



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera Ingeniería Agronómica

PROPAGACIÓN IN VITRO DE TRES VARIEDADES DE ASTROMELIAS (*Alstroemeria spp.*) CON TRES DOSIS DE CITOQUININAS EN EL LAGUACOTO II, CANTÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica.

AUTORES:

Dolores Isabel Caluña Punina

Javier Rimaël Rea Toalombo

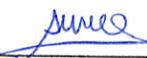
DIRECTORA:

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg

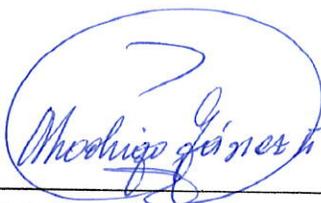
**Guaranda – Ecuador
2022**

**PROPAGACIÓN IN VITRO DE TRES VARIEDADES DE
ASTROMELIAS (*Alstroemeria spp.*) CON TRES DOSIS DE
CITOQUININAS EN EL LAGUACOTO II, CANTÓN
GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR.**

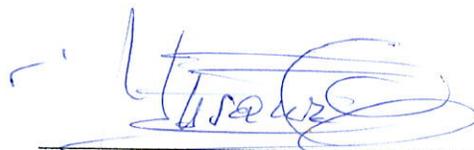
REVISADO Y APROBADO POR:



**ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg.
DIRECTORA**



**ING. RODRIGO YÁNEZ GARCÍA MSc.
BIOMETRISTA**



**ING. HUGO VÁSQUEZ COLOMA PhD.
REDACCIÓN TÉCNICA**

CERTIFICADO DE AUTORÍA

Nosotros, Dolores Isabel Caluña Punina con C.I. 025006959-8 y Javier Rimaël Rea Toalombo con C.I. 025000933-9 declaramos 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 (es).



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

DOLORES CALUÑA PUNINA
C.I 025006959-8

JAVIER REA TOALOMBO
C.I 025000933-9

ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg
CI: 020093306-7
DIRECTORA

ING. RODRIGO YÁÑEZ GARCÍA MSc
CI: 020050222-7
ÁREA DE BIOMETRIA

ING. HUGO VÁSQUEZ COLOMA PhD
C.I 020085252-3
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

....rio

Nº ESCRITURA 20220201003P02347

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

DOLORES ISABEL CALUÑA PUNINA y JAVIER RIMAEAL REA TOALOMBO

INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS L.L.

Factura: 001-001-0000121168



En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecinueve de octubre del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen el señor DOLORES ISABEL CALUÑA PUNINA casada, celular 0969425082; y JAVIER RIMAEAL REA TOALOMBO, soltero, celular 0997418709, de ocupaciones estudiantes, domiciliados en el Cantón Guaranda, por sus propios derechos, obligarse a quienes de conocerlas doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención de Ingenieros Agrónomos, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "PROPAGACIÓN IN VITRO DE TRES VARIEDADES DE ASTROMELIAS (*Alstroemeria spp.*) CON TRES DOSIS DE CITOQUININAS EN EL LAGUACOTO II, CANTÓN GUARANDA PROVINCIA BOLIVAR, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras". Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se ratifican y firman conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaria la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

DOLORES ISABEL CALUÑA PUNINA

C.C. 025006959-8

JAVIER RIMAEAL REA TOALOMBO

C.C. 0250009139

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



DEDICATORIA

Dedicado en primer lugar a Dios por concederme la vida y fuerza para seguir adelante y alcanzar mis metas propuestas.

A mis padres: Luis Nelson Caluña Caluña, Dolores Graciela Punina Agualsaca por darme la vida y haberme inculcado el valor de nunca rendirme ante cualquier obstáculo que se me pusiera en frente y siempre ser mis guías de vida que con amor y esfuerzo contribuyeron a mi formación académica.

A mi esposo e hijo: Cristian Daniel Simaliza, Elder Ronaldo Simaliza Caluña que ellos han sido un apoyo incondicional en mi vida por compartir los momentos difíciles y felices haberme impulsado a seguir adelante y culminar mi formación académica gracias por compartir mi vida y mis logros.

A mi tía Concepción del Carmen Punina por brindarme su apoyo moral y ser un ejemplo a seguir.

A mis suegros: Ángel Simaliza Llumiguano, María Santos Rea quienes con su apoyo moral siempre estuvieron presentes con su apoyo incondicional.

Dolores Caluña Punina

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida guiarme, protegerme por brindarme las virtudes y fortalezas necesarias para salir adelante pese a las dificultades que se han presentado en mi vida.

Con todo el amor a mis padres María Toalombo y Pedro Rea fundamentales en mi vida, quienes, con su ejemplo de perseverancia, esfuerzo, trabajo, amor han sido mi fortaleza, apoyo constante en todo el trayecto de mi vida para seguir adelante y culminar con mis estudios.

A mi novia, Inés Llumiguano con quien he compartido los mejores momentos en la trayectoria de mi vida universitaria para cumplir mis logros, por estar acompañando me y apoyándome con palabras de aliento para poder realizarme como profesional mis esfuerzos prometidos siendo el motivo de inspiración, fortaleza y felicidad.

A mi hermana Luz Rea por esta en los buenos y malos momentos de mi vida que ella fue el principal pilar desde el momento que iba a empezar mi vida universitaria moralmente y económicamente, para poder culminar mis estudios y las metas que siempre anhele.

Javier Rea Toalombo

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de investigación dedicamos con mucho amor y cariño a Dios por ser nuestro guía, fortaleza y por permitirnos en cumplir una etapa más de nuestra vida, y a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos naturales y del Ambiente y de forma especial a la Carrera de ingeniería agronómica por habernos acogido y poder culminar la carrera.

A todos y cada uno de los docentes, quien con su esmero y dedicación supieron impartir sus conocimientos.

Al Ing. Víctor Cortez encargado del laboratorio de biotecnología por su gran ayuda, apoyo incondicional en nuestro proyecto de investigación.

De manera especial nuestro agradecimiento leal y profundo reconocimiento a la Ing. Sonia Salazar como Decana de la Facultad y Directora de nuestra tesis, quien sin escatimar esfuerzos, nos apoyó en planificación establecimiento para desarrollo de nuestra investigación en el proyecto.

También dejamos en nuestro sincero agradecimiento al Ing. Rodrigo Yáñez, Biometrista y al Dr. Hugo Vásquez, Redacción Técnica, por sus ayuda y orientación dentro de la investigación.

A mis amigos y compañeros quienes han brindado su ayuda durante todo este proceso.

Dolores & Javier

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PROBLEMA.....	3
III. MARCO TEORICO	4
3.1 Origen.....	4
3.1.1 Taxonomía	4
3.2 Descripción botánica	4
3.2.1 Sistema radicular	4
3.2.2 Tallo	5
3.2.3 Hojas.....	5
3.2.4 Flores.....	5
3.2.5 Fruto.....	5
3.3 Requerimientos edafoclimáticos	6
3.3.1 Altitud.....	6
3.3.2 Precipitación y humedad relativa.....	6
3.3.3 Temperatura.....	6
3.3.4 Clima.....	6
3.3.5 Suelo.....	6
3.4 Plagas y enfermedades de las astromelias.....	7
3.4.1 Plagas	7
3.4.2 Enfermedades.....	7
3.5 Variedades	8
3.6 Sistema de propagación	10
3.6.1 Propagación asexual.....	10

3.7	Micropropagación	10
3.7.1	Etapa de la propagación in vitro	11
3.7.2	Medio de cultivo	14
3.7.3	Medio de cultivo Sales minerales MS (Murashige y Skoog, 1962) en (mg/lt)	15
3.7.4	Micronutrientes en mg/lt	16
3.7.5	Vitaminas en mg/lt.....	16
3.7.6	Elaboración de soluciones madre del medio de cultivo murashige y skoog	16
3.7.7	Reguladores de crecimiento.....	16
3.7.8	Citoquininas	17
3.8	Costo producción.....	18
3.9	Lugares de comercialización.....	18
IV.	MARCO METODOLÓGICO	20
4.1	Materiales	20
4.1.1	Ubicación de investigación	20
4.1.2	Situación geográfica y climática	20
4.1.3	Zona de vida	20
4.1.4	Materiales experimentales.....	21
4.1.5	Materiales de campo	21
4.1.6	Materiales de laboratorio	21
4.1.7	Materiales de oficina	23
4.2	Métodos.....	23
4.2.1	Factores en estudio.....	23
4.2.2	Tratamientos	23

4.2.3	Procedimiento	24
4.2.4	Tipo de análisis	24
4.3	Métodos de evaluación y datos tomados	25
4.3.1	Días a la brotación en laboratorio (DBL).....	25
4.3.2	Número de brotes por explante (NBE).....	25
4.3.3	Número de hojas por brote (NHB)	26
4.3.4	Altura de brotes (AB).....	26
4.3.5	Taza de velocidad de multiplicación (TVM)	26
4.3.6	Número de frascos contaminados (NFC)	26
4.4	Manejo del experimento.....	27
4.4.1	Selección de las plantas.....	27
4.4.2	Obtención de brotes	27
4.4.3	Evitar deshidratación del material vegetal	27
4.4.4	Desinfección del material en el laboratorio	27
4.4.5	Preparación del medio de cultivo.....	28
4.4.6	Esterilización del medio de cultivo	29
4.4.7	Introducción al medio de cultivo	29
4.4.8	Transferencia del material vegetal.....	30
4.4.9	Fases de multiplicación.	30
V.	RESULTADOS	31
5.1	Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).	31
5.2	Número de frascos contaminados (NFC); Altura de brotes (AB); Taza de velocidad de multiplicación (TVM).	39
5.3	Análisis económico de la relación B/C	48

5.3.1	Relación Beneficio/Costo	49
VI.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	50
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
7.1	Conclusiones	51
7.2	Recomendaciones	52
	BIBLIOGRAFÍA.....	53
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁG
N° 1	Resultado de la prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de la interacción (AxB) en las variables: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).	31
N° 2	Resultado del análisis del efecto principal para evaluar promedios del factor A: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).	35
N° 3	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos factor B de las variables: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).	37
N° 4	Resultado de la prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de la interacción (AxB) en las variables; Altura de brotes (AB); Taza de velocidad de multiplicación (TVM).	39
N° 5	Resultado del análisis del efecto principal para evaluar promedios del factor A: altura de brotes (AB) y Taza de velocidad de multiplicación (TVM).	42
N° 6	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos factor B de las variables: Altura de brotes (AB) y Taza de velocidad de multiplicación (TVM).	45
N° 7	Costo beneficio de Astromelias	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS		PÁG
N° 1	Promedio de los tratamientos AxB de la variable días a la brotación en laboratorio (DBL)	32
N° 2	Promedio de los tratamientos AxB de la variable número de brotes por explante (NBE)	33
N° 3	Promedio de los tratamientos AxB de la variable número de hojas por brote (NHB)	34
N° 4	Tipos de variedades en las variables: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brote (NHB).	36
N° 5	Dosis de citoquininas en las variables: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).	38
N° 6	Promedio de los tratamientos AxB de la variable altura de brote (AB).	40
N° 7	Promedio de los tratamientos AxB de la variable tasa de velocidad de multiplicación (TVM).	41
N° 8	Tipos de variedades en la variable: altura de brote (AB).	43
N° 9	Tipos de variedades en la variable: tasa de velocidad de multiplicación (TVM).	44
N° 10	Dosis de citoquininas en la variable: altura de brotes (AB).	46
N° 11	Dosis de citoquininas en la variable: tasa de velocidad de multiplicación (TVM).	47

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PAG
N°1 Ubicación de la investigación.....	60
N°2 Base de datos Astromelias (Alstroemeria spp)	61
N°3 Manejo de la investigación.....	64
N°4 Glosario técnico	67

RESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

El tema planteado para esta investigación fue propagación in vitro de tres variedades de Astromelias (*Alstroemeria spp.*) con tres dosis de citoquininas en el laboratorio de biotecnología Laguacoto II. Los objetivos planteados fueron: i) Determinar la variedad más eficiente para la multiplicación in vitro del explante. ii) Identificar la dosis de citoquinina más adecuado para un mayor desarrollo del explante. iii) Establecer la relación beneficio/costo en cada uno de los tratamientos. La metodología aplicada fue un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones. Se tuvo tres variedades de Astromelias con tres dosis de Citoquininas. Se evaluó la propagación in vitro de tres variedades de astromelias con tres dosis de citoquininas en Laguacoto II, cantón Guaranda provincia de Bolívar. Se realizó un análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los factores A, B y AxB. Análisis de correlación y regresión simple y múltiple al 5%. De acuerdo a los resultados, se evidencio variabilidad de los tratamientos. El tratamiento con mayor número de brotes fue Astromelia blanca + 3mg/lt. Referente a los factores en estudio, el mejor factor A se presentó en Astromelia blanca; factor B en formación de explantes, la mejor dosis 3mg/lt, lo que se reflejado en los resultados números de brotes por explante. El mejor tratamiento desde el análisis beneficio costo fue el T5; Astromelia blanca + 3 mg/lt con RB/C de 2,19; con una RI/C de 1,19 USD. Lo quiere decir que por cada dólar invertido, tiene una ganancia de \$ 1,19.

Palabras claves: Astromelia; Citoquinina; Propagación in vitro; Biotecnología.

SUMMARY

The subject of this research was the in vitro propagation of three varieties of Astromelias (*Alstroemeria* spp.) with three doses of cytokinins in the Laguacoto II biotechnology laboratory. The objectives were: i) To determine the most efficient variety for the in vitro multiplication of the ex-plant. ii) To identify the most adequate dose of cytokinin for a greater development of the ex-plant. iii) To establish the benefit/cost ratio for each of the treatments. The methodology applied was a completely randomized design (CRD) with three replications. Three varieties of Astromelias with three doses of Cytokinins were used. The in vitro propagation of three varieties of astromelias with three doses of cytokinins was evaluated in Laguacoto II, Guaranda canton, Bolivar province. An analysis of variance, Tukey's test at 5% was carried out to compare the averages of factors A, B and AxB. Correlation analysis and simple and multiple regression at 5%. According to the results, there was variability among the treatments. The treatment with the highest number of shoots was Astromelia white + 3mg/lit. Regarding the factors under study, the best factor A was presented in Astromelia white; factor B in explant formation, the best dose 3mg/lit, which is reflected in the results of the number of shoots per explant. The best treatment from the cost-benefit analysis was T5; Astromelia white + 3 mg/lit with RB/C of 2.19; with an RI/C of 1.19 USD. This means that for each dollar invested, there is a profit of \$ 1.19.

Key words: Astromelia; Cytokinin; In vitro propagation; Biotechnology.

I. INTRODUCCIÓN

La alstroemeria (*Alstroemeria spp*), es conocida también con el nombre de Astromelia, Lirio de los Incas o Azucena peruana. Alstroemeria es uno de los géneros de la flora vascular chilena más diversificados y debido a la amplia gama de colores y tamaños de flores que presentan, las especies de este género presentan un alto potencial económico como cultivos ornamentales (Baeza & Ruiz, 2011). En cuanto a su importancia a nivel mundial, alstroemeria es una de las flores de corte más importantes en el mercado, que actualmente también se comercializa como planta de maceta, por lo tanto, su estudio resulta ser muy importante tanto para su desarrollo comercial como para su conservación (Baeza *et al.*, 2011).

En la actualidad, las flores ocupan el cuarto lugar dentro de las principales exportaciones del Ecuador. Actualmente, 211 empresas operan dentro del sector de cultivo y producción de flores cortadas y capullo (Aval, 2019). Los principales sectores en donde se cultivan flores son: “Tabacundo, Cayambe, Ascázubi, Yaruquí, Amaguaña dichos sectores son parte de la provincia de Pichincha con una superficie aproximada de 1.600 hectáreas, y también en menor grado en provincias como: Cotopaxi, Tungurahua, Imbabura, Azuay, entre otras” (Corrella, 2012).

El sistema de micropropagación es un método que contribuye tanto a propagar masivamente material escaso, como también a acelerar el proceso de multiplicación de nuevos cultivares. El éxito de este método depende de distintos factores como el genotipo, el medio de cultivo, los reguladores de crecimiento y el tipo de explantes utilizado (Kyte *et al.*, 2013). Los reguladores de crecimiento actúan como señales que estimulan, inhiben o regulan el crecimiento durante el desarrollo de la planta (Rahim *et al.*, 2013). Citoquininas y auxinas juegan un rol crucial como promotores de la división celular y actúan en la inducción y desarrollo de los centros meristemáticos que conducen a la formación de órganos (Ebrahim, 2004).

Las citoquininas juegan un rol importante como regulador de crecimiento en la micro propagación de alstroemeria, causando inducción en la generación de nuevos brotes mediante la estimulación de la división celular y una inhibición de la dominancia apical. Se ha visto que el uso de auxinas no afecta la formación de brotes, pero estimula su crecimiento. Sin embargo, su efecto principal es la estimulación del enraizamiento (mediante NAA e IBA). Investigaciones en diferentes variedades de alstroemeria, indican que tanto la formación de raíces y brotes, así como la formación del rizoma y el crecimiento del explante, están relacionadas con el balance de auxinas/citoquininas en el medio (Khaleghi *et al.*, 2008).

Los objetivos planteados dentro de la presente investigación fueron:

- Determinar la variedad más eficiente para la multiplicación in vitro del explante.
- Identificar la dosis de citoquinina más adecuado para un mayor desarrollo del explante.
- Establecer la relación beneficio/costo en cada uno de los tratamientos.

II. PROBLEMA

Comúnmente las plantas de alstroemeria (*Alstroemeria spp.*) son propagadas vegetativamente por división de su rizoma, pero este proceso consume tiempo y contribuye a la propagación de enfermedades. Es por esto que la mayoría de las variedades de alstroemeria hoy en día son micro propagados in vitro mediante división de sus rizomas y brotes.

Debido a que los Alstroemeria han tenido un impacto mundial y sus precios en el mercado son muy atractivos se ha visto en la necesidad de tener una alternativa de propagación masiva dando las garantías al productor de una planta viable al establecer en el campo. Es por esto que la proliferación mediante un mecanismo in vitro tomando las debidas precauciones de asepsia que exige este protocolo se podrá lograr obtener plántulas sin problemas de contaminación y mediante el uso de los fitoreguladores un mayor número de explantes en un menor tiempo logrando así nuestro objetivo.

Si esta problemática no es resuelta los productores de la provincia de Bolívar seguirán con el mono cultivo como es el maíz con baja productividad y poca rentabilidad con esta investigación se pretende dar nuevas alternativas de producción a los agricultores y productores de esta región para que obtenga una mayor rentabilidad y por ende mejoren la calidad de vida

La presente investigación pretende aportar con nuevas tecnologías para la propagación in vitro de las plantas ornamentales en especial de la Alstroemeria ya que en la provincia de Bolívar son escasas estas flores y también dar otra prospectiva de sembrar otros cultivos a los agricultores ya que esta planta es exportada a otros países sería un buen rubro para los agricultores.

III. MARCO TEORICO

3.1 Origen

La exótica astromelia también se conoce como lirio de campo, lirio del Perú o lirio Inca, en referencia a su hábitat natural en la sierra de los Andes en Chile, Brasil y Perú. La flor fue descubierta en el siglo XVIII por el científico sueco Clas Alströmer, quien dio a esta flor su nombre actual (Mesa, 2015).

3.1.1 Taxonomía

La clasificación taxonómica de la especie *Alstroemeria spp* es la siguiente:

Género	Rubus
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Alstroemeriaceae
Tribu	Alstroemerieae
Género	Alstroemeria L

Fuente: (Lidefer, 2021)

3.2 Descripción botánica

3.2.1 Sistema radicular

Las plantas de astromelia presentan un rizoma subterráneo, robusto y de color blanco, del que nacen los retoños verticales o brotes aéreos. De igual forma, del rizoma principal se forman rizomas laterales que tienen la capacidad de generar nuevos retoños (Vazquez, 2020).

3.2.2 Tallo

Los tallos que se encuentran por encima de la superficie del suelo, no crecen lateralmente. Puesto que la mayor parte del desarrollo de la planta ocurre por debajo de la capa superficial, la temperatura del suelo desempeña un papel muy importante en su crecimiento. Tallo glabro, en el cuarto inferior escamoso y hacia arriba densamente folioso (Muñoz & Moreira, 2003).

3.2.3 Hojas

Son alternas, en su mayoría resupinadas (es decir, con un giro en 180° que determina que la cara superior sea funcionalmente la cara inferior y viceversa), *con torsión en la base o a lo largo de la lámina; algunas especies como A. andina, A. crispata, A. exerens, A. mollensis, A. patagonica, A. polyphylla, A. pseudospathulata, A. spathulata, A. umbellata, A. werdermannii*, poseen hojas no resupinadas; lámina de forma lineal, lanceolada, elíptica, ovada o espatulada; hojas a veces con papilas en los márgenes, nervios o en toda la lámina (Baeza, 2018).

3.2.4 Flores

Se agrupan en panículas y son muy atractivas y apetecibles para las abejas ya que además de polen, producen mucho néctar. Son flores pequeñas, hermafroditas, poseen un cáliz formado por cinco sépalos verdes de velloso variable, una corola de cinco pétalos de color blanco (García *et al.*, 2014).

3.2.5 Fruto

El fruto es una cápsula de forma ovalada y dentro se encuentran las semillas, que al madurar el fruto estalla y se dispersan (Peralta, 2020).

3.3 Requerimientos edafoclimáticos

3.3.1 Altitud

La mayoría de las especies chilenas habita desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 2000 m; sólo algunas especies como *A. andina*, *A. crispata*, *A. exerens*, *A. pallida*, *A. parvula*, *A. spathulata* y *A. umbellata* alcanzan altitudes por sobre los 3.000 m s.n.m. (Baeza *et al.*, 2011).

3.3.2 Precipitación y humedad relativa

En lo relacionado a la humedad relativa la idónea es entre el 70-80% aunque la Alstroemeria no es muy susceptible al hongo Botrytis, se recomienda mantener la humedad por debajo del 90% durante el invierno. La humedad alta produce tallos más largos y asimismo hojas más largas y frágiles. Lo más peligroso es el incremento de la temperatura durante el periodo de poca luminosidad (Vivar, 2011).

3.3.3 Temperatura

La temperatura óptima de crecimiento de la Alstroemeria en verano es de 18 a 22°C durante el día y algo más frías durante la noche. En invierno, las temperaturas óptimas diurnas deben de oscilar entre 10 y 14°C (Expoflores, 2018).

3.3.4 Clima

Las astromelias es la planta típica para cultivarse en un clima templado (Wilkins, 2018).

3.3.5 Suelo

El mejor sustrato es franco-arenoso, bien drenado, con contenido de materia orgánica. Se debe trabajar bien el suelo (aproximadamente 40 cm de profundidad) (Pivano, 2017) .

3.4 Plagas y enfermedades de las astromelias

3.4.1 Plagas

De acuerdo con Cristhian, (2014) menciona que las plagas más comunes de las astromelias son:

- Trips (*Taeniothrips Sp*)

Se presentaron durante el periodo de formación floral, siendo esta etapa de floración la más notable ocasionado manchas blancas en la flor. Su control se realiza aplicando dos productos químicos a base de Tamaron (organofosforado) una dosis de 40 ml/20 Lt, utilizando el Fastac (alfacipermetrina) con una dosis de 40ml/20 Lt, junto a ello el adherente Break Thru con 5 ml, la aplicación será cada 10 días

- Gusano cogollero y comedor de hojas

Se presentan durante la formación del botoneo floral, siendo esta la más notable, el gusano en sus etapas se alimenta de la epidermis de las hojas y del mesófilo dejando únicamente la epidermis inferior, una membrana transparente, que una vez seca desaparece provocando ventanas irregulares en las hojas. Para su control, se aplicó Ta.maron (Organofosforado) con 40ml/20 Lt H₂O más un adherente Break Thrup con 5ml. Se aplicó cada 10 días.

3.4.2 Enfermedades

- Pythium y Rhizoctonia

Pueden ser problemas cuando el suelo es demasiado húmedo. Sin embargo, si las nuevas divisiones se riegan con un fungicida y se usan buenos procedimientos culturales y sanitarios, estas enfermedades no son de preocupación mayor (Konst, 2009).

- Moho gris “Botrytis cineria”

Puede ser un problema menor cuando las plantas se ponen muy densas impidiendo el normal flujo de aire. El rastrojo de tallos cortados puede apoyar esta infección y puede extenderlo a las flores. Las prácticas culturales buenas como mejorar la circulación del aire y la remoción de rastrojos del cultivo reducen la infección (Konst, 2009).

- TSWV

Es el único que es letal. El uso de material libre de virus mejora el vigor de la planta y aumenta la producción de flores. Deben destruirse y eliminarse las plantas infectadas (Bridgen, 2020).

3.5 Variedades

La Astromelia tiene un amplio fondo botánico; las especies originales son muy diferentes y tienen una apariencia y unas características extraordinarias. A continuación, les ofreceremos un informe acerca de las variedades más representativas de *Astromelia*: *Astromelia Pelegrina Alba*, *Astromelia Psittacina*, *Astromelia Sierra*, *Astromelia Ligtu*, *Astromelia Díluta*, *Astromelia Brasiliensis*, *Astromelia Áurea*, *Astromelia Pulcra*, *Astromelia Spatulatha* y *Astromelia Peregrina*.

- **Alstroemeria aurea:**

Es una planta de tallos simples y erguidos, que alcanzan desde los 40 cm hasta más de 1 m de altura. Las hojas son lanceoladas a oblanceoladas. En verano exhibe flores amarillas a anaranjadas, con manchas rojizas; con 6 tépalos y dispuestas en umbelas. El fruto es una cápsula elíptica. Tolerancia brevemente hasta -12 °C; y soporta suelos con pH tan ácido como 5,2 (USDA, 2007).

- **Alstroemeria caryophyllacea**

Es nativa de Perú a Chile, especialmente en la región de Valparaíso. Crece en las laderas rocosas bien drenadas. Florece a principios de verano. Alcanza una altura de 1 m. y las hojas son glaucas en el envés. Las flores tienen hasta 5 cm. de diámetro y son de color rojo a anaranjado fuerte. Los pétalos exteriores son oblongos a obovados. Es resistente hasta a temperaturas de -15 °C (Floresbogota, 2019).

- **Alstroemeria ligtu**

Es nativa de Chile, donde crece en suelos pedregosos y arenosos, secos. Florece a fines de la primavera y principios de verano y presenta una altura entre 60 cm y 1 m. Las flores son de variados colores, usualmente lilas y rosadas, rojizas o blanquecinas. En la naturaleza las flores de esta especie son rosadas pero las flores o plantas que se comercializan como «híbridos ligtu» son, en realidad el producto del cruzamiento entre *A. ligtu* y *A. haemantha*, obtenidos por Clarence Elliott en 1927 cuando introdujo las especies parentales a Inglaterra desde Chile. En los jardines se recomienda cultivarla en un suelo bien drenado a pleno (Floresbogota, 2019).

- **Alstroemeria psittacina**

Es una especie nativa de Sudamérica, que se distribuye por el Cerrado y el Pantanal en Brasil, en Perú y alcanzando, hacia el sur, la provincia de Misiones en Argentina (Floresbogota, 2019).

- **Alstroemeria patagónica**

Es una planta rizomatosa, caulescente, de unos 40 a 60 cm de altura, con hojas oblongo-lanceoladas, obtusas en el ápice y atenuadas en la base. Las flores, de 4 a 5 cm de largo, se hallan dispuestas en umbelas de 5 a 6 flores. Los pétalos son de color rojo en las dos terceras partes inferiores, verdosos en el ápice y manchados (Floresbogota, 2019).

3.6 Sistema de propagación

Alstroemeria se propaga, con fines comerciales, principalmente por división de rizomas. La propagación por semillas es poco utilizada debido a que es muy difícil lograr una buena germinación (Din, 2019).

3.6.1 Propagación asexual

Las metodologías que se usan para producir materiales mejorados en especies vegetales que se propagan asexualmente son: introducción, selección clonal e hibridación. Para realizar introducciones es necesario buscar, de manera sistemática, materiales para establecer colecciones, mediante viajes a centros de origen y domésticos y utilizar el intercambio con entidades dedicadas al mejoramiento de la especie referida. Una vez establecida la colección, los materiales que la componen deben estudiarse según su adaptación y comportamiento productivo (Vivancos, 2015)

El uso de agentes químicos o de radiaciones para inducir mutaciones somáticas en especies vegetales la propagación vegetativa puede ser utilizado para producir cambios genéticos sin afectar el genotipo de un cultivo que presenta buenas características agronómicas. Cuando en un medio de cultivo se utilizan ciertos tipos de hormonas vegetales como, la respuesta del ex plante o segmento de planta es desarrollar un callo. Si éste es organogénico, tiene la capacidad de regenerar raíces, tallos, hojas y plántulas completas; si el callo es embriogénico, origina embriones asexuales que, si se cultivan en un medio apropiado, regeneran una plántula completa similar a lo que ocurre con los embriones sexuales (Vivancos, 2015).

3.7 Micropropagación

Radica en tomar pequeñas secciones del tejido de una planta o estructuras enteras, como yemas, y cultivarlas en condiciones artificiales para restablecer plantas completas. La micropropagación es especialmente útil

para almacenar plantas valiosas, mejorar especies en aquellos casos en que es difícil hacerlo por otros medios (como sucede con muchos árboles), apresurar el mejoramiento de plantas y obtener abundante material vegetal para la investigación (ChileBio, 2018).

3.7.1 Etapa de la propagación in vitro

Fase 0: Preparación de la planta madre

Objetivo: puesta en cultivo de ex plantas Punto de partida: la toma de un fragmento vegetal hace que éste no reciba sustancias ni estímulos del resto del cuerpo de la planta, por lo que se produce un desequilibrio. Para tener éxito en el cultivo se debe restablecer dicho equilibrio. Acciones a realizar: adquirir conocimientos sobre la especie y variedad a cultivar (genotipo, etc.), así como de los procedimientos de cultivo in vitro, y específicamente de micropropagación.

La información previa a adquirir es respecto a:

- Selección y localización del individuo concreto a micropropagar.
- Estado fisiológico de la planta madre.
- Conocimiento y optimización del estado sanitario de la planta madre.
- Tratamientos específicos previos a realizar, en su caso (ruptura de dormición, termoterapia, prelavados, tratamientos fitosanitarios, aislamiento, etc).
- Composición del medio de cultivo y reguladores.
- Selección de las condiciones de cultivo (recipientes, iluminación, temperatura y otros) (Hall, 2008).

Fase 1: Desinfección del material vegetal

Una vez designada la planta madre, se extraerán los fragmentos a partir de los cuales se obtendrán los ex plantes. Los explantes logran ser yemas,

trozos de hojas, porciones de raíces, semillas, etc. Antes de extirpar los explantes se hará una desinfección de los fragmentos de planta madre para eliminar los contaminantes externos. Los contaminantes más frecuentes son los hongos y las bacterias que habitan en forma natural en el ambiente. Una vez esterilizado el material vegetal, se debe mantener en condiciones de asepsia. A efectos de obtener las condiciones de asepsia, se afanará en cabinas de flujo laminar para extraer los explantes a partir del material vegetal. Estos explantes se meterán en un tubo de cultivo conteniendo medio de iniciación para poder controlar la sanidad y la viabilidad, luego de realizar la desinfección del material con hipoclorito de sodio (agua clorada comercial), pura o diluída durante un período de 5 a 15 minutos, seguido por 3 a 4 enjuagues en agua esterilizada. Meterán en un tubo de cultivo conteniendo medio de iniciación para poder controlar la sanidad y la viabilidad, luego de realizar la desinfección del material con hipoclorito de sodio (agua clorada comercial), pura o diluída durante un período de 5 a 15 minutos, seguido por 3 a 4 enjuagues en agua esterilizada (Gracia *et. al* 2010).

Fase 2: Introducción del material in vitro

Es un proceso dentro del cultivo in vitro que consiste en la desinfección de los explantes. Para la desinfección de semillas se debe esterilizar en la superficie y colocar en el medio de cultivo, ya que la semilla posee una reserva alimenticia denominada endospermo además de carbohidratos y nutrientes que ayudan a la germinación, en otros casos se presentan semillas con poco endospermo, pero en ambos casos se necesita añadir nutrientes adicionales para permitir el desarrollo de las semillas. El cultivo de semillas se añaden niveles específicos de reguladores de crecimiento, se siembran varias semillas por frasco de vidrio se coloca en incubación a una temperatura adecuada de 19 °C a 27 °C, humedad con un promedio de 70 %, la intensidad lumínica se establece en un rango de 1500 lux y 5000 lux (Cardenas *et al.*, 2016).

Fase 3: Multiplicación de los brotes

Objetivo: Producción de multitud de explantos idénticos genéticamente, con desarrollo homogéneo, capaces de transformarse en plántulas completas.

Acciones a realizar: dejar desarrollarse los explantos durante un tiempo (ej. 3-6 semanas) y subcultivarlos periódicamente para multiplicar su número.

Elegir para ello una vía de multiplicación. Vías de multiplicación: se dispone de varias opciones derivadas de la combinación de tres pares de alternativas, si bien en la realidad no pueden producirse todas las combinaciones. En varios casos es posible multiplicar la planta mediante más de una opción, seleccionándose la que mejores resultados ofrezca. Las vías de multiplicación son:

- Organogénesis vs. Embriogénesis
- Yemas preexistentes vs. Estructuras adventicias
- Directa vs. Indirecta (Hall, 2008).

Fase 4: Elección de un medio de enraizamiento de los explantos.

Para enraizar los explantes se manejan principalmente plantines individuales de un tamaño aproximado de 2 centímetros. Los brotes derivados durante la fase de multiplicación se transfieren a un medio libre de reguladores de crecimiento o que solo contenga hormonas del tipo auxinas. Algunas especies de plantas no precisan pasar por esta etapa y emiten sus raíces en el mismo medio de cultivo donde desarrollan yemas nuevas, por lo tanto, el proceso de multiplicación y enraizamiento transcurren en forma simultánea (Castillo, 2015).

Durante esta etapa se produce la formación de raíces adventicias. En las especies herbáceas es comparativamente fácil mientras que en muchas especies leñosas resulta más complicada por su limitada capacidad rizogénica. El enraizamiento puede ejecutarse tanto en condiciones *in vitro* como *ex vitro*. En el primer caso pueden utilizarse varios tipos de sustratos y reguladores de crecimiento (principalmente auxinas) para promover la

rizogénesis. Los substratos incluyen: medio solidificado con agar, perlita y/o vermiculitas humedecidas con medio nutritivo o agua. En un medio condensado con agar, los nutrientes se reducen de $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{4}$ de la composición original, y la sacarosa se reduce a una concentración final de 1-2%. Medios con baja concentración salina, como el aumentan el porcentaje de enraizamiento de vástagos axilares en plantas latifoliadas (Olmos *et al.*, 2015).

Fase 5: Aclimatación de los explantos enraizados

La aclimatación es la última fase del cultivo in vitro, durante esta etapa se produce la adaptación al medio externo. Fisiológicamente inicia con la transferencia de un estado heterotrófico a un autotrófico, debido a que las plántulas in vitro presentan el sistema estomático atrofiado con bajo desarrollo de cutícula causado por la alta humedad al interior del contenedor, además presenta escasa capacidad fotosintética por el bajo contenido de clorofílico; por lo tanto, durante la aclimatación se evita que las plántulas sean sometidas a condiciones de estrés o muerte por la humedad relativa baja y los altos niveles de luz que se generan en campo, mediante el adecuado control de dichas condiciones es recomendable colocar a las plántulas en cámaras de crecimiento o instalaciones de invernadero con humedad relativa y temperatura controladas, para la adaptación progresiva de la plántula que ha sido colocada en sustratos previamente desinfectados (Olmos *et al.*, 2012).

3.7.2 Medio de cultivo

Un medio de cultivo es una técnica de laboratorio con el objetivo de hacer crecer un microorganismo como bacterias, virus y hongos, aunque también se utilizan para el crecimiento de células o tejidos. Principalmente consta de una superficie sólida, semisólida o de una solución líquida con nutrientes y condiciones favorables de pH y temperatura para el crecimiento de lo que queramos. También es necesario controlar la presencia o no de oxígeno o

el grado de humedad. Una curiosidad es que, si queremos “cultivar” virus, necesitaremos células vivas para que estas puedan infectarlas y multiplicarse.

En la gran mayoría de cultivos sólidos se utiliza el Agar como agente gelificante, ya que no es reactivo con otros compuestos químicos y la gran mayoría de microorganismos no son capaces de degradarlo (Microbiología, 2020).

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

- ❖ $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ 1.650
- ❖ KNO_3 1.900
- ❖ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.440
- ❖ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.370
- ❖ KH_2PO_4 0.170
- ❖ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.0278
- ❖ $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.0372
- ❖ $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0.0169
- ❖ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.0086
- ❖ H_3BO_3 0.0062
- ❖ KI 0.00083
- ❖ $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.00025
- ❖ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.000025
- ❖ $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.000025
- ❖ Mioinositol 0.100
- ❖ Tiamina HCl 0.0001
- ❖ Ácido nicotínico 0.0005
- ❖ Piridoxina HCl 0.0005
- ❖ Glicina 0.002

3.7.4 Micronutrientes en mg/lit

- ❖ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27,8
- ❖ Na_2EDTA 37,3
- ❖ H_3BO_3 6,2
- ❖ $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 22,3
- ❖ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 8 ,6
- ❖ $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,25
- ❖ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,025
- ❖ $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,025
- ❖ KI 0,83

3.7.5 Vitaminas en mg/lit

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

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

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

- ❖ Stock de macronutrientes
- ❖ Stock de micronutrientes
- ❖ Stock de quelatos de hierro (Fe)
- ❖ Soluciones Stock de vitaminas
- ❖ Soluciones Stock de Reguladores (Damasco, 2020).

3.7.7 Reguladores de crecimiento

Los reguladores del crecimiento vegetal son sustancias que actúan sobre el desarrollo de las plantas y que, por lo general, son activas a

concentraciones muy pequeñas. Dentro de este grupo de moléculas podemos diferenciar entre las que son producidas por la planta y aquellas de origen sintético. Las que se encuentran de forma natural en las plantas se denominan fitohormonas u hormonas vegetales. Las sustancias consideradas como fitohormonas son: auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno, aunque también se incluyen en ocasiones a brasinosteroides, ácido salicílico, jasmonatos, sistemina, poliaminas, óxido nítrico y péptidos señal (Canna, 2018).

3.7.8 Citoquininas

Las citoquininas 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. Se han descubierto citoquininas naturales en la leche de coco, zumo de tomate, raíces y tubérculos. Una buena fuente de citoquininas naturales son los frutos y las semillas inmaduras. Así, una fuente natural de citoquininas es el extracto de malta, que no es más que las semillas de cebada o trigo en germinación (Agrocode, 2017)

Las citoquininas 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 (Agrocode, 2017).

Efectos de las citoquininas en las plantas

- ❖ Promover la diferenciación celular.
- ❖ Estimular la división celular (como también lo hace las auxinas).
- ❖ Reinvertir la dominancia apical (activan el crecimiento de las yemas laterales).

- ❖ Activación de yemas adventicias.
- ❖ Intervenir en el desarrollo y tamaño del fruto.
- ❖ Inducción de partenocarpia (formación de frutos sin fecundación previa) en frutos.
- ❖ Retrasar la senescencia de las hojas (efecto contrario al etileno) (Zapata, 2018).

3.8 Costo producción

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto. Esto significa que el destino económico de una empresa está asociado con: el ingreso (por ej., los bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido) y el costo de producción de los bienes vendidos (FAO, 2020).

El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente (FAO, 2020).

3.9 Lugares de comercialización

Estas flores también se conocen como lirios de campo y crecen en zonas frescas de Perú, Bolivia y Ecuador. Se caracterizan por los matices y contrastes de sus pétalos. Los compradores más grandes están en Rusia, China, Estados Unidos, Italia y Francia. En el 2017 se comercializaron 30 millones de tallos; el año pasado se vendieron 42 millones. Aunque solo representa el 3% del total de flores exportadas, hay inversores que

apuestan por este cultivo, debido a la buena acogida en el exterior. Tikabamba, una empresa que recientemente se asoció con Much Flowers, es una de las mayores productoras del país. Está situada en Riobamba (Chimborazo) y ahí se cosechan 700.000 tallos cada mes (Márquez, 2019).

En el Ecuador se cultiva una gran diversidad de especies de flores, pero la más significativa es la Rosa, esta flor de carácter permanente cubre el 53.3% de la superficie sembrada, le sigue la Gypsophila flor transitoria que abarca el 13.7%, las flores tropicales especialmente las Heliconias 4.6% y Ginger 1.2%, existiendo en estos tres grupos un 72.8% de la superficie total sembrada, el restante 27.2% se reparte en otras variedades de flores para exportación, como por ejemplo: Astromelias, Delfinium, Aster, Molucela, Crisantemos, Cartuchos, Claveles, Girasoles. En relación a los tallos comercializados (vendidos), las Rosas representan el 61.8%, las Gypsophila el 11.6% y otras el 26% (Peralta, 2006).

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Materiales

4.1.1 Ubicación 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	980ml
Humedad relativa promedio anual	70%

Fuente: (PDOT BOLÍVAR, 2012)

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).

4.1.4 Materiales experimentales

- ❖ Brotes de Alstroemeria
- ❖ Citoquinina: (Benzil amino purina)

4.1.5 Materiales de campo

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

4.1.6 Materiales de laboratorio

- ❖ Cabina de flujo laminar horizontal
- ❖ Refrigerador domestico
- ❖ 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 liquido
- ❖ 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
- ❖ Bencil adenina

- ❖ Kinetina
- ❖ Benzil amino purina
- ❖ Agar agar
- ❖ Sacarosa
- ❖ Equipo de bioseguridad

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 variedades:)

- ❖ A₁: Morado
- ❖ A₂: Blanco
- ❖ A₃: Rosado

Factor B (Dosis de citoquininas)

- ❖ B1: 0 mg/lit (testigo absoluto)
- ❖ B2: 3 mg/lit
- ❖ B3: 6 mg/lit

4.2.2 Tratamientos

Para el presente proyecto, se utilizó las siguientes combinaciones de los factores Ax₃B₃; 9 tratamientos según el detalle:

Tratamientos N°	Código	Descripción
T1	A1B1	Morado + 0 mg/lit (testigo)
T2	A1B2	Morado + 3 mg/lit
T3	A1B3	Morado + 6 mg/lit
T4	A2B1	Blanco + 0 mg/lit (testigo)
T5	A2B2	Blanco + 3 mg/lit
T6	A2B3	Blanco + 6 mg/lit
T7	A3B1	Rosado + 0 mg/lit (testigo)
T8	A3B2	Rosado + 3 mg/lit
T9	A3B3	Rosado + 6 mg/lit

4.2.3 Procedimiento

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA)

Localidad	1
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	27

4.2.4 Tipo de análisis

Análisis de Varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CME*
Factor A: Variedades (3-1)	2	$f^2 e + 9 \theta^2$ FA
Factor B: Dosis de Citoquininas (3-1)	2	$f^2 e + 9 \theta^2$ FB
FA x FB: (A-1) (B-1)	4	$f^2 e + 3 \theta^2$ FA x FB
Error Experimental t (r-1)	18	$f^2 e$
Total (t x r) – 1	26	

Cuadrados medios esperados modelo fijo tratamientos seleccionados por los investigadores.

- ❖ Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor A.
- ❖ Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos en las variables que sean significativas (Fisher protegido).
- ❖ Análisis de la relación de correlación y regresión.

4.3 Métodos de evaluación y datos tomados

4.3.1 Días a la brotación en laboratorio (DBL)

Los días a la brotación se tomaron en el área de incubación mediante la observación directa entre los 15 y 60 días en sus respectivos medios de proliferación, se consideró un brote al presentar estas por lo menos dos hojas desarrolladas.

4.3.2 Número de brotes por explante (NBE)

El número de brotes por ex plante se tomó el área de incubación por observación directa entre los días 15 y 60 del último subcultivo a sus respectivos medios de proliferación, se consideró un brote al presentar estas al menos dos hojas desarrolladas.

4.3.3 Número de hojas por brote (NHB)

La variable número de hojas por brote se tomó 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 consideró las hojas desarrolladas todas menos la primera y la última, la cual estuviera en progreso.

4.3.4 Altura de brotes (AB)

Esta variable se tomó del área de incubación con la ayuda de una regla por la parte exterior del frasco de cristal desde la parte coronal superficial de la base del brote hasta su ápice a los 15 y 60 días del subcultivo a sus respectivos medios de proliferación.

4.3.5 Taza de velocidad de multiplicación (TVM)

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

Este parámetro se analizará con la siguiente fórmula:

$$TVM = \frac{N^{\circ} \text{ de brotes}}{\text{Tiempo (días)}}$$

4.3.6 Número de frascos contaminados (NFC)

El número de frascos contaminados se expresó en porcentaje, se evaluó por observación directa la presencia de agentes patógenos causados por hongos durante los 60 días que es el tiempo que transcurrió desde la siembra de los brotes. Considerando que un frasco de cristal está contaminado cuando en el medio de cultivo se observa la presencia de esporas blanquecinas o grises, las cuales con el transcurso del tiempo se diseminan formando una estructura algodonosa.

4.4 Manejo del experimento

4.4.1 Selección de las plantas

Se adquirieron los brotes provenientes del cantón Ambato, provincia Tungurahua, las cuales se sometieron en un proceso de ambientación en el invernado de biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, con la finalidad de eliminar todas las plagas y enfermedades.

4.4.2 Obtención de brotes

Una vez que en la planta se note los brotes se podrán extraer de las siguientes características (basales, medios o terminales) los mismos que serán recolectados de una longitud aproximada de 1 a 2,5 cm.

4.4.3 Evitar deshidratación del material vegetal

Una vez seleccionados y recolectados los brotes se procedió a empacar en papel periódico húmedo y luego en una funda plástica para así se evitó la deshidratación, las mismas que tuvieron su respectiva identificación.

4.4.4 Desinfección del material en el laboratorio

Para la desinfección de los brotes se procedió a lavarlos con agua destilada y jabón líquido durante 20 min, luego se realizó a enjuagar sucesivamente para eliminar los residuos del jabón. Posteriormente en la cámara de flujo laminar desinfectamos los brotes en alcohol al 70% durante 2 min, de igual manera se utilizó hipoclorito de sodio (NaClO) al 60% durante 10 min y así finalmente se eliminó los residuos del desinfectante con agua destilada esterilizada, luego de este proceso de desinfección se colocaron los explantes en el medio de cultivo previamente preparado.

4.4.5 Preparación del medio de cultivo

En el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, se procedió a la preparación del medio de cultivo según Murashige y Skoog, el mismo que fue de proliferación, a fin de estimular el desarrollo de los brotes en cada explante, en el que se añadió macronutrientes, micronutrientes, vitaminas, agar y reguladores de crecimiento, Benzil amino purina en tres concentraciones 0 mg/lit, 1mg/lit, 3mg/lit respectivamente con un pH de 5.6 - 5.7.

Soluciones concentradas		Medio de cultivo o proliferación Dosis en 1lt
STOCK #1	1000ml	100ml
Nitrato de potasio	19 g	
Nitrato de amonio	16,5 g	
Cloruro de calcio	4,4 g	
Sulfato de magnesio	3,7 g	
Fosfato de potasio	1,7 g	
STOCK #2	500ml	10ml
Sulfato de magnesio	84.5 mg	
Sulfato de zinc	43,5 mg	
Ácido bórico	31,0 mg	
Yoduro de potasio	4,15 mg	
Molibdato de sodio	1,5 mg	
STOCK #3	100ml	10ml
Sulfato ferroso	378,0 mg	
Na EDTA	372,0 mg	
VITAMINAS	100ml	10ml
Myoinositol	1,0 g	

Acido nicotínico	50,0 mg	
Piridoxima	50,0 mg	
Tiamina	4,0 mg	
Agar agar		7g
Sacarosa		30g

Para su preparación se realizó el siguiente procedimiento:

- ❖ Se colocó en un vaso de precipitación de 1000 ml agua destilada una tercera parte del volumen final a preparar.
- ❖ Seguido se procedió a pesar 30g de azúcar, 9g de agar, en estado sólido.
- ❖ La sacarosa se añadió al momento de preparar la solución y el agar se colocó en el medio cuando estuvo a 80°C después de introducirlo al microondas.
- ❖ Seguido se agregó el stock #1, stock #2, stock #3, vitaminas y reguladores de crecimiento (Citoquininas), previamente preparados en cuatro concentraciones 3mg/lt y 6mg/lt para distribuir en cada medio de proliferación.

4.4.6 Esterilización del medio de cultivo

Se procedió a la distribución del medio de cultivo a los frascos de vidrio, 50cc aproximadamente en cada uno los cuales pasaron a un proceso de esterilización en la autoclave a 121°C durante 20min. Seguidamente se sacó los frascos de la autoclave en una bandeja metálica y se procedió a dejar enfriar durante 24h00 en el área de transferencia.

4.4.7 Introducción al medio de cultivo

En la introducción al medio de cultivo colocamos los brotes en un medio de proliferación para su desarrollo, trasladándolos a un lugar aséptico e

iluminado con luz artificial “área de incubación” para estimular sus procesos metabólicos normales.

4.4.8 Transferencia del material vegetal

Cuando los brotes alcanzaron una altura de 1 a 2,5 cm en el frasco de cristal se procedió a cortar con la ayuda de un bisturí los nuevos brotes y se procederá a cambiar a otro frasco con medio de cultivo para proceder a tomar las diferentes variables.

4.4.9 Fases de multiplicación.

Se escogió los brotes que se adaptaron al medio de introducción, los cuales pasaron por un medio de multiplicación MS modificado con adición de 0,75 ppm de Ácido indol Acético (AIA). En esta fase se evaluaron los niveles de Binzzil Aminopurina (BPA) en el medio, en cada tratamiento.

V. RESULTADOS

5.1 Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).

Cuadro N° 1 Resultado de la prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de la interacción (AxB) en las variables: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).

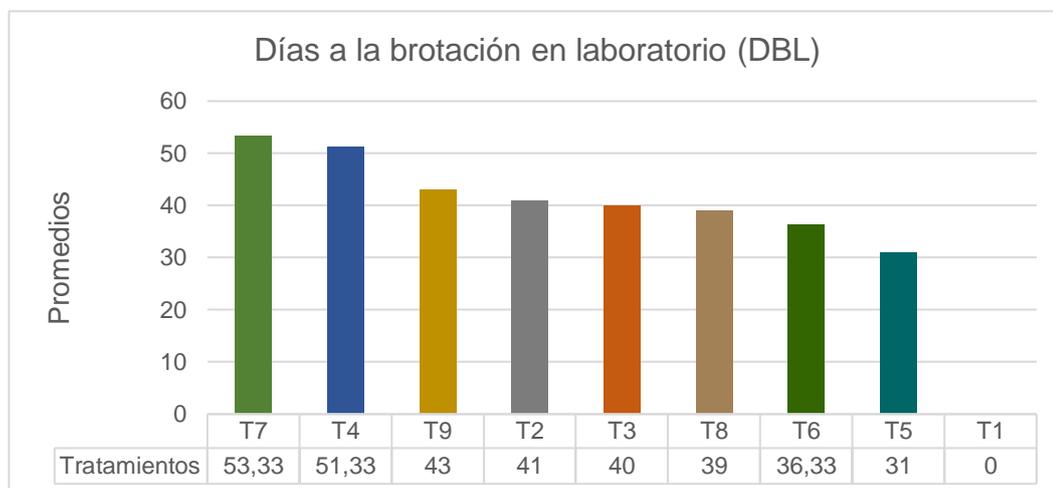
DBL (**)			NBE (**)			NHB (N/S)		
60 días			60 días			15 días (*)		
Trat	Prom	Rango	Trat	Prom	Rango	Trat	Prom	Rag
T7	53,33	A	T5	3,00	A	T5	3,33	A
T4	51,33	A	T6	1,66	AB	T4	2,00	A
T9	43,00	B	T9	1,66	AB	T2	1,67	AB
T2	41,00	BC	T2	1,33	CD	T3	1,67	AB
T3	40,00	C	T3	1,33	CD	T6	1,67	AB
T8	39,00	CD	T4	1,33	CD	T7	1,67	AB
T6	36,33	D	T7	1,33	CD	T8	1,67	AB
T5	31,00	E	T8	1,33	CD	T9	1,67	AB
T1	0,00	F	T1	0,00	C	T1	0,00	B
MG = 37,22 días			MG = 1,44 brotes			MG= 1,70 hojas		
CV= 2,49%			CV= 33,64%			CV= 36,38%		

NS = No Significativo; *=significativo; ** = Altamente significativo al 1%. Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.

MG= Media general; CV = Coeficiente de Variación.

Fuente: Investigación de campo, 2022. Elaborado por: Rea, J; Caluña, D.

Gráfico N° 1 Promedio de los tratamientos AxB de la variable días a la brotación en laboratorio (DBL)



Análisis de interpretación

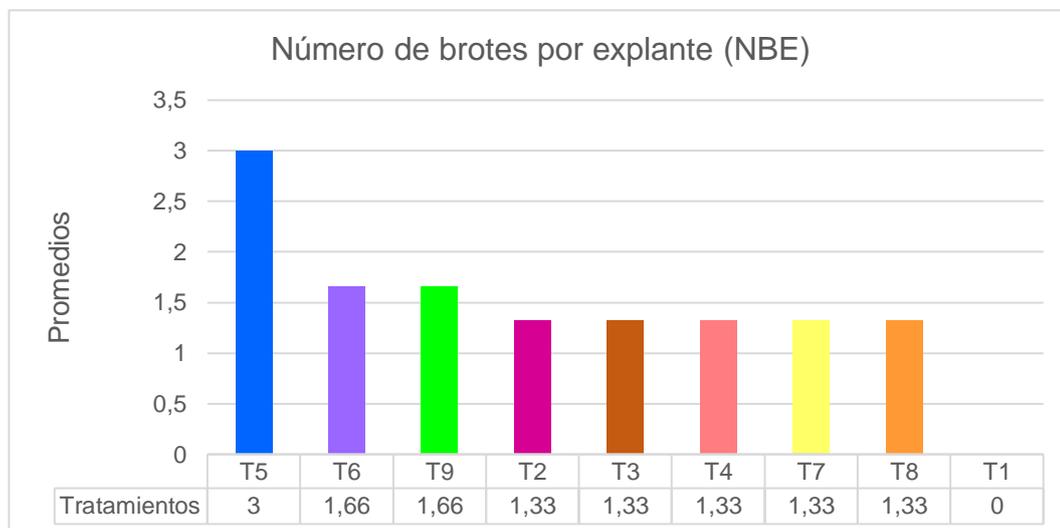
En cuanto a la variable días a la brotación en laboratorio (DBL) se observó diferencia significativa entre los tratamientos. Media general de 37,22 días y un CV de 2,49%.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% el tratamiento que presento mayor tiempo en brotar fue el T7: Astromelia rosada + 0 mg/lit con un tiempo de 53 días, lo que indica que, dentro de este intervalo, no se presentaron brotes alguno en los tratamientos. Mientras que el T5: Astromelia blanca + 3 mg/lit obtuvo el menor promedio con 31 días a la brotación, existiendo una diferencia de 22 días entre los mencionados tratamientos (Cuadro N°1 y Gráfico N°1).

La variable en estudio DBL dependió de los medios asépticos en las que fue desarrollado y el contenido de macro y micro nutrientes.

(Tombion *et al.*, 2020) dentro de su investigación argumento que la citoquinina BAP es la principal generadora de la brotación del rizoma y del crecimiento in vitro de las plantas de Alstroemeria.

Gráfico N° 2 Promedio de los tratamientos AxB de la variable número de brotes por explante (NBE)



Análisis de interpretación

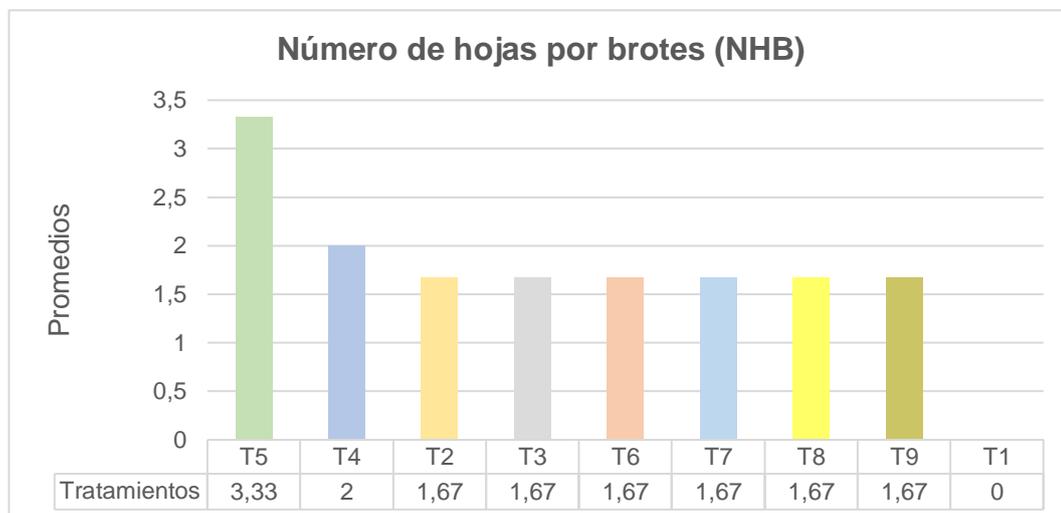
En cuanto a la variable número de brotes por explante (NBE) se determinó diferencia significativa entre los tratamientos, Media general de 1,44 brotes y un CV de 33,64%.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% el tratamiento que presento un mayor número de brotes fue el T5: Astromelia blanca + 3 mg/lit con un promedio de 3 brotes por explante, mientras que los tratamientos T2: Astromelia morada + 3 mg/lit; T3: Astromelia morada + 6 mg/lit; T4: Astromelia blanca + 0 mg/lit; T7: Astromelia rosada + 0 mg/lit, y T8: Astromelia rosada + 3 mg/lit, tuvieron un promedio de 1 brote respectivamente (Cuadro N°1 y Gráfico N°2).

En relación a la variable NBE, el empleo de la propagación in vitro varia dependiendo de la composición del medio de cultivo y del explante.

Las citoquininas son reguladores de crecimiento relacionados con la morfogénesis, desarrollo de brotes y promoviendo el crecimiento lateral, haciendo posible la regeneración de plantas completas (Masache, E, 2018).

Gráfico N° 3 Promedio de los tratamientos AxB de la variable número de hojas por brote (NHB)



Análisis de interpretación

En cuanto a la variable número de hojas por brote (NHB) no se observaron diferencia significativa entre los tratamientos. Media general de 1,44 brotes y un CV de 33,64%.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% el tratamiento que presento mayor número de hojas por brote fue el T5: Astromelia blanca + 3 mg/lit con un promedio de 3 hojas, mientras que los tratamientos T2: Astromelia morada + 3 mg/lit; T3: Astromelia morada + 6 mg/lit; T6: Astromelia blanca + 6 mg/lit; T7: Astromelia rosada + 0 mg/lit; T8: Astromelia rosada + 3 mg/lit y T9: Astromelia rosada + 6 mg/lit tuvieron un promedio de 2 hojas respectivamente (Cuadro N°1 y Gráfico N°3).

Investigaciones fundadas en *Alstroemeria aurantiaca* 'Rosita', realizadas por Hutchinson *et al.*, (2010), señalan que la suma de reguladores de crecimiento al medio de cultivo amplía significativamente el número y longitud de brotes, como también el número de hojas formadas.

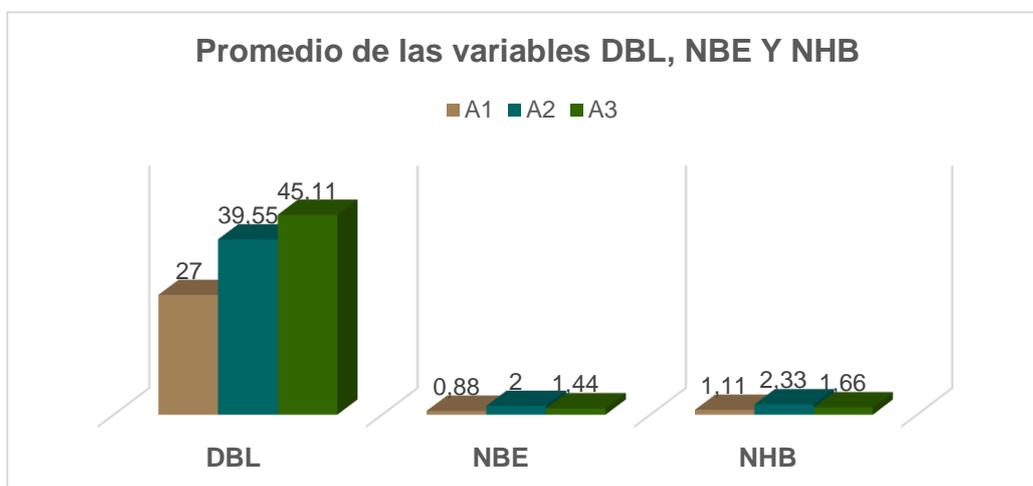
Factor A: Variedades

Cuadro N° 2 Resultado del análisis del efecto principal para evaluar promedios del factor A: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).

DBL			NBE			NHB		
Factor A: Variedades	Promedios	Rango	Factor A: Variedades	Promedios	Rango	Factor A: Variedades	Promedios	Rango
A3: Rosado	45,11	A	A2: Blanco	2,00	A	A2: Blanco	2,33	A
A2: Blanco	39,55	B	A3: Rosado	1,44	AB	A3: Rosado	1,66	AB
A1: Morado	27,00	C	A1: Morado	0,88	B	A1: Morado	1,11	B
Efecto principal: A3-A2-A1= 21,44			Efecto principal: A3-A2-A1= 0,32			Efecto principal: A3-A2-A1= 0,44		

Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.
 Fuente: Investigación de campo, 2022. Elaborado por: Rea, J; Caluña, D.

Gráfico N° 4 Tipos de variedades en las variables: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brote (NHB).



Análisis de interpretación

El análisis del efecto principal factor A, en tipos de variedades; Astromelia morada (A1), Astromelia blanca (A2) y Astromelia rosada (A3), para la variable días a la brotación en laboratorio existe un gran efecto de la Astromelia rosada (A3) con 45,11%, por otro lado, la variedad con menos influencia fue la Astromelia morada (A1) con 27%.

En cuanto se refiere a la variable número de brotes por explante, la variedad más influyente fue la Astromelia blanca (A2) con 2%, así la menos incluyente fue la Astromelia morada (A1) 0,88.

En la variable número de hojas por brotes, la variable que tuvo el más alto promedio en cuanto a la variable en estudio fue Astromelia blanca (A2) con 2,33% y la variedad con menos influencia fue la Astromelia morada (A1) 1,66% (Cuadro N°2 y Gráfico N°4).

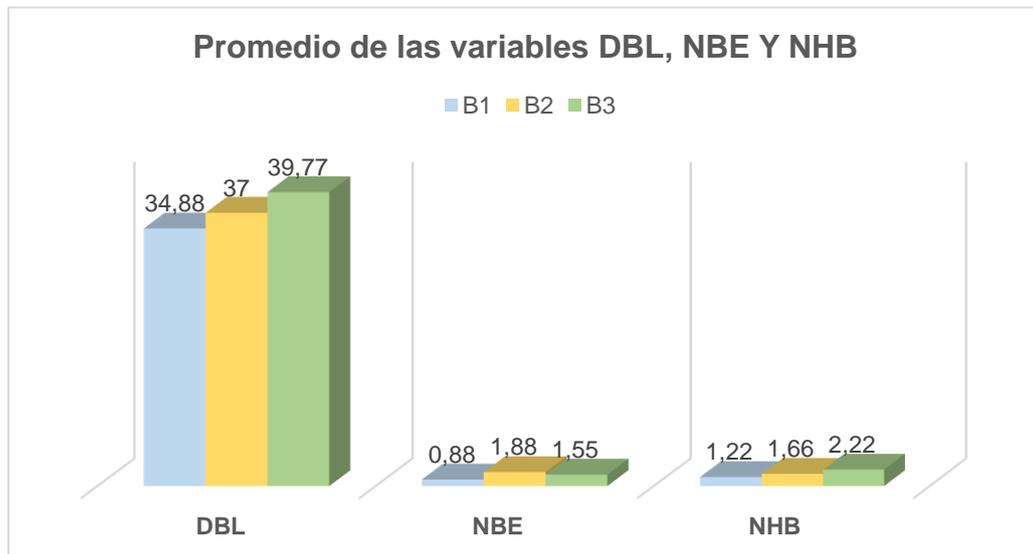
Factor B: Dosis

Cuadro N° 3 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos factor B de las variables: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).

DBL			NHE			NHB		
Factor B: Dosis	Promedios	Rango	Factor B: Dosis	Promedios	Rango	Factor B: Dosis	Promedios	Rango
B3= 6mg	39,77	A	B2= 3mg	1,88	A	B2= 0mg	2,22	A
B2= 3mg	37,00	B	B3= 6mg	1,55	A	B3= 2mg	1,66	AB
B1= 0mg	34,88	C	B1= 0mg	0,88	B	B1= 4mg	1,22	B

Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.
Fuente: Investigación de campo, 2022. Elaborado por: Rea, J; Caluña, D.

Gráfico N° 5 Dosis de citoquininas en las variables: Días a la brotación en laboratorio (DBL); Número de brotes por explante (NBE); Número de hojas por brotes (NHB).



Análisis de interpretación

La respuesta agronómica en cuanto a la dosis de la citoquinina en relación a la variable días a la brotación en laboratorio, la dosis más sobresaliente fue B3: 6 mg/lit con 39,77%, mientras la dosis menos sobresaliente fue B1: 0 mg/lit (testigo) con 34,88%.

En la variable número de brotes por explante la dosis con mayor promedio fue B2: 3 mg/lit con 1,88% por lo contrario el menor promedio lo tuvo B1: 0 mg/lit (testigo) con 0,88%.

En cuanto a la variable número de hojas por brote la dosis más influyente fue B3: 6 mg/lit con 2,22%, mientras que el menos promedio en cuanto a la variable en estudio fue B1: 0 mg/lit (testigo) con 1,22% (Cuadro N°3 y Gráfico N°5).

Los datos mostraron que los porcentajes más altos influyeron en la dosificación para el desarrollo al igual que la formación de los brotes de los explantes dentro de la investigación.

5.2 Número de frascos contaminados (NFC); Altura de brotes (AB); Taza de velocidad de multiplicación (TVM).

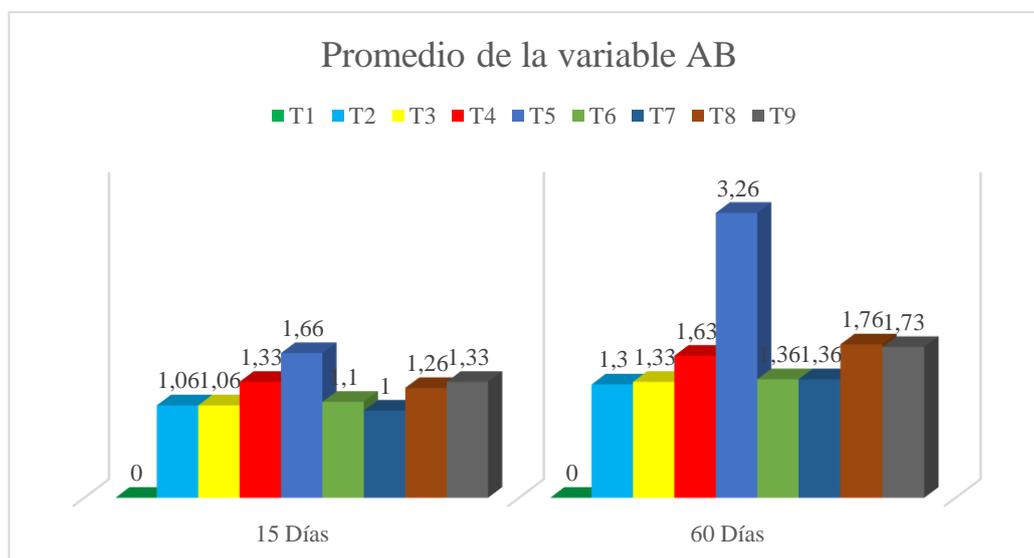
Cuadro N° 4 Resultado de la prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de la interacción (AxB) en las variables; Altura de brotes (AB); Taza de velocidad de multiplicación (TVM).

AB						TMV		
15 días (*)			60 días (N/S)			60 días (N/S)		
Tratamientos	Promedios	Rango	Tratamientos	Promedios	Rango	Tratamientos	Promedios	Rango
T5	1,66	A	T5	3,26	A	T5	0,10	A
T4	1,33	B	T8	1,76	B	T3	0,05	B
T9	1,33	B	T9	1,73	B	T7	0,04	B
T8	1,26	BC	T4	1,63	B	T10	0,03	B
T6	1,10	BC	T6	1,36	B	T11	0,03	B
T2	1,06	BC	T7	1,36	B	T12	0,03	B
T3	1,06	BC	T3	1,33	B	T9	0,02	B
T7	1,00	C	T2	1,30	B	T8	0,02	B
T1	0,00	D	T1	0,00	C	T6	0,00	C
MG= 1,09 cm			MG= 1,52 cm			MG= 0,38 %		
CV= 9,13 %			CV= 10,86 %			CV= 34,02 %		

NS = No Significativo; *=significativo; ** = Altamente significativo al 1%. Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.
MG= Media general; CV = Coeficiente de Variación.

Fuente: Investigación de campo, 2022. Elaborado por: Rea, J; Caluña, D.

Gráfico N° 6 Promedio de los tratamientos AxB de la variable altura de brote (AB)



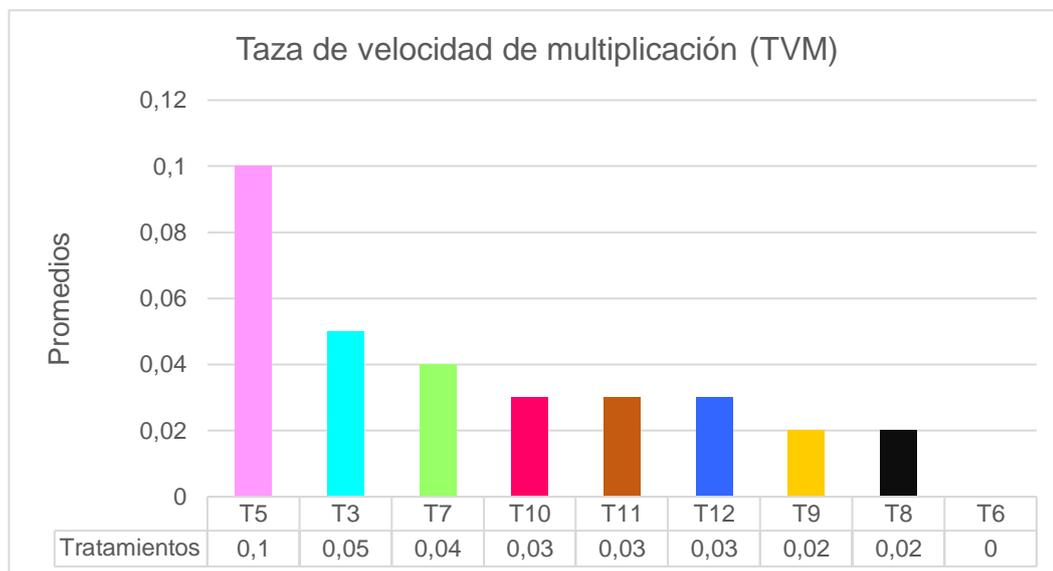
Análisis de interpretación

En cuanto a la variable altura de brote (AB) a los 15 días se observaron diferencia significativa entre los tratamientos. Media general de 1,09 cm y un CV de 9,13%. A los 60 días de evaluación no se presentaron diferencias significativas en los tratamientos Media general de 1,52 cm y un CV de 10,86%.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% a los 15 días de evaluación el tratamiento que presento un más lato promedio en cuanto a la variable en estudio fue el T5: Astromelia blanca + 3 mg/lit con un promedio de 1,66 cm. A los 60 días de evaluación el tratamiento con más alto promedio fue T5: Astromelia blanca + 3 mg/lit con un promedio de 3,26 cm (Cuadro N°4 y Gráfico N°6).

Según Shahriari *et al.*, (2012), menciona que de Alstroemeria Calaris, el uso de BAP dio lugar a brotes con menores alturas. Son las citoquininas las que inducen la formación de brotes y reducen su altura a través de la inducción del crecimiento celular y la reducción de la dominancia apical.

Gráfico N° 7 Promedio de los tratamientos AxB de la variable tasa de velocidad de multiplicación (TVM)



Análisis de interpretación

En cuanto a la variable tasa de velocidad de multiplicación (TVM) no se observaron diferencia significativa entre los tratamientos. Media general de 0,38% y un CV de 34,02%.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% el tratamiento que presento mayor promedio fue el T5: Astromelia blanca + 3 mg/lit con un promedio de 0,1, mientras que los tratamientos T8: Astromelia rosada + 3 mg/lit y T9: Astromelia rosada + 6 mg/lit tuvieron un promedio de 0,02% respectivamente (Cuadro N°4 y Gráfico N°7).

En los sistemas de cultivo in vitro convencionales, la alstroemeria presenta baja tasa de multiplicación y riesgos de manejo a consecuencia de la contaminación endógena y la oxidación (Cruz, 2003).

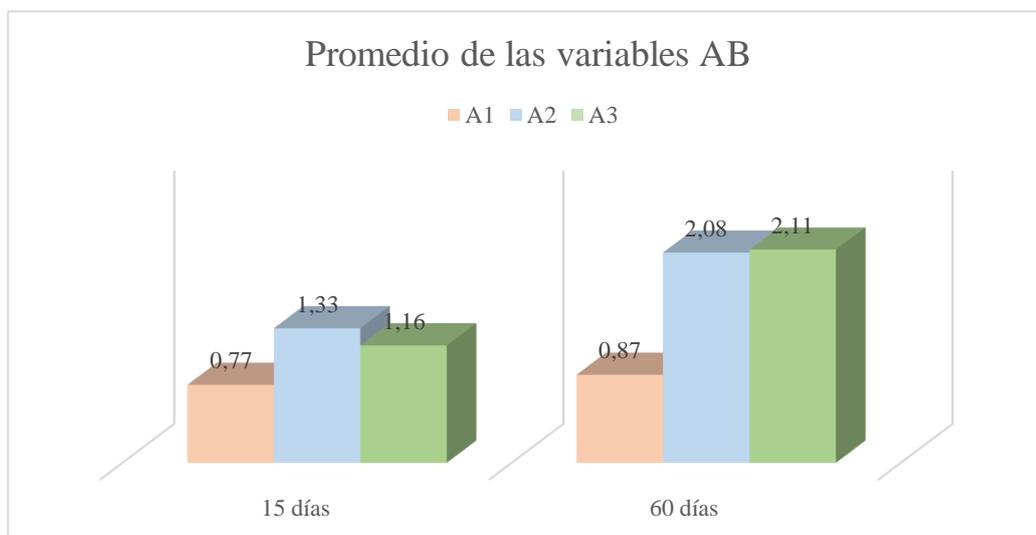
Factor A: Variedades

Cuadro N° 5 Resultado del análisis del efecto principal para evaluar promedios del factor A: altura de brotes (AB) y Taza de velocidad de multiplicación (TVM).

AB					TVM		
15 días			60 días		60 días		
Factor A: Variedades	Promedios	Rango	Promedios	Rango	Factor A: Variedades	Promedios	Rango
A1: Morado	0,77	C	0,87	B	A2: Blanco	5,88	A
A2: Blanco	1,33	A	2,08	A	A3: Rosado	3,44	B
A3: Rosado	1,16	B	2,11	C	A1: Morado	2,22	B
Efecto principal: A3-A2-A1= 0,6			Efecto principal: A3-A2-A1= 0,84		Efecto principal: A3-A2-A1= 0,22		

Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.
Fuente: Investigación de campo, 2022. Elaborado por: Rea, J; Caluña, D.

Gráfico N° 8 Tipos de variedades en la variable: altura de brote (AB).

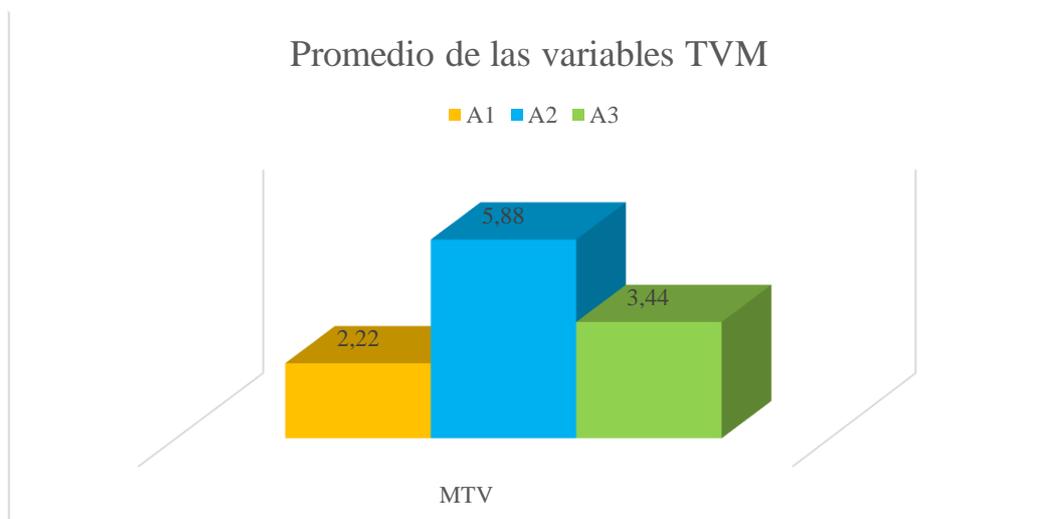


Análisis de interpretación

El análisis del efecto principal factor A, en tipos de variedades; Astromelia morada (A1), Astromelia blanca (A2) y Astromelia rosada (A3), para la variable altura de brote a los 15 días de evaluación existe un gran efecto de la Astromelia blanca (A2) con 1,33%, por otro lado, la variedad con menos influencia fue la Astromelia morada (A1) con 0,77% (Cuadro N°5 y Gráfico N°8).

A los 60 días de evaluación en cuanto a la variable en estudio existió un gran efecto de la Astromelia rosada (A3) con 2,11%, por otro lado, la variedad con menos influencia fue la Astromelia morada (A1) con 0,87%.

Gráfico N° 9 Tipos de variedades en la variable: tasa de velocidad de multiplicación (TVM)



Análisis de interpretación

El análisis del efecto principal factor A, en tipos de variedades; Astromelia morada (A1), Astromelia blanca (A2) y Astromelia rosada (A3), para la variable tasa de velocidad de multiplicación existió un gran efecto de la Astromelia blanca (A2) con 5,88%, por otro lado la variedad con menos influencia fue la Astromelia morada (A1) con 2,22% (Cuadro N°5 y Gráfico N°9).

Las variables altura de brotes y tasa de velocidad de multiplicación dependieron una de la otra ya que todas se forman, así como el alto contenido de nutrientes y la dosis establecida complementan su óptimo desarrollo, siendo la Astromelia blanca con mayor influencia positiva.

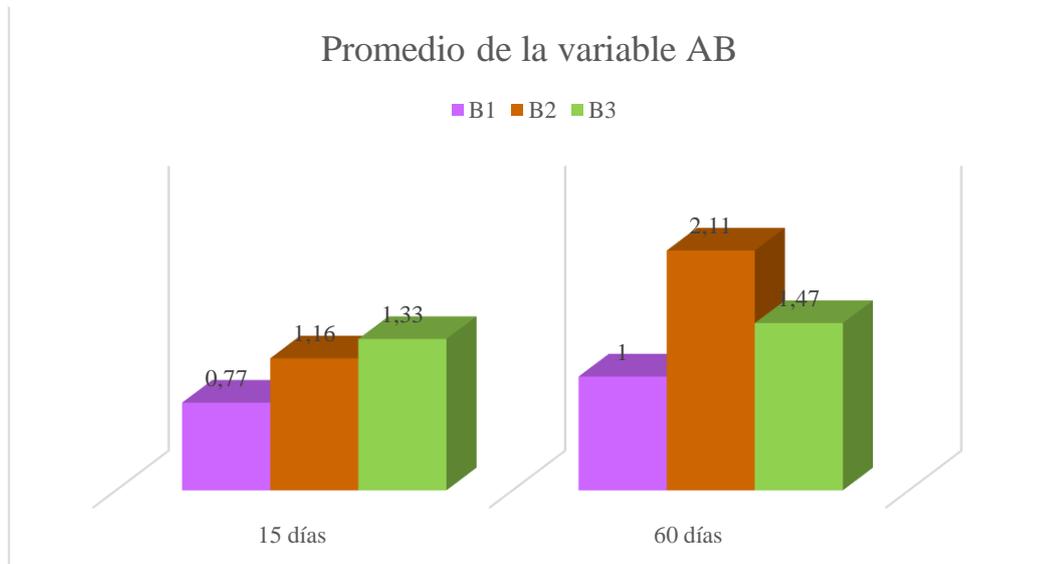
Factor B: Dosis

Cuadro N° 6 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos factor B de las variables: Altura de brotes (AB) y Taza de velocidad de multiplicación (TVM).

AB					TVM		
15 días			60 días		60 días		
Factor B: Dosis	Promedios	Rango	Promedios	Rango	Factor B: Dosis	Promedios	Rango
B1= 0mg	0,77	A	1,00	C	B2= 3mg	5,66	A
B2= 3mg	1,16	B	2,11	A	B3= 6mg	4,11	A
B3= 6mg	1,33	C	1,47	B	B1= 0mg	1,77	B

Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.
 Fuente: Investigación de campo, 2022. Elaborado por: Rea, J; Caluña, D.

Gráfico N° 10 Dosis de citoquininas en la variable: altura de brotes (AB)

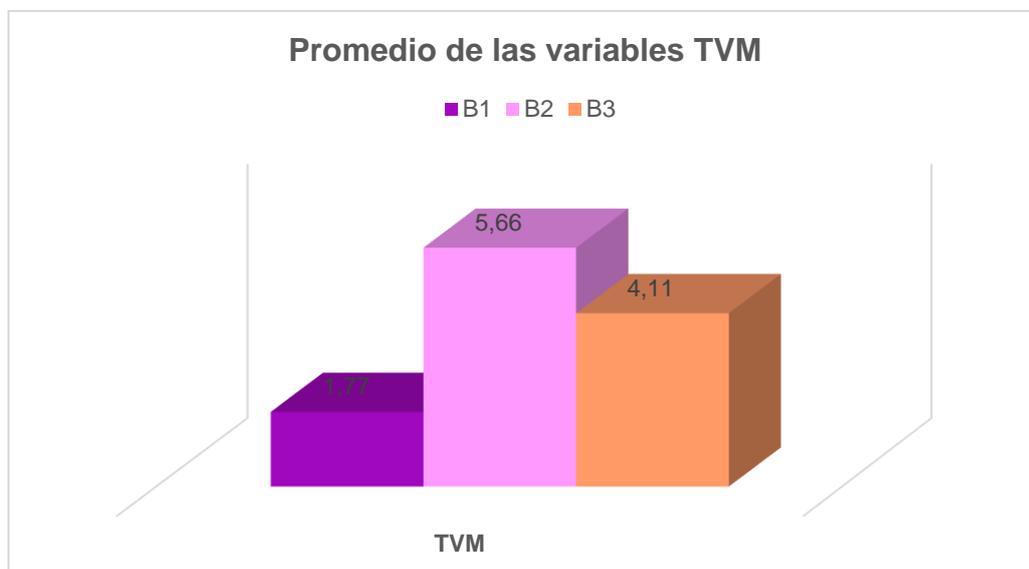


Análisis de interpretación

La respuesta agronómica en cuanto a la dosis de la citoquinina en relación a la variable altura de brotes a los 15 de evaluación, la dosis más sobresaliente fue B3: 6 mg/lit con 1,33%, mientras la dosis menos sobresaliente fue B1: 0 mg/lit (testigo) con 0,77%.

A los 60 días de evaluación con respecto a la variable en estudio referente al FB dosis de Citoquininas, la más influyente fue B1: 3 mg/lit con 2,11% mientras que la dosis menos influyente fue B1: 0 mg/lit (testigo) con 1,00% (Cuadro N°6 y Gráfico N°10).

Gráfico N° 11 Dosis de citoquininas en la variable: tasa de velocidad de multiplicación (TVM)



Análisis de interpretación

La respuesta agronómica en cuanto a la dosis de la citoquinina en relación a la variable tasa de velocidad de multiplicación, la dosis más sobresaliente fue B2: 3 mg/lit con 5,66%, mientras la dosis menos sobresaliente fue B1: 0 mg/lit (testigo) con 1,77% (Cuadro N°6 y Gráfico N°10).

El buen cuidado referente a las condiciones asépticas mejora el crecimiento de los explantes dando como resultado una buena altura de brote, número de brotes por explante y por ende una tasa de velocidad de multiplicación

5.3 Análisis económico de la relación B/C

Cuadro N° 7 Costo beneficio de Astromelias

ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Brotos	0	1	1	1	3	2	1	1	2
Plantas de astromelias	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Citoquininas	0,00	0,09	0,18	0,00	0,09	0,18	0,00	0,09	0,18
Agar	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Frascos	1,2	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Papel aluminio	0,31	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Papel film	0,42	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Fungicida	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Costo total	8,77	9,6	9,69	9,51	9,6	9,69	9,51	9,6	9,69
Ingreso bruto	0	7	7	7	21	14	7	7	14
Ingreso neto	-8,77	-2,6	-2,69	-2,51	11,4	4,31	-2,51	-2,6	4,31
R.B/C	0,00	0,73	0,72	0,74	2,19	1,44	0,74	0,73	1,44
RI/C	-1	-0,27	-0,28	-0,26	1,19	0,44	-0,26	-0,27	0,44

Fuente: Investigación de campo, 2022.

Elaborado por: Rea, J; Caluña, D

5.3.1 Relación Beneficio/Costo

La relación Beneficio/Costo de una acción productiva que consiste en valorar la eficiencia económica de los recursos utilizados y mostrar la cantidad de dinero que regresa por cada unidad monetaria invertida durante un ciclo determinado. La relación Beneficio/Costo muestra el retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida (Herrera et al., 1994).

Para la ejecución del análisis económico, se tuvo en consideración los que costos que varían en los tratamientos, como es la citoquinina (en las distintas dosis).

El análisis económico del presupuesto directo e indirecto, permitió calcular la relación RB/C en donde se verifico que el mejor beneficio neto estuvo en las Astromelias color blanca + 3 mg/lit, el cual demostró mayor número de brotes, lo que demuestra la superioridad entre los tratamientos evaluados.

Considerando lo económico y en base al tratamiento con el mejor beneficio neto fue el T5 (A2B2) con \$9,60 USD; y la relación beneficio/costo más elevado: RB/C de 2,19; con una RI/C de 1,19 USD. Lo quiere decir que por cada dólar invertido, tiene una ganancia de \$ 1,19 (Cuadro N°7).

VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

La hipótesis planteada dentro de la investigación es la siguiente:

Ho: El desarrollo in vitro de los explantes de variedades de astromelia utilizando tres dosis de citoquinina son similares.

Ha: El desarrollo in vitro de los explantes de variedades de astromelia utilizando tres dosis de citoquinina son diferentes.

Mediante a los resultados estadísticos, agronómicos obtenidos en esta investigación, inferimos que existió efecto significativo de las variedades de Astromelias y dosis de fitoregulador. Coexistió en la mayoría de variables evaluadas la dependencia de factores. Debido a esto, hay suficiente evidencia científica para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

En base al análisis e interpretación de los resultados estadísticos y relación B/C obtenidos en esta investigación se concluye lo siguiente:

- La fase de desinfección y establecimiento in vitro de *Alstroemeria spp* fueron puntos clave para tener una clara idea de los parámetros evaluados, así mismo los protocolos de desinfección y formulación de los medios de cultivo utilizados dentro de la presente investigación.
- La respuesta de las variables de Astromelias fueron diferentes, teniendo una mayor cantidad de brotes la Astromelia blanca + 3mg/lit.
- Referente a los factores en estudio, el mejor factor A se presentó en Astromelia blanca; factor B en formación de explantes, la mejor dosis 3mg/lit, lo que se reflejó en los resultados números de brotes por explante.
- La propagación de astromelia (*Alstroemeria spp.*) a través del método in vitro es una forma viable y segura. El método empleado a base de variedades; morada, blanca y rosada a tres dosis 0, 3 y 6 mg/lit, se determinaron buenos resultados en los explantes de Astromelias.
- El tratamiento que presentó mayor porcentaje de contaminación fue T1 Astromelia morada + 0mg/lit (testigo) con una contaminación del 100%.
- El mejor tratamiento desde el análisis beneficio costo fue el T5; Astromelia blanca + 3 mg/lit con RB/C de 2,19; con una RI/C de 1,19 USD. Lo quiere decir que, por cada dólar invertido, tiene una ganancia de \$ 1,19.

7.2 Recomendaciones

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos se sintetizan las siguientes recomendaciones:

- Validar ensayos definiendo variedades y dosis de distintos explantes, de los cuales fueron utilizados en la presente investigación.
- Hacer uso de las normas de bioseguridad estipulados para los laboratorios de biotecnología, de esta forma se reducirá el índice de contaminación.
- Obtener materiales promisorios que posean buenas características como calidad, libre de problemas fitosanitarios, protegerlas y manteniéndolas hasta el momento de la extracción y desinfección de explantes.
- A la Facultad de Ciencias Agropecuarias en especial al laboratorio de biotecnología de la Universidad Estatal de Bolívar promover la utilización de Astromelias blanca con dosis de 3 mg/lit, debido a sus buenos resultados.
- Innovar la multiplicación in vitro de otros cultivos con la utilización de variedades, fitoreguladores y dosis, los mismos que mejoraran la calidad, productividad y de la seguridad alimentaria de nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrocode. (2017). Citoquininas. Obtenido de <https://agrocode.com/glosario-terminos/citoquininas>.
- Aval. (2019). <https://www.aval.ec/informacion-general-de-empresas/situacion-financiera-actualizada-del-sector-floricola/>. Recuperado el 13 de Agosto de 2021, de <https://www.aval.ec/informaciongeneralde-empresas/situacionfinancieraactualizadadelsectorfloricola/>: <https://www.aval.ec/informaciongeneraldeempresas/situacionfinancieraactualizadadelsectorfloricola>.
- Baeza, C. (2018). Alstroemerias Chilenas. Guía de Campo. Obtenido de <https://www.corma.cl/wpcontent/uploads/2020/01/AlstroemeriasChilenas.pdf>
- Baeza, C., & Ruiz, E. (2011). Gayana Botánica. *Alstroemeria hookeri* Lodd. Subsp. *sansebastiana*.
- Baeza, et al (2011). El cariotipo fundamental de *Alstroemeria patagónica* (***Alstroemeriaceae***). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica.
- Bridgen, M. (2020). Cultivo de *Alstroemeria*. Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Chile: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- Canna. (2018). Reguladores del crecimiento vegetal. Obtenido de <https://www.canna.es/reguladoresdelcrecimientovegetal>.
- Cárdenas et al (2016). Propagación in vitro de *Solanum dolichosepalum* (***Solanaceae***). Ciencia en desarrollo.

- Castillo, A. (2015). Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. Obtenido de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/11121922080710241>.
- ChileBio. (2018). Micropropagación. Obtenido de <https://www.chilebio.cl/micropropagacion>.
- Corrella, S. (octubre de 2012). Produccion Ecuador. Recuperado el 13 de agosto de 2021.
- Cruz, G. (2003). Inducción de embriogénesis somática en *Alstroemeria* Sp. *Agronomía Colombiana*, 121128.
- Damasco, L. (2020). Cultivo de tejidos vegetales. Medios de cultivo." Instituto Tecnológico de cd. Altamirano, gro. Obtenido de <http://alvaradobiotech.blogspot.com/2013/02/tareamediosdecultivo.html>.
- Din, A. (2019). Micro-propagation of *Alstroemeria hybrida* cv. Obtenido de *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* :<https://www.corma.cl/wpcontent/uploads/2020/01/AlstroemeriasChilenas.pdf>.
- Ebrahim, M. (2004). Comparison, determination and optimizing the conditions required for rhizome and shoot formation, and flowering of in vitro cultured calla explants. *Scientia Horticulturae*.
- Expoflores. (2018). *Alstroemeria aurantiaca*. Obtenido de <https://www.floresyplantas.net/alstroemeria-aurantiaca/#:~:text=Ya%20en%20el%20resto%20del,oscilar%20entre%2010%20y%2014%C2%BAC>.

- FAO. (2020). Costos de producción. Obtenido de <https://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm>.
- Floresbogota. (2019). Variedad de Astromelias! Obtenido de <https://www.floresbogota.co/floristerias-en-bogota/variedad-de-astromelias>.
- Graciela, M., Roa, J., Aranzales, E., & Debouck, D. (2010). Manual de procedimientos para la conservación in vitro del germoplasma del género Manihot. CIAT.
- Hall, F. (2008). Plant Propagation by Tissue Culture (Vol. Vol 1 The technology).
- Herrera et al. (1994). Fundamentos de análisis económico: guía para investigación y extensión rural. Costa Rica: CATIE.
- Hutchinson et al. (2010). Effect of thidiazuron, NAA and BAP on in vitro propagation of Alstroemeria aurantiaca cv. 'Rosita' from shoot tip explants. The Journal of Agriculture, Science and Technology, 60-69.
- Khaleghi et al. (2008). In vitro propagation of Alstroemeria cv. 'fuego'. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences.
- Konst. (2009). Cultivo de Alstroemeria. Obtenido de <http://www.dwarfalstroemeria.com/growing-información/alstroemeria-cut-flower#>
- Kyte et al. (2013). Plants from tubes: an introduction to micropropagation (Cuarta edición ed.).
- Lidefer. (2021). Alstroemeria: características, hábitat, cuidados, especies. Obtenido de <https://www.lifeder.com/alstroemeria>.

- Mamani, C. (2014). Efecto de la aplicación de la fertilización nitrogenada en la producción de dos cultivares de alstroemerias (*Alstroemeria aurea* Graham) en la localidad de pocollay departamento de tacna. Obtenido de [http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/ UNJBG/1735/4372014mamanihuarcayacvfcagagronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1735/4372014mamanihuarcayacvfcagagronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Márquez, C. (2019). En cinco países es apreciada la astromelia nacional. El Comercio. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/floresastromeliasfloriculturaexportacionchimborazo.html>.
- Masache, E. (2018). Evaluación de la eficiencia fotosintética en el cultivo in vitro. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15692/1/UPS-QT12853.pdf>.
- Mesa, Y. (2015). Cultivo de alstroemeria. Obtenido de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/intacartillaalstroemerias2017.pdf>.
- Microbiologia.com. (2020). Microbiología para humanos. Obtenido de <https://microbiologiaparahumanos.wordpress.com/medios-de-cultivo>.
- Muñoz, M., & Moreira, A. (2003). *Alstroemeria presliana* Herb. Obtenido de <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/10/AlstroemeriapreslianaP08propuesta.pdf>.
- Olmos et al (2012). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. En Micropropagación (Primera edición ed.). Mexico: INTA.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT BOLÍVAR). (2012). Obtenido de Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Bolívar.

- Peralta, M. (2020). Astromelia. Obtenido de <https://marilynperalta.com/2019/04/29/astromelia>.
- Peralta, T. (2006). Proyecto de comercialización directa de rosas frescas por medio de la creación de islas o “kiosks” al interior de los centros comerciales en los estados unidos de norteamérica . Obtenido de <https://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/handle/24000/27/CD-IAEN-0021.pdf;jsessionid=0C24DE858C39612AE8460685D761469C?sequence1>.
- Pivano, M. (2017). Cultivo de Alstroemerias. Obtenido de <https://inta.gov.ar/sites/default/files/intacartillaalstroemerias2017.pdf>.
- Rahim et al (2013). The effect of different concentrations of NAA and BAP on micropropagation of Alstroemeria. European Journal of Experimental Biology.
- Shahriari et al. (2012). Efficient regeneration of “calaris” Alstroemeria from rhizome explants. Notulae Scientia biologicae, 86-90.
- Tombion et al. (2020). Propagación in vitro de alstroemeria var. tiesta de 15 inta' a partir del cultivo de meristemas de rizoma. SciELO, 36. doi:<http://dx.doi.org/10.29393/chjaas36-8p150008> .
- USDA. (2007). Amancay (*Alstroemeria aurea*). Obtenido de <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/410471-Alstroemeria-aurea>.
- Vazquez, J. (2020). Alstroemeria: características, hábitat, cuidados, especies. Obtenido de <https://www.lifeder.com/alstroemeria>.
- Vivancos, D. (2015). Tratado de Fertilización (Tercera ed.).

Vivar, V. (2011). Evaluación del comportamiento y la calidad de la producción floral de 5 cultivares de astromelias (*Alstroemeria* sp) en el distrito de Galana. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/687/TG0540.pdf?sequence=1&isAllowed>.

Wilkins, H. (2018). The history of alstroemería production. *Minnesota State Florists Bulletin*.

Zapata, O. (2018). Importancia de las citoquininas en las plantas. Obtenido de <https://www.agromaticas.es/citoquininas-en-las-plantas>.

ANEXOS

Anexo 1 Ubicación de la investigación



Anexo 2 Base de datos Astromelias (*Alstroemeria spp*)

V1	V2	V3	V4	V5	V6		V7		V8	V9		V10
TRAT	REP	FA	FB	NFC	DBL		NBE		NHB	AB		TVM
				60 días	15 días	60 días	15 días	60 días	60 días	15 días	60 días	60 días
1	1	1	1	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	2	0,00%	0	40	0	1	2	1	1,1	0,03
3	1	1	3	100,00%	0	39	0	2	2	0,9	1	0,05
4	1	2	1	0,00%	0	50	0	1	2	1,3	1,7	0,02
5	1	2	2	100,00%	0	31	0	3	3	1,5	3,1	0,10
6	1	2	3	100,00%	0	35	0	2	2	1	1,3	0,06
7	1	3	1	100,00%	0	53	0	1	2	1	1,4	0,02
8	1	3	2	0,00%	0	40	0	2	2	1,2	1,8	0,05
9	1	3	3	100,00%	0	42	0	2	2	1,3	1,9	0,05
1	2	1	1	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0,00
2	2	1	2	0,00%	0	41	0	1	1	1,1	1,4	0,02
3	2	1	3	100,00%	0	40	0	1	1	1	1,5	0,03
4	2	2	1	100,00%	0	52	0	1	1	1,3	1,5	0,02
5	2	2	2	100,00%	0	30	0	2	4	1,9	3,2	0,07

6	2	2	3	0,00%	0	38	0	1	2	1,1	1,3	0,03
7	2	3	1	100,00%	0	54	0	1	2	0,9	1,4	0,02
8	2	3	2	0,00%	0	39	0	1	2	1,3	1,6	0,03
9	2	3	3	0,00%	0	43	0	1	2	1,3	1,4	0,02
1	3	1	1	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0,00
2	3	1	2	0,00%	0	42	0	2	2	1,1	1,4	0,05
3	3	1	3	100,00%	0	41	0	1	2	1,3	1,5	0,02
4	3	2	1	100,00%	0	52	0	2	3	1,4	1,7	0,04
5	3	2	2	0,00%	0	32	0	4	3	1,6	3,5	0,13
6	3	2	3	100,00%	0	36	0	2	1	1,2	1,5	0,06
7	3	3	1	0,00%	0	53	0	2	1	1,1	1,3	0,04
8	3	3	2	0,00%	0	38	0	1	1	1,3	1,9	0,03
9	3	3	3	100,00%	0	44	0	2	1	1,4	1,9	0,05

Código de variables de la base de datos:

V₁: Tratamientos

V₂: Repeticiones

V₃: Factor A

V₄: Factor B

V₅: Número de frascos contaminados

V₆: Días a la brotación en laboratorio

V₇: Número de brotes por explante

V₈: Número de hojas por brote

V₉: Altura de brote

V₁₀: Taza de velocidad de multiplicación

Anexo 3 Manejo de la investigación



Fotografía 1: Obtención de plántulas.



Fotografía 2: Cortes de brotes de astromelias



Fotografía 3: Corte de brotes



Fotografía 4: Desinfección de brotes



Fotografía 5: Preparación de medio de cultivo



Fotografía 6: Preparación para autoclave



Fotografía 7: Desinfección en cámara de flujo laminar



Fotografía 9: Monitoreo de tratamientos



Fotografía 10: Tratamientos en cuarto de reposo



Fotografía 11: Toma variable número de hojas por brote



Fotografía 12: Toma de variables altura de planta



Fotografía 12: Visita de campo

Anexo 4 Glosario de términos

Acido indol-3-butirico (IBA): es un regulador fisiológico del crecimiento de las plantas es utilizado en laboratorios de cultivo in vitro para estimular al explanto a emitir raíces secundarias y primarias.

Agar: es un agente gelificante del medio de cultivo.

Agrobiotecnología: es la tecnología basada en la biología, especialmente usada en agricultura, farmacia, ciencia de los alimentos, ciencias forestales y medicina. Se desarrolla en un enfoque multidisciplinario que involucra varias especialidades y ciencias como biología, bioquímica, genética, virología, agronomía, ingeniería, física, química, medicina y veterinaria entre otras.

Altitud: se designa altitud a la medición de la distancia vertical entre cualquier sitio determinado de la Tierra en correlación con el nivel del mar.

Autoclave: una autoclave es un recipiente de presión metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua. Su construcción debe ser tal que resista la presión y temperatura desarrollada en su interior. La presión elevada permite que el agua alcance temperaturas superiores a los 100 °C.

Auxinas: son un grupo de fitohormonas que proceden como reguladoras del crecimiento de las células y tejidos vegetal. Estas hormonas activan la rapidez del crecimiento de las plantas, fundamentalmente en la parte superior, y determina el desarrollo de brotes laterales y raíces, hojas, flores y frutos.

Biotecnología: la Biotecnología se define como un área multidisciplinaria, que emplea la biología, química y procesos varios, con gran uso en

agricultura, farmacia, ciencia de los alimentos, ciencias forestales y medicina. Probablemente el primero que usó este término fue el ingeniero húngaro Karl Ereky, en 1919.

Cámara de flujo laminar: es un recinto que emplea un ventilador para forzar el paso de aire a través de un filtro HEPA o ULPA y proporcionar aire limpio a la zona de trabajo libre de partículas de hasta 0.1 micras.

Citoquininas: son un grupo de hormonas vegetales que causan la división y la diferenciación celular. Su nombre procede del término «citocinesis» que se refiere al proceso de división celular.

Eco tipo: es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales. Sanidad radicular: Se refiere a la incidencia o no de patógenos y plagas a nivel de la raíz en los vegetales.

Embriogénesis: se denomina embriogénesis a un proceso complejo que se causa durante las primeras semanas de la fertilización y tiene diferentes etapas.

Esterilización: destrucción de todas las formas de vida microscópicas, incluidos virus y esporas.

Explanto. - tejido obtenido de su sitio original y transferido a un medio artificial para crecimiento (proliferación) o mantenimiento (conservación).

Fito hormonas. - 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.

Genotipos: un genotipo es la colección de genes de un individuo. El término también puede referirse a los dos alelos heredados de un gen en particular. El genotipo se expresa cuando la información codificada en el ADN de los genes se utiliza para fabricar proteínas y moléculas de ARN. La expresión del genotipo contribuye a los rasgos observables del individuo, lo que se denomina el fenotipo.

Medio de cultivo: mezcla de sustancias en las cuales pueden crecer las diferentes partes vegetativas de las diferentes explantos que puedan ser propagadas a través del cultivo in vitro.

Organogénesis: es el conjunto de cambios que acceden que las capas embrionarias se conviertan en los diferentes órganos que acceden un organismo.

Reactivos: toda sustancia que interactúa con otra en una reacción química y que da lugar a otras sustancias de propiedades, características y conformación distinta, denominadas productos de reacción o simplemente productos.

Rizoma: tallo subterráneo, con frecuencia alargado y horizontal, que posee yemas, produce vástagos y también raíces.

Subcultivo: proceso mediante el cual los explantes son subdivididos y transferidos a medio de cultivo fresco.

Tejidos vegetales: en los tejidos vegetales superiores las células se agrupan para construir tejidos que desempeñan diversas funciones. Estos

pueden dividirse en tejidos meristemáticos, que ayudan al crecimiento de la semilla a la longitud y grosor de la planta, y en tejidos adultos o definitivos.

Valores FOB: se utiliza para valorar las Exportaciones y se define como "libre a bordo". Se refiere al Valor de Venta de los productos en su lugar de origen más el Costo de los fletes, seguros y otros Gastos necesarios para hacer llegar la Mercancía hasta la Aduana de salida.

Yema: estructura en el tallo de una planta que origina una rama, flor o varias hojas.