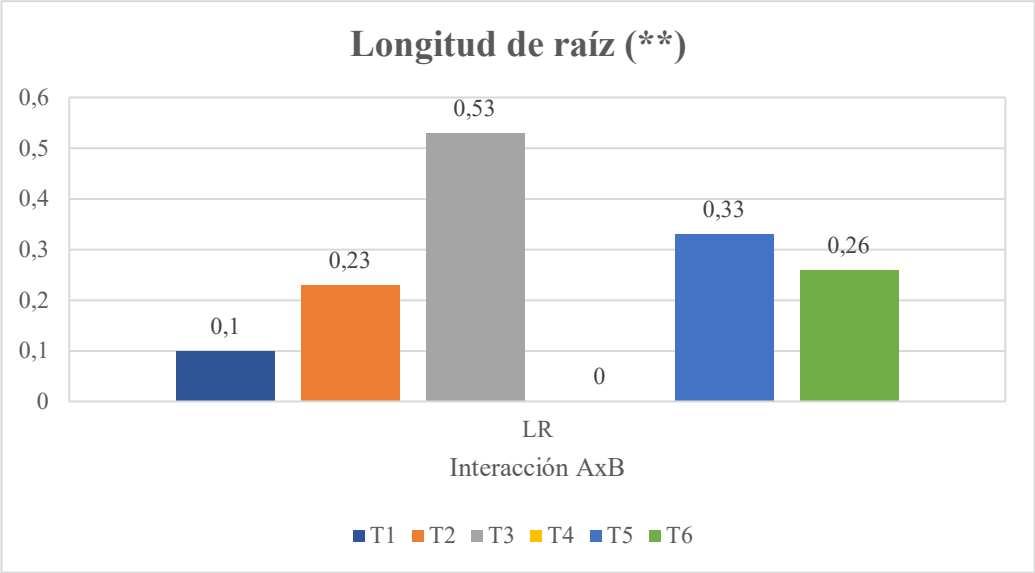
Estos resultados infieren que las citoquininas no solo promueven la formación de nuevas raíces, como se vio en la variable anterior (Número de Raíces), sino que también contribuyen al alargamiento de estas estructuras. Es probable que las citoquininas actúen en sinergia con otras hormonas vegetales, como las auxinas, que son bien conocidas por su papel en el crecimiento de las raíces.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que un equilibrio hormonal adecuado es crucial, ya que niveles excesivamente altos de citoquininas podrían tener efectos adversos, como una inhibición desproporcionada del crecimiento radicular en comparación con otras partes de la planta.

Cuadro 40 *Resultados de la prueba de TUKEY para la interacción AxB en la variable LR*

TRA	Medias	R		
3	0,53	A		
5	0,33	A	B	
6	0,26	A	B	C
2	0,23	A	B	C
1	0,1		B	C
4	0			C

Gráfico 24 *Promedios de la variable longitud de raiz en tipos de buganvilla x dosis de citoquininas*



Los datos obtenidos refleja diferencias notables entre los tratamientos en cuanto al crecimiento radicular en buganvillas, como se evidencia en los datos. El tratamiento T3 (Morada + 5 mg/l), con una longitud media de raíz de 0.53 cm, se destaca como el más efectivo, lo que sugiere que la combinación específica de tipo de buganvilla y dosis de citoquinina en este tratamiento es particularmente favorable para el crecimiento de las raíces. Esto puede deberse a una mayor respuesta de esta variedad a la concentración de citoquininas utilizada, lo que implica una interacción positiva entre la genética de la planta y las hormonas de crecimiento.

En contraste, el tratamiento T4 (Blanca + 0 mg/l), con una longitud de raíz promedio de 0.0 cm, indica una falta de crecimiento de las raíces, lo que podría ser resultado de una incompatibilidad entre la variedad de buganvilla y la dosis de citoquinina, o de condiciones subóptimas en el entorno de cultivo. Este hallazgo es preocupante, ya que la ausencia de crecimiento radicular puede ser indicativa de un fracaso en la promoción del desarrollo general de la planta.

Esto sugiere que la longitud de las raíces en buganvillas es una característica que puede verse significativamente afectada por pequeñas variaciones en el tratamiento

o en el ambiente. Factores como la calidad del medio de cultivo, humedad, temperatura y luz, así como el estado nutricional, pueden influir en el desarrollo radicular.

La genética de las diferentes variedades de buganvilla también juega un papel crucial, ya que distintas variedades pueden tener diferentes capacidades de crecimiento radicular bajo las mismas condiciones de tratamiento. Esto subraya la importancia de elegir variedades adecuadas para cada tipo de tratamiento hormonal y de manejar cuidadosamente las condiciones de cultivo para optimizar el crecimiento de las raíces (Fuentes, 2019).

La variabilidad genética entre las diferentes variedades de buganvilla puede resultar en distintas capacidades de formación de raíces, lo que refuerza la importancia de seleccionar la variedad adecuada para cada tipo de tratamiento hormonal (Dalzotto et al., 2022).

5.9 Análisis económico de la relación beneficio costo

Cuadro 41 Costo beneficio

ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Brotes	1	2	5	0	3	3
Plantas de buganvilla	7	7	7	7	7	7
Citoquininas	0.00	0.09	0.15	0.00	0.09	0.15
Agar	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
Frascos	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Papel aluminio	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Papel film	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
Povidyn	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Jabón	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Fungicida	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Costo total	11.7	11.75	11.81	11.66	11.75	11.81
Ingreso bruto	13.3	14	35	0	21	21
Ingreso neto	1.64	2.25	23.19	-11.66	9.25	9.19
Relación Ingreso Costo	**1.14**	**1.19**	**2.96**	**0.00**	**1.79**	**1.78**
Relación Beneficio Costo	**0.14**	**0.19**	**1.96**	**-1**	**0.79**	**0.78**

La relación beneficio-costo es un indicador económico clave que refleja la ganancia o pérdida bruta obtenida por cada unidad de inversión. Cuando esta relación supera el valor de uno, implica que la actividad económica en cuestión está generando un beneficio apropiado, ya que los ingresos exceden los costos. En cambio, si la relación es exactamente igual a uno, significa que los beneficios generados son equivalentes a los costos incurridos, lo que indica que la actividad no está siendo rentable, puesto que no está proporcionando ganancias adicionales más allá de la recuperación de la inversión inicial (Vásquez et al., 2017).

El T3 destaca como el tratamiento más exitoso, tanto en producción de brotes como en eficiencia económica, con $1.96 de ganancia por cada dólar invertido. Los tratamientos T5 y T6 también son eficientes, pero no alcanzan el nivel del T3. Por otro lado, T4 resultó en una pérdida y requiere una revisión o ajuste. Los tratamientos T1 y T2, aunque menos eficientes que T3, T5 y T6, aún generan un pequeño beneficio.

Es crucial analizar por qué el T3 tuvo un rendimiento tan superior, lo que podría atribuirse a la concentración específica de citoquininas u otros factores. Para el T4, que resultó en una pérdida, es importante entender las razones del fracaso y considerar ajustes o su exclusión en futuros experimentos. Finalmente, si el éxito de T3 puede replicarse a mayor escala, podría considerarse una opción viable para la producción comercial.

VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en este estudio sobre la multiplicación del cultivo de buganvilla bajo distintas dosis de citoquininas muestran diferencias significativas en variables clave como los días hasta la brotación (DBL), el número de brotes por explante (NBE), el número de hojas por brote (NHB), y la longitud de raíces (LR), entre otros. Mediante la prueba de Análisis de Varianza (ADEVA), se obtuvieron los valores de p asociados a cada variable evaluada: DBL (*p*-0.0045), NBE (*p*-0.0012), NHB (*p*-0.0003), área de brotes (AB) (*p*-0.2868), días a enraízamiento (DER) (*p*-0.0026), número de raíces (NR) (*p*-0.0004) y longitud de raíces (LR) (*p*-0.0002).

Estos resultados indican que las dosis de citoquininas tienen un efecto estadísticamente significativo en la mayoría de las variables evaluadas, con excepción del área de brotes (AB), cuyo p-valor (0.2868) supera el umbral de significancia, sugiriendo que este parámetro no es afectado significativamente por las dosis de citoquininas en las condiciones del estudio.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H0), que postulaba que la aplicación de diferentes dosis de citoquinina no afecta la multiplicación del cultivo de buganvilla, y se acepta la hipótesis alternativa (Ha), que establece que las dosis de citoquinina sí producen efectos significativos en este cultivo. La evidencia estadística obtenida respalda que las variaciones en la dosificación de citoquininas impactan de manera significativa en los parámetros de crecimiento y desarrollo de la buganvilla.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Basándonos en los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el estudio sobre la multiplicación in vitro de Buganvilla con la aplicación de Citoquininas, se presentan las siguientes conclusiones:

- Se ha realizado con éxito la multiplicación in vitro de dos variedades de Buganvilla ***(Bougainvillea glabra C.)*** utilizando tres tipos de citoquininas. Los resultados mostraron variaciones significativas en el desarrollo de los explantes en función del tipo y la dosis de citoquinina aplicada, lo que sugiere un efecto directo de estos compuestos en la multiplicación in vitro.

- Los datos recopilados indican que uno de los tipos de Buganvilla (blanca) mostró una respuesta más favorable en términos de número de brotes, longitud de raíces y otros parámetros de crecimiento bajo ciertas concentraciones de citoquininas. La Buganvilla blanca puede ser considerada más efectiva para la propagación in vitro en comparación con el otro tipo en estudio.

- A través de esta investigación, se identificó la citoquinina y la dosis (5 mg/l) resulto con mayor desarrollo del explante de Buganvilla. Esta combinación particular de citoquinina y dosis maximizó parámetros clave como la longitud de raíces, número de hojas y brotes, y otros indicadores de un desarrollo saludable y vigoroso del explante.

- Al analizar la relación beneficio-costo de cada tratamiento, se encontró que el T3 fue el más rentable que los otros tratamientos. Esto se determinó, tomando en cuenta el costo total del tratamiento y los ingresos brutos generados por los brotes producidos. El tratamiento con la mayor relación B/C demostró ser el más eficiente económicamente, proporcionando una guía valiosa para la selección de tratamientos en la práctica de propagación de Buganvilla.

- Finalmente, este trabajo no solo ha ampliado la comprensión científica de la propagación in vitro de la Buganvilla, sino que también ha establecido una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la ornamental y la conservación de esta especie. La metodología adoptada y los hallazgos de este estudio son pasos importantes hacia el desarrollo de técnicas de cultivo in vitro más eficientes y rentables para la Buganvilla, contribuyendo así al avance en el campo de la biotecnología vegetal.

7.2 Recomendaciones

En base a las conclusiones expuestas en este trabajo de investigación, se desprenden las siguientes recomendaciones:

- Para futuras investigaciones es remendable realizar un seguimiento y ajuste continuo de las condiciones de cultivo, como la temperatura, la humedad y la luz, para optimizar el crecimiento y desarrollo de los explantes.

- Es recomendable que futuras investigaciones incluyan una gama más amplia de variedades de Buganvilla, para comprender mejor la respuesta de diferentes genotipos a las citoquininas y optimizar las técnicas de propagación in vitro para un espectro más amplio de esta especie.

- Dado el impacto significativo de las citoquininas en el crecimiento de la Buganvilla, es crucial investigar con un rango más extenso de concentraciones y nuevos tipos de citoquininas para determinar las condiciones óptimas de cultivo.

- La aplicación de tecnologías como la edición genómica y el análisis molecular podría enriquecer la investigación, permitiendo una mejor comprensión de las respuestas fisiológicas y genéticas de la planta a diferentes tratamientos.

- Fomentar colaboraciones entre instituciones académicas y empresas del sector hortícola podría acelerar la transferencia de hallazgos del laboratorio al mercado, beneficiando así tanto al ámbito científico como al sector productivo.

- Al desarrollar nuevas técnicas y prácticas, es importante considerar su impacto medioambiental y buscar métodos que sean sostenibles y respetuosos con el ecosistema.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, B. (2022). Colores de la bugambilia. Obtenido de https://www.ecologiaverde.com/cuidados-de-la-bugambilia-731.html

AGROCODE. (2019). Las citoquininas. Obtenido de https://agrocode.com/glosario_terminos/citoquininas/

Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Nova, 109-129. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-24702019000200109&script=sci_arttext

Alcazar, M. (2018). Evaluación de tres niveles de auxinas y citoquininas para la obtención de plantas madre de rosa ***(****Rosa s****p.)*** Variedad Freedom en condiciones in vitro: Maria Elena Jacinto Alcazar. Apthapi, 1073-1081. Obtenido de https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/216

Amador, K. (2019). Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de Ferocactus ***(****Cactaceae)***. Polibotánica. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682013000100007

Atarés, A. (2020). Regeneración de plantas en cultivo in vitro de colza ***(****Brassica napus L.)***. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/ handle/10251/69226/MEDINA%20-%20Regeneraci%C3%B3n%20de%20plantas%20en%20cultivo%20in%20vitro%20de%20colza%20%28Brassica%20napus%20L.%29.pdf?sequence=1

Barba, L. (2019). Interaction between hydrogen peroxide and plant hormones during germination and the early growth of pea seedlings. Plant, Cell & Environment, 981-994.

Baskin, J. (2018). Classification, biogeography, and phylogenetic relationships of seed dormancy. Seed conservation: turning science into practice, 518-544.

Bioplan. (2019). Micropropagación de plantas. Obtenido de http://www.bioplaninvitro.com/micropropagacion-de-plantas/

Bocanegra, S., García, D., Fandiño, W., & Escobar, W. (2019). Propagación in vitro de arándano ***(****Vaccinium corymbosum L.)*** a partir de yemas axilares. Revista Siembra CBA, 9-19. Obtenido de https://revistas.sena.edu.co

/index.php/Revsiembracba/login?source=%2Findex.php%2FRevsiembracba%2Farticle%2Fview%2F3547

Bonga, J. (1987). Cell and Tissue Culture in Forestry. Martinus Nijhoff Publishers, 416.

CANNA. (2023). Reguladores del crecimiento vegetal. Obtenido de https://www.canna.es/reguladores_del_crecimiento_vegetal#:~:text=Los%20reguladores%20del%20crecimiento%20vegetal,y%20aquellas%20de%20origen%20sint%C3%A9tico.

Castillo, A. (2019). Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. Obtenido de http://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807102417.pdf

Corzo, D. (2012). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico. Ciencias Farm, 81-86.

Dalzotto, D., Espíndola, M., Zubillaga, M., Piñuel, M., & Boeri, P. (2022). Propagación y conservación de monte negro ***(Bougainvillea spinosa)*** a través del cultivo de tejidos vegetales. Obtenido de https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/9647

Damasco, L. (2020). Cultivo de tejidos vegetales. Medios de cultivo. Instituto Tecnologico de DC. Altamirano T. Obtenido de http://alvaradobiotech.blogspot.com/2013/02/tarea-medios-de-cultivo.html

Davies, J. (2017). Their nature, ocurrence and function. Plant hormones, 1-15.

Díaz, S. (2020). Impacto de la biotecnología en la conservación de especies vegetales. Obtenido de http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/Documents/Divulgacion/Revista/Diecisiete/250/250-03.pdf

Domínguez, C. (2022). Buganvilla: cuidados, poda y todo lo que necesitas saber sobre la planta de exterior más bonita. Obtenido de https://www.elmueble.com/plantas-flores/todo-sobre-buganvilla_44701

Duarte, J. (2020). Cómo cultivar Buganvilla: variedades, cuidados, propagación y más. Obtenido de https://deagronomia.com/cultivos/como-cultivar-buganvilla/#variedades_de_buganvilla

Duque, H. (2022). Evaluación de las plantulas de frambuesa ***(Rubus idaeus)*** propagadas mediante la multiplicación in vitro, utilizando tres tipos de

citoquininas en cuatro dosis en Laguacoto III, Cantón Guaranda Provincia de Bolívar.

EcuRed. (2017). Bugambilia. Obtenido de https://www.ecured.cu/Bugambilia

en Rendimiento, E. (2019). Efecto de citoquinina. facultad de agronomía (Doctoral dissertation, Universidad Nacion al de San Angustin. Obtenido de https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d73ff825-aba1-4348-8f2f-3470410465e2/content

Espinoza, E. (2008). Plantas ornamentales.

Espinoza, E. (2018). El crecimiento de estacas de veranera ***(****Bouganvillea Glabra Choisy)* bajo el efecto de biofertilizante liquido a base de estiercol vacuno. Universidad Nacional Agraria.

Fuentes, L. (2019). Estudio morfohistológico de las etapas embrionarias de bougainvilleaglabra. Obtenido de https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/26742

García, M., & De María, D. (2021). Aplicación exógena de poliaminas en la mejora de cultivos agrícolas frente al estrés. Obtenido de https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/14545

García, R. (2019). Respuesta morfológica en explantes de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill., bajo la influencia de diferentes concentraciones de citocininas Obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4978

Gray, M. (2004). Hormonal regulation of plant growth anda development.

Hernández, A., & Barrales, H. (2020). Micropropagación: Al rescate de plantas en riesgo de extinción. Obtenido de https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/507-número-57/986-micropropagacion-al-rescate-de-plantas-en-riesgo-de-extincion.html

Hernández, Y. (2020). Efectos de la contaminación microbiana y oxidación fenólica en el establecimiento in vitro de frutales perennes. Cultivos tropicales.

Holdridge, L. (1979). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: IICA.

InfoAgro. (2019). El cultivo de la Buganvilla. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_buganvilla.asp

Jordá, J. (2022). Efectos morfogénicos inducidos por pulsos de la auxina 2, 4-D y la citoquinina TDZ en brotes axilares de plantas micropropagadas de batata. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/125753

Karuppusamy, S. (2009). A review on trends in production of secondary metabolites from higher plants by in vitro tissue, organ and cell cultures. Journal of Medicinal Plants Research, 1222-1239.

Lavín, I. (2021). Las bungavillas por colores. Obtenido de https://www. hola.com/decoracion/galeria/20210504188894/como-cuidar-buganvilla-plantas-exterior-il/1/

Ledesma, K. (2019). Bugambilias: muchos colores en pocas especies. Obtenido de https://elementos.buap.mx/post.php?id=638#:~:text=Su%20caracter%C3%ADstica%20m%C3%A1s%20vistosa%20es,en%20tonos%20claros%20o%20intensos.

Levitus, G. (2018). Biotecnología y mejoramiento vegetal II. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 258.

Llorente, B. (2022). Cultivo in vitro. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar /bitstream/handle/10915/2211/4_-_Cultivo_in_vitro.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Lozano, K. (2019). Propagación in vitro variedad Lempira a partir de meristemas. Escuela Agricola panamericana.

Martínez, L., & Gago, L. (2018). Micropropagación vegetal. Obtenido de http://revbigo.webs.uvigo.es/images/revbigo/2008/Rebigo_2008_07.pdf

Moya, K., & Reyes, R. (2019). Efecto de tres citoquininas en el calibre del fruto del mango (*Mangifera indica*) la carbonera–2019. Obtenido de https:// repositorio. uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3612

Mroginski, L. (1991). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales in vitro. Cultivo de tejidos en la agricultura: Fundamentos y aplicaciones. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 19-40.

Mroginski, L. (2019). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales. En Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. INTA, 17-26.

Nelson, G. (2011). The tres of Florida 2a ed a reference and field guide. Pineapple press. USA.

Nikolaeva, M. (1977). Factors controlling the seed dormancy pattern. Physiology and Biochemistry of Seed dormancy and Germination.

Obregón, L. (2021). Efecto de la citoquinina en las características nutricionales del cultivo de pepinillo. Obtenido de http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5286

Olmo, S. (2018). Métodos de propagación y conservación de germoplasma. Obtenido de https://chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/12/Parte_IV.pdf

Olmos, S. (2010). Micropogación. en Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. INTA, 353-358.

Orellana, F. (2022). La aplicación de reguladores de crecimiento vegetal son claves para aumentar la productividad agrícola. Obtenido de https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/18001

Orozco, A., & Cruz, M. (2022). Ensayos in vitro para cuantificar la actividad biológica de citocinas. Tecnología en Marcha, 152-166. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8431641

Ostrolucká, M. (2014). In vitro propagation of Vaccinium species. Acta Universitatis Latviensis Biology.

Padilla, F. (2021). Buganvilla: 8 claves para cuidarla con éxito. Obtenido de https://www.antestodoestoeracampo.net/buganvilla/#7_Plagas_y_enfermedades

Pandina, E et al. (2017). Phytochemicals accumulation and antioxidant activity in callus and suspension cultures of Cynara scolymus L. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC).

PDOT BOLÍVAR. (2012). Obtenido de Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Bolívar.

Pérez et al. (2003). Sustrato Alternativas para la Propagación de *Bouganvillea glabra* Choisy. Plantlet formation in callus tissues of Anthuriumandreanum, 193-194.

Pérez, E. (2019). Evaluación preliminar de la actividad expectorante y toxicidad aguda oral de bbrácteas de *Bougainvillea Glabra* Choisy. Universidad Técnica Machala.

Perez, I. (2014). Propagacion in vitro y actividad antimicrobiana de extractos de callos obtenidos de especies del género rubus spp .” uruapan. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Facultad De Agrobiología: Michoacán, México.

Ponce, M., & Ulloa, S. (2023). Evaluación de la dosis de BAP, Kinetina, AIA y ANA en explantes de orquídeas silvestres. Obtenido de https://repositorio. espe.edu.ec/bitstream/21000/36857/1/T-ESPESD-003332.pdf

Rodríguez, J., Castañeda, J., Gutiérrez, A., & Plaza, A. (2021). Manual de prácticas de laboratorio para la micropropagación de plantas. Obtenido de https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_61a18db854d35.pdf

Rodríguez, M. (2021). Rehabilitación ecológica de sitios degradados por disturbios severos en el Monte Austral Neuquino: evaluación de la siembra directa con especies nativas (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Rojas, J. (2018). Evaluación de la protección y liberación del extracto de Bugambilia ***(Bougainvilleasp.)*** encapsulado en perlas de Alginato y Almidón de Maiz. México: Univ. Autónoma del Estado México.

Roncal, R. (2023). Diversidad, composición florística, estructura y presencia de micorrizas en un bosque estacionalmente seco del Marañón, UTCO, Celendín. Obtenido de https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500. 12996/5785

Ruscitti, M. (2019). Micropropagación: Cultivo de tejidos vegetales in vitro. Obtenido de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/98291/ mod_resource/content/1/micropropagacion%202021.pdf

Salcedo, A. (2022). Esquejes de Buganvilla en agua. Obtenido de https://www.sembrar100.com/flores/bugambilia/esquejes-de-buganvilla-en-agua/#:~:text=Las%20ra%C3%ADces%20de%20la%20buganvilla,reproducci%C3%B3n%20de%20una%20nueva%20planta.

Sánchez, M., Moya, J., López, J., & Mira, N. (2019). Recogida, transporte y procesamiento general de las muestras en el laboratorio de Microbiología. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, 127-134. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0213005X17303907

Santos, P. (2019). La propagación masiva de orquídeas ***(Orchidaceae);*** Una alternativa de conservación de especies silvestres. Agroproductividad, 31-36. Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/249320807.pdf

Sathyanarayana, B. (2007). Plant Tissue Culture, Practice and New Experimental Protocol. I.K. International Publishing House, 87-90.

Sharry, S. (2019). Plantas de probeta. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata (EDULP).

Solé, J. (2021). El huerto ecológico: un oasis de vida. Ned ediciones. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WHowEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA36&dq=Es+posible+que+la+buganvilla+Morada+sea+m%C3%A1s+eficiente+en+la+utilizaci%C3%B3n+de+recursos+como+la+luz,+nutrientes+y+agua,+lo+que+podr%C3%ADa+contribuir+a+un+mayor+crecimiento+ve

Thorpe, T. (1991). Micropropagación: conceptos, metodología y resultados. En cultivos de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones. CIAT, 127-143.

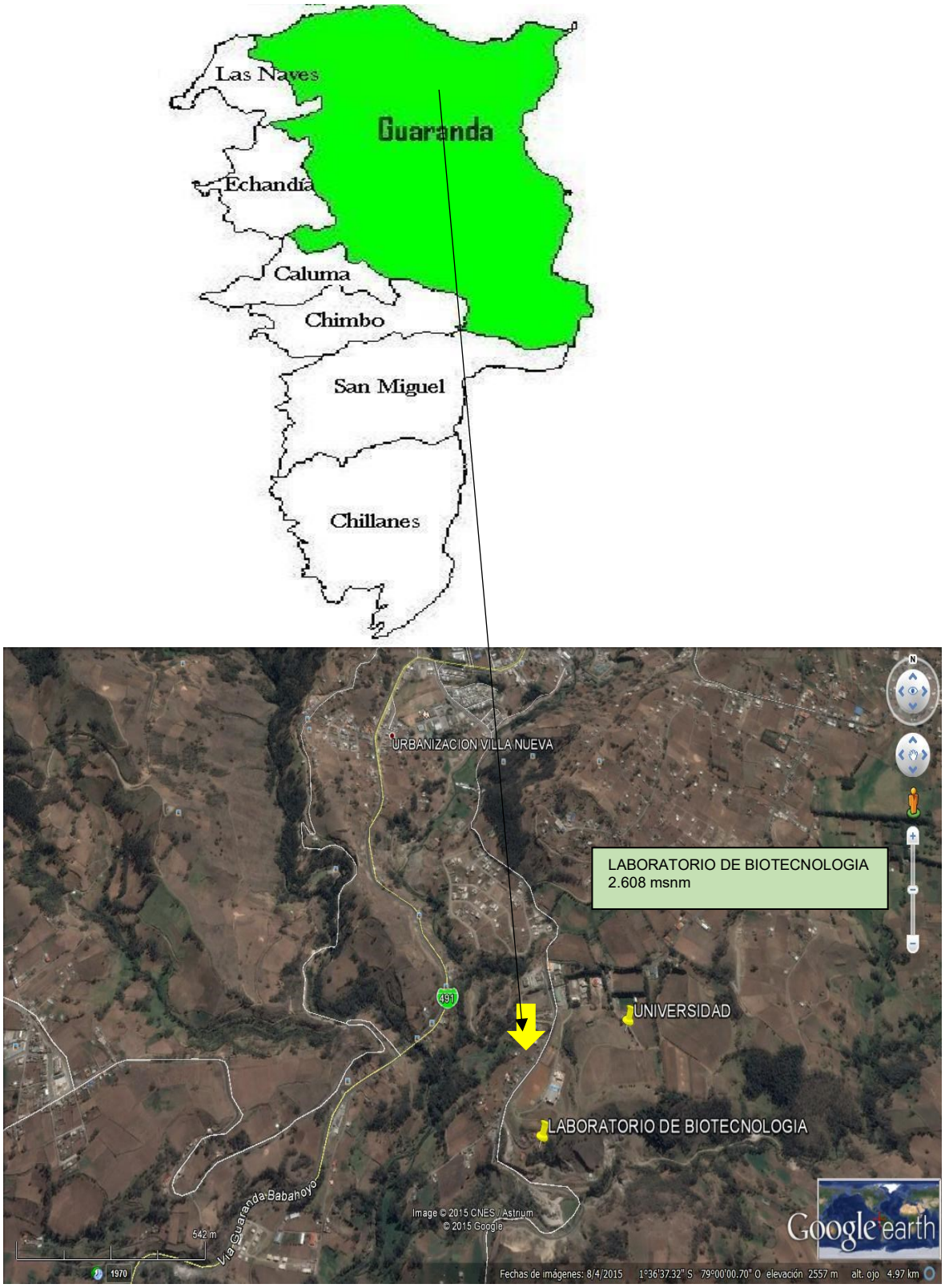
Vásquez, A., Matus, J., Cetina, V., Sangerman, D., Rendón, G., & Caamal, I. (2017). Análisis de rentabilidad de una empresa integradora de aprovechamiento de madera de pino. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 649-659. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000300649&script=sci_arttext

Velarde, G. (2018). Bungavilla. Obtenido de https://redescolar.ilce.edu.mx/20aniversario/componentes/publi_reinos/flora/bugambilia/bugambilia.htm#:~:text=Descripci%C3%B3n%20de%20la%20planta&text=Las%20flores%20son%20peque%C3%B1as%2C%20agrupadas,unos%205%20m%20de%20altura.

Vera, R. (2022). Uso de enraízadores en el prendimiento de estacas de buganvilla ***(Bougainvillea sp.),*** en condiciones de vivero Chuquibambilla–Grau, Apurímac. Obtenido de https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1161

ANEXOS

Anexo 1 Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2 Base de datos

				NFC	DBL	NBE		NHB	AB	TVM	DER	NR	LR
TRAT	REP	FA	FB	60 días	60 días	15 días	60 días	60 días	60 días	60 días	60 días	60 días	60 días
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	2	0	35	1	2	2	0.9	0.029	59	1	0.1
3	1	1	3	0	33	2	5	5	1.3	0.061	29	2	0.6
4	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	2	2	0	38	1	2	3	1.1	0.026	35	1	0.4
6	1	2	3	0	37	2	4	5	1.2	0.054	33	2	0.3
1	2	1	1	1	37	1	2	3	1	0.027	58	1	0.1
2	2	1	2	0	36	1	2	3	1.3	0.028	40	1	0.3
3	2	1	3	0	35	2	4	5	1.5	0.057	28	3	0.5
4	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	2	2	0	39	2	3	3	1	0.051	41	2	0.3
6	2	2	3	0	33	2	3	3	1.1	0.061	39	2	0.3
1	3	1	1	1	37	1	2	3	1	0.027	57	1	0.2
2	3	1	2	0	33	3	3	4	0.8	0.091	37	1	0.3
3	3	1	3	0	31	4	5	6	1.4	0.129	25	3	0.5
4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	2	2	0	33	2	3	4	1.4	0.061	39	1	0.3
6	3	2	3	0	35	3	3	5	1.2	0.086	16	1	0.2

Anexo 3 Manejo de campo



Obtención de plántulas



Selección de explantes



Desinfección de explantes



Introducción de explantes en el medios de cultivo



Aplicación en medio de cultivo



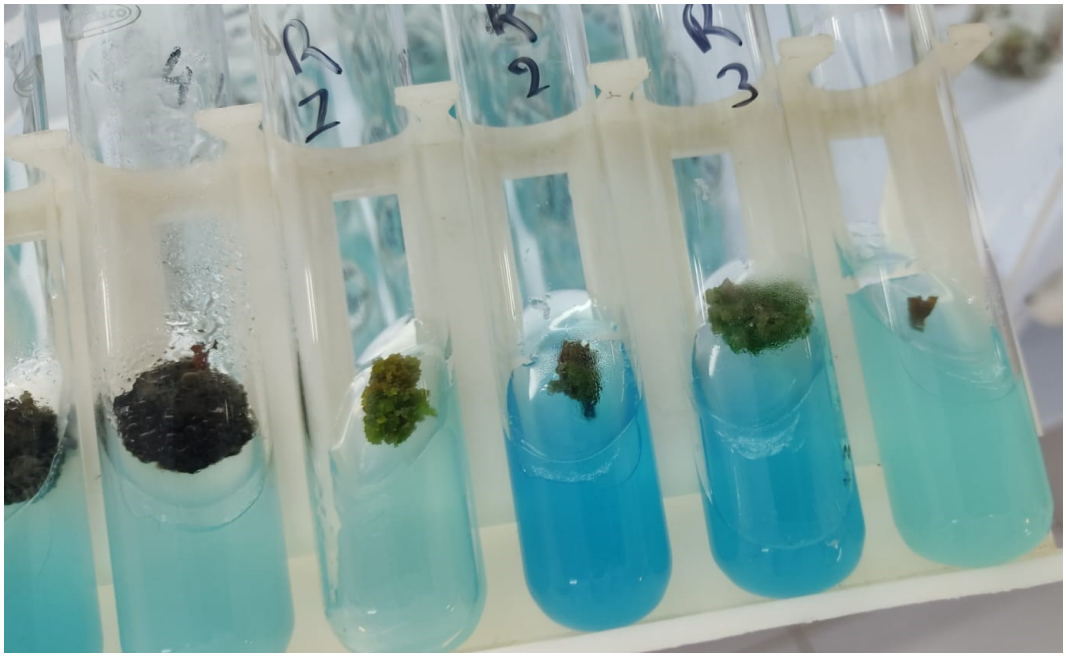
Área de multiplicación



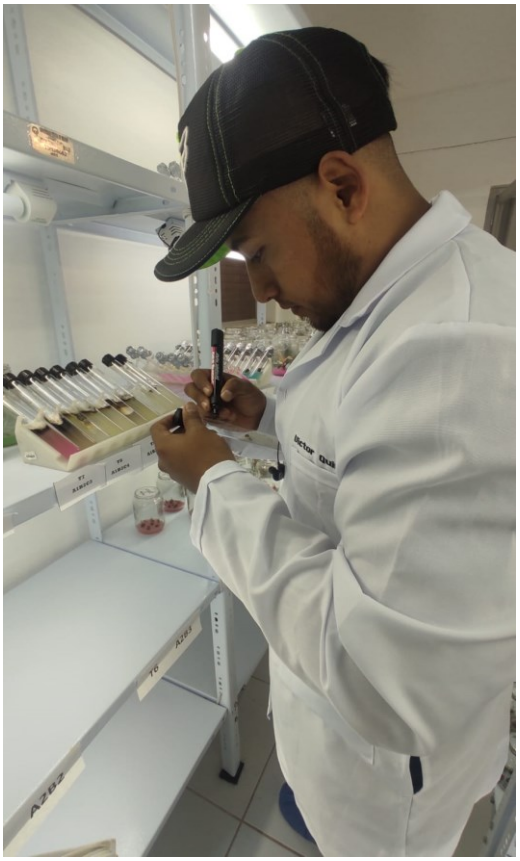
Tratamientos en evaluación



Frascos contaminados



Toma de variables



Registro de variables



Visita de campo

Anexo 4 Glosario de términos

Adenina: Base nitrogenada que es parte de los nucleótidos del ADN y el ARN. Por su estructura química, la adenina es una purina y en la doble cadena del ADN que se enfrenta a una timina.

Aerosol: Una suspensión de suaves partículas de líquido en un gas

Agar: Es utilizada como agente gelificante en la preparación de medios de cultivo.

Análisis: Estudio de una muestra para establecer su composición o naturaleza química.

Antisepsia: Son el conjunto de ordenamientos destinados a combatir los microorganismos que se encuentran en los tejidos vivos.

Asepsia: Ausencia de microorganismos que pueden originar enfermedad.

Aséptico: Se nombra que un objeto está estéril, aséptico, cuando se ha destruido, toda forma de vida existente en su superficie.

Autoclave: Dispositivo que se utiliza para esterilizar material de laboratorio, usando vapor de agua a alta presión y temperatura, evitando con las altas presiones que el agua llegue a ebullir a pesar de su alta temperatura. El fundamento del autoclave es que coagula las proteínas de los microorganismos debido a la presión y temperatura, aunque actualmente se ha llegado a saber de algunas formas acelulares, tal como los priones, que pueden soportar las temperaturas de autoclave.

Bioseguridad: Conjunto de mecanismos y medidas protectoras que permiten proteger la salud y la seguridad de la comunidad, frente a riesgos producidos por agentes biológicos, físicos, químicos y mecánicos.

Biotecnología: Aplicación vigilada y deliberada de agentes biológicos sencillos. – células vivas o muertas, o componentes celulares- en operaciones técnicamente provechosas, bien sea de fabricación de productos o como operaciones de servicios

Conservación: Es una forma de mantener la integridad química de la muestra para un posterior análisis.

Cultivo in vitro: Cultivo en un medio nutritivo, en condiciones estériles, de plantas, semillas, órganos, explantos, tejidos, células y protoplastos en plantas superiores.

Desinfección: Se designa desinfección a un proceso físico o químico que mata o inactiva agentes patógenos (bacterias, virus y protozoos), paralizando el crecimiento de microorganismos patógenos en fase vegetativa que se localicen en organismos vivos.

Desinfectante: Producto que elimina microorganismos hasta niveles admisibles, no los elimina todos, ni sus esporas causan la desinfección.

Embriogénesis somática: consiste en el desarrollo de embriones a partir de células que no son el producto de una fusión de gametos durante la fecundación o, en otras palabras, es un proceso por el cual se produce una estructura bipolar (el embrión) a partir de una célula somática.

Explante: Es un tejido vivo apartado de su órgano propio y transferido a un medio artificial de crecimiento.

Fitohormonas: Sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas.

Fitoregulador: Producto regulador del crecimiento de las plantas; normalmente se trata de hormonas vegetales (fitohormonas), y sus principales funciones son estimular o paralizar el desarrollo de las raíces y las partes aéreas.

Genotipo: Complexión genética completa de una célula u organismo. Asimismo suele referirse a los alelos de uno o más loci específicos

Hormona: Sustancia química procedente regularmente en pequeñas cantidades en una parte del organismo, desde donde es transportada a otra parte del organismo en la que causa un efecto específico.

Micropropagación: Propagación de plantas en un ambiente artificial intervenido, utilizando un medio de cultivo nutritivo adecuado

Propagación vegetativa: Elaboración de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano o parte de una planta madre.

Salinidad: Agrupación relativa de sales solubles en determinada porción del suelo o agua. Generalmente se la cuantifica a través de la medida de conductividad eléctrica

Variabilidad genética: La diversidad y variación en los genes dentro de una población de organismos. Incluye las diferencias en los alelos y genotipos que existen entre los individuos de una población, permitiendo que algunos rasgos sean más favorables en ciertos ambientes