

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y
Agrícola**



**ACLIMATACIÓN DE PLÁNTULAS DE CAÑIHUA (*Chenopodium
pallidicaule* Aellen) VARIEDAD CUPI E INIA ILLPA CON
APLICACIONES DE COLCHICINA BAJO CONDICIONES DE
MICROINVERNADERO EN DOS DIFERENTES SUSTRATOS**

Tesis presentada por el Bachiller:

Díaz Alfaro, Juan Mariano

para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo y Agrícola

Asesor: Mg. Sc. Zegarra Flores, Jorge

Arequipa- Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 22 de Diciembre del 2020

Dictamen: 002058-C-EPIAyA-2020

Visto el borrador de tesis del expediente 002058, presentado por:

2015200081 - DÍAZ ALFARO JUAN MARIANO

Titulado:

**ACLIMATACIÓN DE PLÁNTULAS DE CAÑIHUA (*CHENOPODIUM PALLIDICAULE* AELLEN)
VARIEDAD CUPI E INIA ILLPA CON APLICACIONES DE COLCHICINA BAJO CONDICIONES DE
MICROINVERNADERO EN DOS DIFERENTES SUSTRATOS.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1854 - ZEGARRA FLORES JORGE ARTURO
DICTAMINADOR**



**2150 - COLOMA DONGO FROY ENGELBERT
DICTAMINADOR**



**2728 - DIAZ VENTO INGRIND MIRNA
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia, que me ha brindado su apoyo incondicional a lo largo de este largo camino de educación y formación universitaria.

A mi madre quien me ha encaminado a ser la persona que hoy por hoy soy, por sus sabios consejos y amor absoluto que día a día promovieron mis sueños. A mi abuela que con su ternura y apoyo constante me motivo a nunca rendirme, que siempre deseaba y anhelaba siempre lo mejor para mi vida A mi hermana por creer en mí y estar dispuesta a acompañarme en cada momento de esta vida y por cada una de sus palabras de aliento.

Quiero agradecer también a todos los docentes que me formaron durante mi vida universitaria, mismos que fueron un pilar importante en mi formación académica y cimentaron las bases de un futuro profesional.

Finalmente, y no menos importante, agradecer a Dios por la oportunidad que me dio en esta vida, por la familia que me brindo, por las experiencias que me hizo pasar y por las que aún están por llegar.

Gracias.

AGRADECIMIENTO

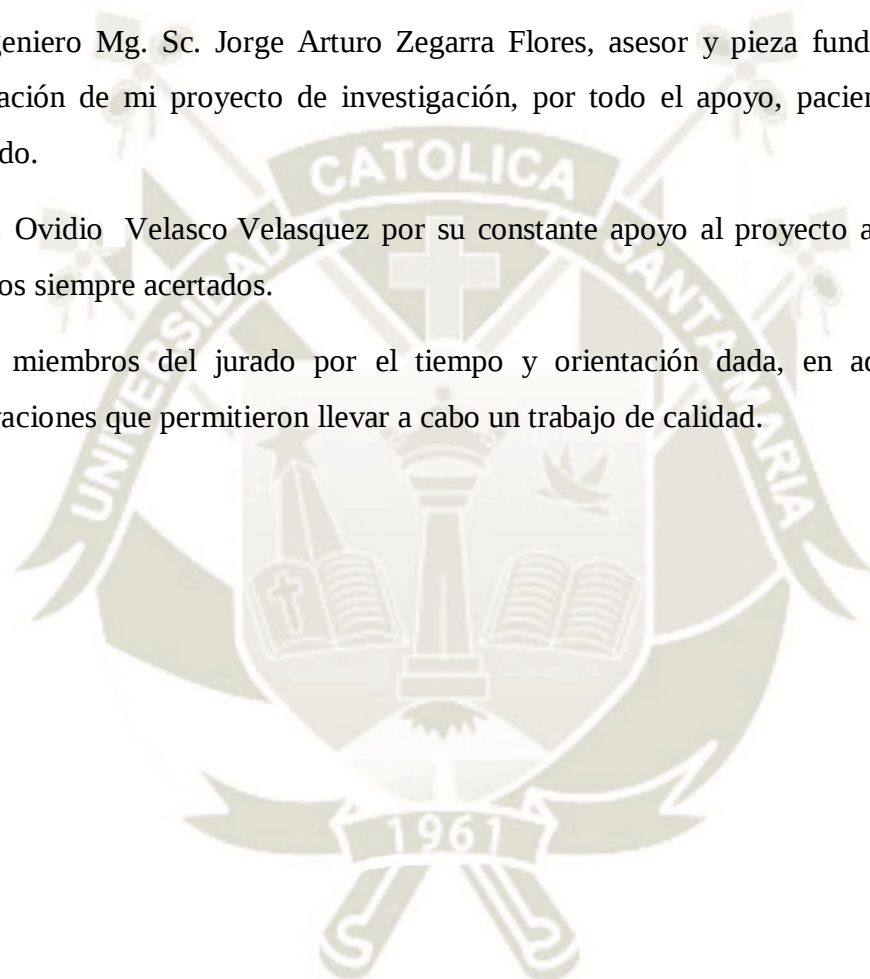
Agradezco a todas aquellas personas que contribuyeron de una u otra forma en la realización de este trabajo.

A mi familia que de una u otra forma siempre apoyaron cada acción, cada paso que tuvo como finalidad alcanzar las metas propuestas.

Al ingeniero Mg. Sc. Jorge Arturo Zegarra Flores, asesor y pieza fundamental en la elaboración de mi proyecto de investigación, por todo el apoyo, paciencia y tiempo brindado.

Al Dr. Ovidio Velasco Velasquez por su constante apoyo al proyecto además de sus consejos siempre acertados.

A los miembros del jurado por el tiempo y orientación dada, en adición de sus observaciones que permitieron llevar a cabo un trabajo de calidad.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo bajo condiciones de microinvernadero, Distrito José Luis Bustamante y Rivero, Provincia y Región Arequipa.

La aclimatación ex vitro de plántulas, obtenidas por medio de técnicas de micro propagación, es una fase transitoria entre el laboratorio y el campo, cuyo objetivo es llevar las plántulas desde un cultivo *in vitro* a condiciones ex vitro. No obstante, debido a la escasa información referente a la aclimatación de vitroplantas de *Chenopodium pallidicaule* Aellen y una alta probabilidad de mortandad causada por la exposición de las semillas germinadas a colchicina, resulta fundamental la existencia de un protocolo de aclimatación ex vitro que asegure los mejores resultados para dicho proceso. El objetivo fue evaluar el efecto combinado de aplicaciones de colchicina y el uso de diferentes sustratos en el proceso de aclimatación ex vitro de vitroplantas de *Chenopodium pallidicaule* Aellen. Para ello, se trabajó con dos variedades de Cañihua, ambas expuestas a concentraciones de 0%, 0.05%, 2% y 4% de colchicina a tiempos de 4, 8 y 12 horas. El proceso de aclimatación ex vitro se dio bajo condiciones de microinvernaderos y con dos combinaciones de sustratos. El diseño empleado fue un arreglo factorial en Bloques Completos al azar, con 24 tratamientos y 2 repeticiones. Además, el trabajo se realizó en cada variedad tanto Illpa INIA 406 como Cupi por separado. Los parámetros evaluados fueron Altura de plántulas, largo y ancho promedio de hoja mayor, número de hojas y porcentaje de supervivencia a los 8, 16, 24, 35 y 40 días después del trasplante. De los resultados se concluye que en la Variedad Illpa INIA 406, los tiempos de exposición a colchicina de 8 y 12 horas con concentraciones de 4% y 0.05% generaron los mayores cambios a nivel de los parámetros mencionados, sin embargo, en la Variedad Cupi, solamente el tiempo de exposición a colchicina de 12 horas con una concentración de 4% generó los cambios más notorios. En lo que respecta a sustratos, en ambas variedades, el sustrato 2 (25% Pro-mix – 75% Arena) demostró superioridad con tasas de supervivencia mayor iguales a 80%. Las plántulas que corresponden a las concentraciones y tiempos sobresalientes presentaron particularidades morfológicas tales como enanismo y una mayor área foliar.

Palabras clave: Cañihua, Colchicina, Efectos Morfológicos, Sustrato, Microinvernadero.

SUMMARY

This research work was carried out under micro-greenhouse conditions, José Luis Bustamante y Rivero District, Province of Arequipa.

Ex vitro acclimatization of plantlets, obtained from micro propagation techniques, is a transitory phase between the laboratory and the field, whose objective is to transfer plantlets from an *in vitro* culture to ex vitro conditions. However, due to the scarce information regarding the acclimatization of vitroplants of *Chenopodium pallidicaule* Aellen and a high probability of death caused by exposure of the germinated seeds to colchicine, it is essential to have an ex vitro acclimatization protocol that guarantees the best results for the mentioned process. The objective was to evaluate the combined effect of colchicine applications in addition to the use of different substrates during the ex vitro acclimatization process of vitroplants of *Chenopodium pallidicaule* Aellen. To do this, we worked with two varieties of Cañihua, both exposed to concentrations of 0%, 0.05%, 2% and 4% of colchicine at times of 4, 8 and 12 hours. The ex vitro acclimatization process occurred under micro-greenhouse conditions and two combinations of substrates. The experimental design used was a randomized Complete Block Factorial Arrangement, with 24 treatments and 2 repetitions. In addition, the work was carried out on each variety, both Illpa INIA 406 and Cupi separately. The parameters evaluated were plant height, leaf length and width, leaves number, and survival percentage at 8, 16, 24, 35, and 40 days after transplantation. In conclusion, Illpa INIA 406 Variety showed that the colchicine exposure times of 8 and 12 hours with 4% and 0.05% concentrations generated changes at the parameters, however, Cupi Variety manifested the most notable changes when exposed to 12 hours with a colchicine concentration of 4%. Both varieties, Cupi and Illpa INIA 406 had the best survival rates when using substrate 2 (25% Pro-mix - 75% Arena) with values of 80% or more. Plantlets exposed to the outstanding concentrations and times presented morphological characteristics such as dwarfism and an increase in leaf area.

Key words: Cañihua, Colchicine, Morphological Effects, Substrate, Micro-greenhouse.

INTRODUCCIÓN

La Cañihua, botánicamente identificada como *Chenopodium pallidicaule* Aellen, originaria de la zona circundante al Lago Titicaca, compartida entre Perú y Bolivia, siendo hasta hoy la región Puno al norte del Lago Titicaca la zona de mayor producción a altitudes que van desde los 3.500 a 4.200 m.s.n.m. Este grano es conocido por ser un gran producto tanto en la gastronomía como en la medicina. Sobre su valor nutricional, la doctora Ritva Repo-Carrasco et al. (2003), investigadora de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, indica que los granos tienen una importante proporción de aminoácidos azufrados, propiedades restauradoras del sistema inmunológico y un elevado contenido de proteína (14 – 19%). La Cañihua se usa en la alimentación humana como grano reventado y como grano molido del que se obtiene una harina suave conocida como cañihuaco.

Por otro lado, se sabe que el avance en el desarrollo de la biotecnología vegetal es una realidad que se ha venido dando desde hace más de 50 años, principalmente en la propagación de especies vegetales. Dicho sistema de propagación es conocido como micropropagación, mismo que tiene como base principal el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales, una de las más importantes aplicaciones para la producción masiva de plantas de interés económico o biológico. El cultivo *in vitro* de tejidos implica cultivar algunas partes de las plantas también llamados “explantes”, tales como segmentos de hoja, tallo y raíces, además de otros órganos vegetales o tejidos, en un ambiente artificial dentro de un recipiente de vidrio, en los cuales se deben controlar aspectos como la asepsia, el crecimiento y el desarrollo de estos explantes.

Una vez que las plántulas se han multiplicado y desarrollado *in vitro*, éstas deben ser trasplantadas a suelo o sustrato, pasando a un cuidadoso periodo de aclimatación *ex vitro* ya que se sabe que durante la transición de *in vitro* a *ex vitro* se presentan los problemas más serios puesto que es donde ocurren las mayores pérdidas, debido a que las plántulas no pueden tolerar el cambio de las condiciones ambientales del tubo de ensayo a las de invernadero o vivero, donde no se presentan las condiciones adecuadas, tales como un ambiente estéril, elevada humedad relativa y un medio rico en nutrientes. En dicho proceso las plántulas se adaptan a las condiciones de humedad de una cámara de crecimiento o del invernadero, disminuyendo progresivamente la humedad relativa e incrementando progresivamente la intensidad de luz.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	v
SUMMARY	vi
INTRODUCCIÓN	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
CAPÍTULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	1
1.2. HIPÓTESIS	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. OBJETIVOS GENERALES.....	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
CAPÍTULO II.....	4
1. REVISION DE LITERATURA.....	4
1.1. PROCESO DE ACLIMATACIÓN.....	4
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS PRODUCIDAS <i>IN VITRO</i>	6
1.2.1. HOJAS.....	6
1.2.2. CUTÍCULA	7
1.2.3. ESTOMAS.....	7
1.2.4. FOTOSÍNTESIS	7
1.2.5. SISTEMA RADICULAR.....	7
1.3. FACTORES AMBIENTALES INDISPENSABLES EN LA ACLIMATACIÓN <i>EX VITRO</i>	8
1.4. MICROINVERNADEROS	8
1.5. CUBIERTAS DE PLÁSTICO	9
1.6. SUSTRATOS EN LA ACLIMATACIÓN.....	9
1.6.1. SUSTRATO PRO – MIX.....	9
1.6.2. SUSTRATOS FORMADOS POR ARENA.....	10
1.7. COLCHICINA.....	10
1.7.1. CARACTERÍSTICAS.....	10
1.7.2. EFECTOS SOBRE CARACTERES MORFOLOGICOS	11

1.8. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS <i>IN VITRO</i>	12
1.8.1. CULTIVO <i>IN VITRO</i> DE PLANTAS.....	12
1.8.2. FASES DE LA PROPAGACIÓN <i>IN VITRO</i>	12
1.9. LA CAÑIHUA.....	13
1.9.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA CAÑIHUA	13
1.9.2. TAXONOMÍA.....	13
1.9.3. ORIGEN	14
1.9.4. AGROECOLOGÍA	14
1.9.5. FISIOLOGÍA	15
1.9.6. MORFOLOGÍA	15
1.9.6.1. LA RAÍZ.....	15
1.9.6.2. EL TALLO.....	15
1.9.6.3. LAS HOJAS.....	15
1.9.6.4. INFLORESCENCIA	16
1.9.6.5. FRUTO	16
1.9.7. VARIEDADES DE CAÑIHUA	17
1.9.7.1. VARIEDAD CUPI	17
1.9.7.2. VARIEDAD INIA 406 - ILLPA.....	17
1.10. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS.....	17
CAPÍTULO III	22
1. MATERIALES Y MÉTODOS	22
1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	22
1.3. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO	22
1.4. TEMPERATURA Y HUMEDAD EN EL MICROINVERNADERO	23
1.5. COMPONENTES DE ESTUDIO.....	26
1.6. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	27
1.7. DISEÑO EXPERIMENTAL	29
1.8. MATERIALES EMPLEADOS Y METODOLOGÍA SEGUIDA	29
1.8.1. MATERIALES EMPLEADOS	29
1.9. CROQUIS EXPERIMENTAL	31
1.10. METODOLOGÍA SEGUIDA	33
1.10.1. DESINFECCIÓN DE SUSTRATOS	33
1.10.2. OBTENCIÓN DE MATERIAL	33
1.10.3. CONSTRUCCIÓN DE MICROINVERNADERO.....	34

1.10.4. PREPARACIÓN DE LAS VITROPLANTAS PARA EL TRASPLANTE	35
1.10.5. TRASPLANTE.....	39
1.10.6. PROCESO DE ACLIMATACIÓN <i>EX VITRO</i>	40
1.11. EVALUACIONES	43
1.11.1. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS	43
1.11.2. LONGITUD Y ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR.....	43
1.11.3. NÚMERO PROMEDIO DE HOJAS	44
1.11.4. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA	44
1.12. PROCESAMIENTO DE DATOS	44
CAPITULO IV	45
1. RESULTADOS PARA LA VARIEDAD ILLPA INIA 406.....	45
1.1. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	45
1.2. LONGITUD PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	48
1.3. ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	51
1.4. NÚMERO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	54
1.5. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	57
2. RESULTADOS PARA LA VARIEDAD CUPÍ.....	58
2.1. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupí).....	58
2.2. LONGITUD PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupí).....	61
2.3. ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupí).....	64
2.4. NÚMERO PROMEDIO DE HOJAS (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupí)	67
2.5. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupí)	70
CAPÍTULO V.....	71
1. DISCUSIÓN	71
1.1. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	71

1.2. LONGITUD PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	72
1.3. ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	73
1.4. NÚMERO PROMEDIO DE HOJAS (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	74
1.5. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Illpa INIA 406).....	75
1.6. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupi).....	77
1.7. LONGITUD PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Inia Cupi).....	79
1.8. ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupi).....	79
1.9. NÚMERO PROMEDIO DE HOJAS (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupi).....	80
1.10. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen Var. Cupi).....	81
CAPÍTULO VI.....	82
1. CONCLUSIONES.....	82
CAPÍTULO VII.....	84
1. RECOMENDACIONES.....	84
CAPÍTULO VIII.....	85
1. REFERENCIAS.....	85
ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 01: Datos de temperatura en el microinvernadero. Arequipa 2019.....	23
CUADRO 02: Datos de humedad relativa en el microinvernadero. Arequipa 2019.....	25
CUADRO 03: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	45
CUADRO 04: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	46
CUADRO 05: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	47
CUADRO 06: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	48
CUADRO 07: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	49
CUADRO 08: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	50
CUADRO 09: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con	

aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	51
CUADRO 10: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	52
CUADRO 11: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	53
CUADRO 12: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	54
CUADRO 13: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	55
CUADRO 14: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	56
CUADRO 15: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Porcentaje de Supervivencia (%) Var. Illpa INIA 406, Factor S Sustratos (S), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	57
CUADRO 16: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.	58
CUADRO 17: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	

variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021. 59

CUADRO 18: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 60

CUADRO 19: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 61

CUADRO 20: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 62

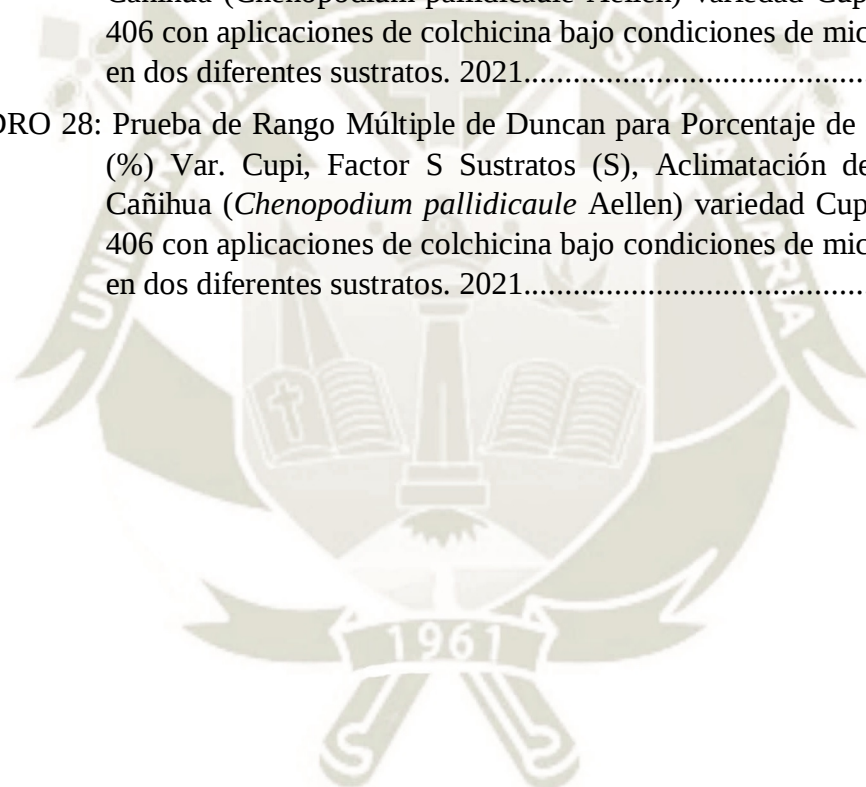
CUADRO 21: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021. 63

CUADRO 22: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 64

CUADRO 23: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021. 65

CUADRO 24: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021. 66

- CUADRO 25: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021. 67
- CUADRO 26: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021. 68
- CUADRO 27: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 69
- CUADRO 28: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Porcentaje de Supervivencia (%) Var. Cupi, Factor S Sustratos (S), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 70



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 01: Ubicación del Área experimental.	22
FOTOGRAFÍA 02: Sustratos desinfectados en bolsas de polipropileno.....	33
FOTOGRAFÍA 03: Vitroplantas de Cañihua.	34
FOTOGRAFÍA 04: Estructura de microinvernadero.....	35
FOTOGRAFÍA 05: Vitroplantas de Cañihua.	36
FOTOGRAFÍA 06: Plántula lista para el trasplante.	36
FOTOGRAFÍA 07: Frasco con vitroplantas contaminado.	37
FOTOGRAFÍA 08: Frasco con vitroplantas amarillentas.....	37
FOTOGRAFÍA 09: Lavado de raíces en agua destilada.	38
FOTOGRAFÍA 10: Sumersión de raíces en solución de Benlate.	38
FOTOGRAFÍA 11: Bandeja con sustrato.	39
FOTOGRAFÍA 12: Trasplante al sustrato.	39
FOTOGRAFÍA 13: Plántula lista para el trasplante.	40
FOTOGRAFÍA 14: Microinvernaderos sellados.....	41
FOTOGRAFÍA 15: Termo higrómetro.....	41
FOTOGRAFÍA 16 Y 17: Proceso de construcción del área de aclimatación	42
FOTOGRAFÍA 14: Área de aclimatación	42
FOTOGRAFÍA 15: Forma de medición del largo y ancho promedio de hoja mayor	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01: Variación de temperatura en el microinvernadero	24
GRÁFICO 02: Variación de la humedad relativa en el microinvernadero	26
GRÁFICO 03: Altura plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.....	45
GRÁFICO 04: Altura de plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C).....	46
GRÁFICO 05: Altura de plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406Factor T x Factor C.	47
GRÁFICO 06: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.....	48
GRÁFICO 07: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)	49
GRÁFICO 08: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T x Factor C.....	50
GRÁFICO 09: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.....	51
GRÁFICO 10: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)	52
GRÁFICO 11: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T x Factor C.....	53
GRÁFICO 12: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T Tiempos de exposición a Colchicina	54
GRÁFICO 13: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C).....	55
GRÁFICO 14: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T x Factor C.	56
GRÁFICO 15: Porcentaje de supervivencia a los 40 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor S Sustratos.....	57
GRÁFICO 16: Altura plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.	58
GRÁFICO 17: Altura de plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi, Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)	59
GRÁFICO 18: Altura de plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T x Factor C.....	60
GRÁFICO 19: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.	61

GRÁFICO 20: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)	62
GRÁFICO 21: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T x Factor C.....	63
GRÁFICO 22: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T Tiempos de exposición a Colchicina	64
GRÁFICO 23: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)	65
GRÁFICO 24: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T x Factor C.....	66
GRÁFICO 25: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T Tiempos de exposición a Colchicina	67
GRÁFICO 26: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)	68
GRÁFICO 27: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T x Factor C.....	69
GRÁFICO 28: Porcentaje de supervivencia a los 40 días después del trasplante Var. Cupi Factor S Sustratos.	70

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	93
ANEXO 02. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	93
ANEXO 03. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	94
ANEXO 04. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	94
ANEXO 05. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	95
ANEXO 06. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	95
ANEXO 07. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	96
ANEXO 08. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	96
ANEXO 09. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	97
ANEXO 10. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	

- variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 97
- ANEXO 11. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 98
- ANEXO 12. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 98
- ANEXO 13. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 99
- ANEXO 14. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 99
- ANEXO 15. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 100
- ANEXO 16. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 100
- ANEXO 17. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 101
- ANEXO 18. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 101
- ANEXO 19. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 102

- ANEXO 20. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 102
- ANEXO 21. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 103
- ANEXO 22. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 103
- ANEXO 23. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 104
- ANEXO 24. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 104
- ANEXO 25. Número promedio de Hojas a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 105
- ANEXO 26. Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 105
- ANEXO 27. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 106
- ANEXO 28. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 106
- ANEXO 29. Porcentaje de supervivencia (%) a los 40 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

- variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 107
- ANEXO 30. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 107
- ANEXO 31. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 108
- ANEXO 32. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 108
- ANEXO 33. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 109
- ANEXO 34. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 109
- ANEXO 35. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 110
- ANEXO 36. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 16 ddt Var Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 110
- ANEXO 37. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 111
- ANEXO 38. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 111

ANEXO 39. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021	112
ANEXO 40. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	112
ANEXO 41. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	113
ANEXO 42. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	113
ANEXO 43. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	114
ANEXO 44. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	114
ANEXO 45. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	115
ANEXO 46. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	115
ANEXO 47. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021	116
ANEXO 48. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021	116

- ANEXO 49. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 117
- ANEXO 50. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 117
- ANEXO 51. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 118
- ANEXO 52. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 118
- ANEXO 53. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 119
- ANEXO 54. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 119
- ANEXO 55. Número promedio de Hojas a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 120
- ANEXO 56. Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021 120
- ANEXO 57. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021..... 121
- ANEXO 58. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de

colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	121
ANEXO 59. Porcentaje de supervivencia (%) a los 40 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021	122
ANEXO 60. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.....	122
ANEXO 61. Plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) Var. Illpa INIA 406 a los 8, 16, 24 y 35 ddt.....	123
ANEXO 62. Plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) Var. Illpa INIA 406 con 3 diferentes tamaños; enana, normal, alta.....	123
ANEXO 63. Plántulas aclimatadas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) Var. Illpa INIA 406 y Var. Cupi.	124
ANEXO 64. Plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) Var. Cupi a los 8, 16, 24 y 35 ddt.....	124
ANEXO 65. Plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) Var. Cupi con 3 diferentes tamaños; alta, normal y enana.	125
ANEXO 66. Diferencia en el área foliar en plántulas de Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) Var. Cupi, Testigo VS Plántula con aplicación de colchicina al 4%.	125

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1.JUSTIFICACIÓN

Las características morfológicas y fisiológicas de las plantas micropropagadas a través de técnicas biotecnológicas que poseen durante la etapa del cultivo *in vitro* hacen necesario e indispensable el proceso de aclimatación *ex vitro* para su supervivencia en condiciones naturales. Una gradual adaptación a las condiciones medioambientales del invernadero o del campo, tales como temperatura, humedad relativa y luz, resulta ser el camino a tomar durante dicho proceso.

Dichas características radican en que una plántula en condiciones *in vitro*, no tiene necesidad de desarrollar sus funciones fotosintéticas debido a que la energía la toma del medio de cultivo en el cual vive, por ende, no tiene la capacidad fotosintética para poder capturar el CO₂ del ambiente, fabricar su propio alimento y desarrollarse por sí sola. Asimismo, las hojas tienen una anatomía interna mal estructurada, con estomas que no cierran normalmente. Además, la cutícula presenta un desarrollo deficiente. Esto hace que las plantas sean más susceptibles al stress por pérdida de agua. Por otra parte, el tallo tiene menor contenido de tejido de soporte (colénquima y esclerénquima) que es la causa para que en condiciones *ex vitro* las plántulas se curven hacia el suelo debido a la fragilidad del tallo. En adición, las raíces son poco funcionales, generalmente, no están conectadas al sistema vascular o en ocasiones existe una conexión incompleta entre tallo y raíces que impide el transporte eficiente de agua y nutrientes. Igualmente, no se desarrollan las raíces secundarias.

Cuando las plantas cultivadas *in vitro* salen del laboratorio a las casas de cultivo, sufren un fuerte estrés fisiológico que puede desembocar dependiendo de la especie en un 80 % de mortandad. Esto último es por lo que es de gran importancia desarrollar protocolos de aclimatación, con la finalidad de obtener un alto porcentaje de supervivencia a un bajo costo, pues una aclimatación por encima del 80% es considerada como aceptable.

Por ello, ante la escasa información referida a la aclimatación de plántulas *in vitro* de *Chenopodium pallidicaule* Aellen “Cañihua”, se propuso alcanzar su aclimatación a invernadero empleando dos combinaciones de sustratos y un

sistema de microinvernaderos que permita la reducción gradual de la humedad relativa.

1.2.HIPÓTESIS

Dado que las plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 y Cupi obtenidas a partir de técnicas de cultivo *in Vitro* y expuestas a concentraciones de 0%, 0.05%, 2% y 4% de colchicina a tiempos de exposición de 4, 8 y 12 horas poseen características diferentes a nivel morfo fisiológico, es probable que sumado al uso de un determinado tipo de sustrato en condiciones de microinvernadero genere diferentes respuestas a nivel de tasa de supervivencia y características morfológicas en el proceso de aclimatación *ex Vitro* de las plántulas en cuestión.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1.OBJETIVOS GENERALES

- Evaluar y definir los efectos de la aplicación de colchicina en el proceso de aclimatación de las plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 y Cupi
- Identificar el sustrato que mejor se comporta en el proceso de aclimatación de las plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 y Cupi

1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los efectos de las diferentes concentraciones de colchicina sobre la tasa de supervivencia, Altura promedio de plántulas, número promedio de hojas, longitud y ancho promedio de hoja mayor en el proceso de aclimatación de las plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 y Cupi.
- Examinar los efectos de los diferentes tiempos de exposición a colchicina sobre la tasa de supervivencia, Altura promedio de plántulas, número promedio de hojas, longitud y ancho promedio de hoja mayor en el proceso de aclimatación de las plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 y Cupi

- Identificar los efectos de los diferentes sustratos sobre la tasa de supervivencia, Altura promedio de plántulas, número promedio de hojas, longitud y ancho promedio de hoja mayor en el proceso de aclimatación de las plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 y Cupi.



CAPÍTULO II

1. REVISION DE LITERATURA

1.1.PROCESO DE ACLIMATACIÓN

Pospíšilová et al. (1999) señala que una vez las plántulas están en un estado que permite su supervivencia en el exterior se transfieren a un sustrato¹ y se procede a su aclimatación. La aclimatación *ex vitro* es el proceso mediante el cual las plantas salidas de los recipientes de cultivo *in vitro* y cultivadas *ex vitro* se van transformando poco a poco hasta que aparecen en ellas las características habituales de las plantas de su especie cultivadas *ex vitro*, en invernaderos o en campo. Una vez aclimatadas estas plantas pueden cultivarse en su ambiente habitual sin diferencias por haber sido obtenidas *in vitro*.

Como plantea Castillo (2004), las plántulas enraizadas, deben ser aclimatados a las condiciones de humedad del invernadero disminuyendo progresivamente la humedad relativa e incrementando progresivamente la intensidad de luz. Estas plántulas se deben plantar en almacigueras cubiertas por un plástico, para mantener la humedad relativa elevada. La elección de un sustrato con buenas características físicas, es clave para el éxito de esta etapa. Para el trasplante, se debe elegir un sustrato suelto, poroso, con mezcla de arena, turba, cáscara de arroz quemado, u otros componentes similares para permitir un desarrollo y crecimiento de raíces más rápido. Las mezclas son diferentes y muy variadas de acuerdo a la especie con la que estamos trabajando.

Por otro lado, de acuerdo a Thomas citado por Maza (2014), la aclimatación *ex vitro* de las plántulas es a menudo difícil debido a que los explantes² resultantes de la fase de multiplicación poseen una serie de características desfavorables desde el punto de vista de supervivencia tales como:

- No son fotosintéticamente autosuficientes, dependen del aporte exógeno de azúcares.
- Carecen de raíces.

¹ Un sustrato es la base que sirve de sostén a un organismo, ya sea vegetal, animal o protista, en el cual transcurre su vida; el sustrato satisface determinadas necesidades básicas de los organismos como la fijación, la nutrición, la protección, la reserva de agua, etc.

² Los explantes son tejido vivo separado de su órgano propio y transferido a un medio artificial de crecimiento, estos son de diversa naturaleza, pueden ser porciones de tejido, células sueltas, protoplastos, esporas, granos de polen o semillas.

- Alto contenido hídrico.
- Estructuralmente poco desarrollados.
- Estomas permanentemente abiertos y carencia de buena parte de la cutícula o grosor muy reducido.
- En algunas ocasiones sus entrenudos son excesivamente cortos o largos.

Debido a estas características, Mengesha et al. (2013) afirma que se puede producir una pérdida o daño elevado de plantas cultivadas *in vitro* cuando se transfieren a condiciones *ex vitro*. Esto se debe a la exposición de las plantas a muchas nuevas situaciones *ex vitro* como baja humedad, alto nivel de irradiación, déficit de agua debido a la mala conductividad hidráulica de las raíces y baja conexión del tallo de raíz. El invernadero y el campo tienen humedades relativas sustancialmente más bajas, niveles de luz más altos y ambientes sépticos que son estresantes para las plantas micropropagadas³ en comparación con las condiciones *in vitro*.

Por tanto, según indica Lesar et al. Citado por Barsanti et al. (2013), para que estas plántulas se transformen en organismos mucho más completos capaces de sobrevivir y desarrollarse en el ambiente exterior por sus propios medios precisan unos cambios para que sean:

- Totalmente autótrofos⁴
- Capaces de absorber los nutrientes del suelo mediante un sistema radical
- Equilibrados en su contenido hídrico
- Paredes celulares y resto de estructuras más fuertes y resistentes
- Cutícula característica de su especie y estomas totalmente funcionales
- Distancia entre los nudos característica

Cañal citado por Barsanti et al. (2013) señala que estos cambios deben realizarse en diferentes etapas, y la mayoría de forma progresiva. La mayoría de ellos pueden iniciarse *in vitro* tras la fase de multiplicación, lo cual se le conoce como “hardening”, para continuarse durante las primeras etapas de cultivo *ex vitro*. El término “hardening”, endurecimiento, o fortalecimiento, engloba toda una serie de

³ La micropropagación consiste en tomar pequeñas secciones del tejido de una planta o estructuras enteras, como yemas, y cultivarlas en condiciones artificiales para regenerar plantas completas.

⁴ Autótrofo se refiere a la capacidad de gestionar la producción de su propia energía, sacando provecho a los elementos ambientales.

procesos complementarios a la formación de raíces y que incluyen modificaciones en los restantes aspectos de los explantes que necesitan conseguirse antes de que puedan crecer y desarrollarse con normalidad en el ambiente externo. Es decir que tratará de:

- Activación de la fotosíntesis
- Control de las pérdidas de agua
- Fortalecimiento estructural

Cabe resaltar que Pospíšilová et al. (1999) enfatiza en que todas las plántulas que han sido sometidas al “Hardening” deben pasar de todos modos por la fase de aclimatación para asegurar su supervivencia ya que incluso tras la fase de “Hardening” las plántulas cultivadas *in vitro* presentan escasez de ceras epicuticulares, escasa funcionalidad estomática, paredes celulares finas y hojas poco funcionales, tanto desde el punto de vista estomático como del fotosintético. Si las plantas fueran transferidas del recipiente de cultivo *in vitro* a un *sustrato ex vitro* y no fueran sometidas al periodo de aclimatación la mayoría o incluso todas ellas morirían en unas pocas horas o días. Por ello es imprescindible su paso por una fase de aclimatación, que se realiza en el interior de un invernadero.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS PRODUCIDAS *IN VITRO*

1.2.1. HOJAS

Desde la posición de Preece et al. (1991), las hojas que se desarrollan *in vitro* generalmente carecen de ceras epicuticulares bien desarrolladas, poseen estomas que pueden no cerrarse normalmente, tienen una anatomía interna mal estructurada, y pueden no ser fotosintéticamente eficientes. Estas hojas nunca se vuelven "normales" y es imperativo que las hojas nuevas que son más parecidas a las que se desarrollan en las plantas cultivadas en invernadero o campo se desarrollen relativamente rápido en las plantas micropropagadas. Debido a que las hojas que se forman *in vitro* están mal adaptadas a las condiciones de invernadero, por lo general es necesario proporcionar condiciones para que la nueva planta permita que se aproxime al entorno *in vitro* cuando se retiran por primera vez del cultivo.

1.2.2. CUTÍCULA

Para Pierik, citado por Cifuentes (2003), la cutícula no se encuentra bien desarrollada en las plantas que han sido producidas en tubos de ensayo debido a la alta humedad relativa *in vitro* (90-100%), provocando un estrés hídrico en las vitroplantas⁵ cuando son trasplantadas al invernadero.

1.2.3. ESTOMAS

De acuerdo con Sharry et al. (2015), las plántulas tienen generalmente estomas «perezosos» para responder al descenso de la humedad relativa, demasiado lentos para evitar la desecación.

1.2.4. FOTOSÍNTESIS

Dhawan et al. (1987), deduce que las plántulas al haberse desarrollado bajo un ambiente heterotrófico, por lo cual, la energía y carbohidratos necesarios son obtenidos inicialmente a través de la sacarosa presente en el medio de cultivo. Eventualmente, esa energía y carbohidratos necesarios deben ser producidos mediante la fotosíntesis. Luego de aproximadamente diez días posteriores al trasplante, las plántulas han de haber iniciado normalmente sus procesos fotosintéticos tras haber desarrollado nuevas hojas capaces de llevar a cabo una efectiva fotosíntesis.

1.2.5. SISTEMA RADICULAR

Pierik, citado por Cifuentes (2003), declara que la masa radical delicada generada *in vitro* se ve afectada con el cambio brusco de condiciones a la que se ve expuesta al momento del trasplante *ex vitro*, debiendo ser reemplazadas rápidamente por otras raíces subterráneas. Es aconsejable estimular la producción de pelos radicales *in vitro* lo que puede ser logrado algunas veces exponiendo las raíces en un medio líquido, mediante el uso de hormonas de crecimiento y la alternancia de períodos de luz y oscuridad. Un pobre desarrollo radical *in vitro* hace muy difícil el posterior

⁵ Las vitroplantas son organismos que se desarrollan en condiciones artificiales asépticas dentro de un recipiente hermético, sobre un medio de cultivo gelificado y enriquecido con soluciones nutritivas especiales y fitohormonas, bajo condiciones controladas de pH, luz y temperatura.

crecimiento y desarrollo in vivo, especialmente cuando hay una elevada transpiración.

No obstante, Dhawan et al. (1987) asegura que, aunque es una práctica común enraizar plántulas *in vitro*, esto puede resultar en problemas. Las conexiones vasculares sufren malformaciones generando una toma de agua restringida de la raíz. Después de la aclimatación, las conexiones vasculares son más sustanciales, pero en la captación de agua persiste cierta merma a diferencia de una plántula desarrollada en condiciones normales.

1.3. FACTORES AMBIENTALES INDISPENSABLES EN LA ACLIMATACIÓN EX VITRO

A juicio de Gonzalez (2008), en las condiciones *ex vitro*, en un inicio las vitroplantas deben cultivarse en condiciones que se acerquen al ambiente *in vitro*, es decir alta humedad relativa y baja intensidad luminosa y posteriormente debe reducirse gradualmente la humedad relativa y aumentar la intensidad luminosa para que las plantas se desarrollen en un ambiente parecido al de campo abierto con hojas, tallos y raíces adaptados a estas condiciones y completamente funcionales. Además de la luz y la humedad relativa, Lyakhovkin et al. Citado por Cifuentes (2003) propone que la temperatura adecuada para la aclimatación de la mayoría de los cultivos está entre los 20 y 25° C; temperaturas mayores a estas causan daños por deshidratación.

1.4. MICROINVERNADEROS

Miserendino et al. (2014) Sugiere que el invernadero es un recinto delimitado por una estructura de madera o de metal, con una cubierta de vidrio o cualquier material plástico de naturaleza transparente, en cuyo interior pueden cultivarse hortalizas y plantas ornamentales en épocas durante las cuales las condiciones climáticas externas no permitirían obtener a campo el producto deseado.

Bajo este concepto, podemos entender que un microinvernadero viene a ser lo mismo, pero en dimensiones pequeñas, ideales para el desarrollo y aclimatación de plántulas producidas *in vitro*, es así como Castro (1999) define a estas estructuras

como esenciales para la aclimatación debido a su bajo costo y al buen manejo de la humedad con respecto a otros métodos como la nebulización.

1.5. CUBIERTAS DE PLÁSTICO

Thomas citado por Maza (2014) registra el uso de sachet plásticos en la aclimatación, como barrera para el aire reduciendo así el efecto de la deshidratación, así como la pérdida de agua en la planta y en el medio. Concluyó que tres semanas con el sachet cerrado y una con el sachet abierto, era suficiente para completar la aclimatación de plantas de vid *in vitro* con una humedad de 68-75%.

Por otro lado, como plantea Figueroa (2003), con cubiertas de polipropileno, consiguió disminuir la humedad relativa al interior de los tubos de cultivo, teniendo en consideración que, según la literatura, el papel aluminio mantiene una humedad relativa al interior del tubo de cultivo cercana al 100%. Al pre aclimatar, utilizando cubiertas de polipropileno, se logró una mejor aclimatación de las plantas *in vitro* de violeta africana que al utilizar cubiertas de papel aluminio, ya que se disminuyó la mortalidad obteniendo plantas terminadas de gran desarrollo.

1.6. SUSTRATOS EN LA ACLIMATACIÓN

La aclimatación de las plantas *in vitro* es un aspecto fundamental en la culminación del proceso de la micropropagación. En esta fase juega un papel fundamental el sustrato. Investigaciones como la desarrollada por Vílchez et al. (2007) informan del uso de fuentes de materia orgánica de disponibilidad local para la aclimatación de *Aloe vera* con buenos resultados al emplear el humus de lombriz.

Trujillo citado por Maza (2014), indica que la planta va sembrada en un sustrato natural o artificial que tiene un buen drenaje, donde se adaptara mejor la planta para la aireación de las raíces, igualmente por el tamaño de las raíces este sustrato debe tener poros grandes y el riego es superficial y asistido para proporcionar el agua necesaria para la planta.

1.6.1. SUSTRATO PRO – MIX

Teniendo en cuenta lo dicho por Puerta et al. (2012), Pro - Mix es un sustrato comercial que contiene un 65-75% de turba de Sphagnum, además de perlita, vermiculita, macro y micronutrientes, cal dolomítica y calcítica; no obstante, a pesar que es un sustrato con excelentes propiedades físicas, es de elevado costo por ser importado. En adición,

Bloodnick (2018) indica que dicho producto es un sustrato de cultivo a base de turba de sphagnum de fibras largas para un “uso general”, concebido especialmente para la producción de una gran variedad de plantas en invernaderos. Ligero, uniforme, y mezclado a la perfección, provee a las plantas las condiciones esenciales para su crecimiento.

1.6.2. SUSTRATOS FORMADOS POR ARENA

Este es uno de los sustratos más empleado por su facilidad de uso, granulometría y además es capaz de generar un excelente drenaje general al homogeneizarse bien con el resto de componentes del sustrato. La arena utilizada en construcción no es buena porque lleva mucha arcilla y se compacta, por ende, las mejores arenas para este fin, son las de río, estas tienen una capacidad de retención de agua media. Sin embargo, no todo es bueno ya que existe el problema de que podemos tener a diferencia de las gravas, por ejemplo, una pequeña disminución de la aireación debido a la compactación. Otro aspecto interesante es que algunos tipos de arena deben lavarse previamente debido a la presencia de sales. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. (Infoagro 2017)

1.7. COLCHICINA

1.7.1. CARACTERÍSTICAS

Lewis, citado por Caballero (2016) indica que la colchicina es un polvo de aspecto blanco cristalino a amarillo claro, inodora, que oscurece en contacto con la luz. Es una sustancia muy tóxica y cancerígena; la dosis letal probablemente en humanos es menor a 5 mg/kg. Es muy soluble en agua y alcohol, su punto de fusión es 155-157 °C y permite su esterilización en autoclave. Se almacena en recipiente ámbar debido a su fotosensibilidad, la exposición prolongada a la acción de la luz puede alterar su estructura química, con la consecuente pérdida de sus propiedades.

1.7.2. EFECTOS SOBRE CARACTERES MORFOLOGICOS

Diferentes estudios han demostrado que la colchicina en diferentes concentraciones y tiempos de exposición tienen un efecto sobre el aumento en el tamaño de los estomas (largo y ancho), la cantidad de cloroplastos y en las células guardas de los estomas. Estos estudios mostraron coeficientes de correlación positivos y significativos, entre el largo y ancho de los estomas y el número de cloroplastos en las células guardas de los estomas. La morfología de los estomas es determinante para controlar la pérdida de agua, lo que posibilita la adaptación de muchas especies vegetales a condiciones ambientales muy diversas. La modificación de las características de los estomas podría ejercer una tarea sustancial en el proceso de aclimatación de una especie al ambiente. Investigaciones anteriores en plantas tetraploides inducidas con colchicina, se ha observado repetidamente que el largo y ancho, como el número de estomas y el número de cloroplastos existentes dentro de las células guardas, cambian significativamente en caso de duplicación del cromosoma, en comparación con el estado diploide. Los cloroplastos son orgánulos donde se realiza el proceso de la fotosíntesis, por tanto, a mayor número de estos es probable que haya una mayor actividad fotosintética en la planta, sintetizando mayor contenido de materia orgánica. (Salazar et al. 2018)

En adición, Sánchez y Matos (2012), demostraron que el uso de la colchicina tiene efectos sobre la altura, el tamaño de los órganos vegetales y plantas con mayor biomasa. Caballero (2016), menciona otros efectos tales como; bajo porcentaje de sobrevivencia de plántulas tratadas, desarrollo de cotiledones anchos y gruesos, e hipocótilos cortos e hinchados con crecimiento lento, hojas más gruesas y verdes, disminución en la fertilidad y producción de polen en progenitores, aumento en la fertilidad y producción de polen en híbridos, disminución en la altura de planta, incremento en el tamaño de la flor y tamaño de semilla, mayor producción de biomasa e incremento en la concentración o calidad de ciertas sustancias, esterilidad y crecimiento anormal.

Sin embargo, Barrera (2010), afirma que algunas plantas tratadas suelen escapar al efecto de duplicación de la colchicina, aun así, demuestran una

diferencia significativa en algunas características, tales como el área foliar, la fecha de floración, el número de flores, etc.

1.8. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS *IN VITRO*

1.8.1. CULTIVO *IN VITRO* DE PLANTAS

Para Castillo (2004), la expresión cultivo *in vitro* de plantas, significa cultivar plantas dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial, dicha forma de cultivar plantas posee dos características fundamentales: la asepsia (ausencia de gérmenes, etc.), y el control de los factores que afectan el crecimiento. El avance alcanzado por las ciencias biológicas ha permitido en los últimos años el estudio detallado de las plantas tanto a nivel celular como molecular, y en condiciones de laboratorio es posible actualmente reproducir todos los factores que puedan incidir en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

1.8.2. FASES DE LA PROPAGACIÓN *IN VITRO*

Castillo (2004), propone 6 fases en la propagación *in vitro*, iniciando por la Fase 0, misma que consiste mantener a las plantas madre, es decir la planta donadora de yemas, durante un período de tiempo que puede oscilar entre unas semanas o varios meses en un invernadero bajo condiciones controladas. En ese ambiente se cultiva la planta en condiciones sanitarias óptimas y con un control de la nutrición y riego adecuados para permitir un crecimiento vigoroso y libre de enfermedades. Tan pronto como termine la fase anterior se da la Fase 1 en la cual se extraerán los fragmentos a partir de los cuales se obtendrán los explantes. Antes de extraer los explantes se hará una desinfección de los fragmentos de planta madre para eliminar los contaminantes externos. Inmediatamente después se produce la Fase 2 en donde las semillas o las yemas dependiendo del material seleccionado, se ponen en medio de cultivo estéril. En un período de una semana o quince días, comienza el proceso de germinación o regeneración de nuevos tejidos vegetales, iniciando el ciclo de cultivo *in vitro*. Posteriormente la Fase 3 da inicio, durante esta fase se espera que los explantes que sobrevivieron la FASE 1 y 2 originen brotes. Periódicamente estos nuevos brotes se deben subcultivar en un nuevo

medio mediante divisiones y resiembras en tubos de cultivo u otros recipientes adecuados, estas operaciones se realizan en la cámara de flujo laminar o en un lugar aislado que nos permita mantener las condiciones de asepsia, de esta forma aumenta el número de plantas en cada repique o división de las plantas. El número de plantas que se obtiene por la vía de la micropropagación permite alcanzar incrementos exponenciales, considerando que todos los factores que afectan el crecimiento hayan sido optimizados. Luego se da la Fase 4, misma que consiste en la elección de un medio de enraizamiento de los explantes, cabe destacar que algunas especies de plantas no necesitan 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. Finalmente llega la Fase 5 o también conocida como aclimatación en donde los explantes recién enraizados son muy sensibles a los cambios ambientales, de manera que el éxito o el fracaso de todo el proceso depende de la aclimatación. En esta etapa las plantas sufrirán cambios de diferente tipo que permitirán la adaptación de las mismas a vivir en condiciones naturales.

1.9. LA CAÑIHUA

1.9.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA CAÑIHUA

Desde el punto de vista de Apaza (2010), la Cañihua o Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es una especie andina que durante cientos de años ha sido de gran relevancia para la alimentación de los pobladores andinos. Actualmente está retomando auge, en la alimentación humana por la calidad de su proteína y un mejor cómputo químico que los cereales comunes. Además de componentes nutricionales como calcio y magnesio, la Cañihua puede ser fuente importante de componentes funcionales o nutraceuticos como fibra dietaria y compuestos fenólicos, pero los pocos estudios no permiten el conocimiento del real potencial de esta especie para su aprovechamiento en la industria alimentaria.

1.9.2. TAXONOMÍA

Para Tapia et al. (2019), desde un punto de vista taxonómico la Cañihua es un pariente cercano de la quinua y de otras especies como el paico

(*Chenopodium ambrosoides*) y relacionado a la espinaca (*Spinacea oleracea*), así como a especies del género *Kochia* y *Atriplex*.

Como señala Mamani (2013), considerando el sistema de clasificación de Chervin en 1908, la Cañihua corresponde a la siguiente clasificación taxonómica: Reino Vegetal, Subreino Fanerógamas, División Angiospermas, Clase Dicotiledóneas, Subclase Achyclamydias, Orden Centrospermales, Familia Chenopodiaceae, Género *Chenopodium*, Especie (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

1.9.3. ORIGEN

Apaza (2010), indica que la Cañihua es un cultivo originario del altiplano entre Perú y Bolivia. Por la mayor área cultivada y diversidad de ecotipos⁶ de esta especie, fue domesticada por pobladores de la cultura Tiahuanaco, en la meseta del Collao.

Además, Tapia et al. (2019), agrega que la mención más antigua sobre el uso en la alimentación de la Cañihua es de Diego Cabrera en el año 1586, al referirse a la descripción de los alimentos utilizados en la ciudad de La Paz, Bolivia.

Por otro lado, el primero en mencionar la presencia del cultivo de Cañihua en el Altiplano, alrededor del Lago Titicaca en el año 1612 fue Bertonio. No obstante, Chervin citado por Tapia et al. (2019) indicó que la Cañihua era una especie diferente de la quinua, pero no fue hasta 1929 en que el botánico suizo Paul Aellen creó la denominación de *Chenopodium pallidicaule* para nombrar este cultivo, probablemente, con base en un espécimen de tallo de color amarillo.

1.9.4. AGROECOLOGÍA

La Cañihua es una especie resistente al frío, pudiendo darse la germinación a temperaturas de 5°C y florecer a los 10°C; las semillas maduran a los 15°C y las plantas adultas son resistentes al frío nocturno; pero puede resistir ambientes relativamente cálidos, alrededor de 25°C, si cuenta con la humedad necesaria. No obstante, debido a sus cortas raíces, se desarrolla

⁶ Un ecotipo se refiere a una forma específica que adopta una especie viva que habita en un medio determinado.

en terrenos con capas delgadas y se puede cultivar en suelos con un pH que varía entre los 4.8 a 8.5, mostrando cierta tolerancia a la salinidad. (FAO, citado por INDECOPI 2018)

1.9.5. FISIOLOGÍA

Apaza (2010) describe a la Cañihua como una planta herbácea, ramificada desde la base, altura de 50 a 60 cm, período vegetativo entre 140 y 150 días. El color de la planta (tallos y hojas) cambia según el ecotipo en la fase fenológica de grano pastoso; de verde a: anaranjado, amarillo claro, rosado claro, rosado oscuro, rojo y púrpura.

La planta de cañihua tiene tres tipos de crecimiento: “saiwa” de tallos erguidos; “lasta” de tallos semi erguidos y “pampa lasta” de tallos tendidos sólo sus extremos son erguidos.

1.9.6. MORFOLOGÍA

1.9.6.1.LA RAÍZ

Apaza (2010), postula que la raíz es pivotante, axomorfa y estriada, relativamente profunda de 13 a 16 cm, aunque por su parte León citado por Mamani (2013), la raíz podría inclusive alcanzar profundidades de 30 cm. Además, se describe a la raíz con una escasa ramificación principal y numerosas raicillas laterales, mismas que varían del color blanco cremoso al rosado pálido.

1.9.6.2.EL TALLO

Según lo descrito por Apaza (2010), el tallo es hueco, estriado y ramificado desde la base de la planta con ramas secundarias, el número de ramas varía de 11 a 16 según el ecotipo, se cuenta desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en madurez fisiológica. El color del tallo en madurez fisiológica varía de acuerdo al ecotipo: amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido, púrpura oscuro.

1.9.6.3.LAS HOJAS

Según Apaza (2010) y Tapia et al. (2019), las hojas tributadas, alternas con pecíolos cortos de 10 a 12 mm, forma de la lámina

foliar: romboidal, triangular, ancha ovada, mide 3,0 a 3,5 cm de largo y 2,5 a 2,8 cm de ancho, con borde entero o dentado. Las hojas presentan tres nervaduras bien marcadas en la cara inferior que se unen después de la inserción del pecíolo, las hojas contienen vesículas con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración en condiciones muy secas. El color de las hojas varía según el ecotipo: amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido, púrpura oscuro.

1.9.6.4.INFLORESCENCIA

Apaza (2010) señala que las inflorescencias son glomérulos inconspicuos, cimosas axilares o terminales, cubiertas por hojas terminales que las protegen de las temperaturas bajas. Tienen flores hermafroditas y estaminadas muy pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro.

Como plantea Hunziker, citado por Tapia et al. (2019), el perigonio está compuesto de cinco partes Los estambres son generalmente 1-3, con un estaminodio minúsculo. El gineceo está formado por el pistilo, superado por el periantio esférico y terminado en dos ramas estigmáticas apicales.

1.9.6.5.FRUTO

A juicio de Calle, Citado por Nina (2014), el grano no contiene saponina, es de forma sub-cilíndrico, cónica, sub-lenticular, subcónico y sub-elipsoidal de 1,0 a 1,2 mm de diámetro, el embrión es curvo y periforme, el epispermo muy fino y puntiagudo de color negro, castaño o castaño claro. El fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris de muy fino de pericarpio y translúcido. Las semillas no presentan dormancia y pueden germinar sobre la propia planta al tener humedad suficiente.

1.9.7. VARIEDADES DE CAÑIHUA

Una variedad de Cañihua según lo expuesto por Apaza (2010), es definida como un grupo de plantas similares que, debido a sus características morfológicas y comportamiento, se puede diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie.

1.9.7.1.VARIEDAD CUPI

Apaza (2010) describe a la variedad Cupi con un hábito de crecimiento tipo “Saiwa”, es decir tallos erguidos. Esta variedad alcanza una altura de 60 cm, donde el diámetro del tallo central es de 4.0 mm, de color del tallo púrpura pálido en madurez fisiológica. El aspecto del perigonio del fruto es cerrado, de color gris crema suave, del epispermo café claro, y el diámetro del grano sin considerar el perigonio: 1.0 a 1.1 mm.

1.9.7.2.VARIEDAD INIA 406 - ILLPA

Esta variedad alcanza una altura de 67 cm, donde el diámetro del tallo central es de 5.0 mm, de color del tallo y las hojas son anaranjado en madurez fisiológica. El aspecto del perigonio del fruto es cerrado, de color crema suave, del epispermo café claro, y el diámetro del grano sin considerar el perigonio: 1.0 a 1.1 mm. (INIA 2004)

1.10. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS

- A. Gil, A; López, S y López, A. (2017), indican que para el proceso de aclimatación de Violeta Africana (*Saintpaulia ionantha*) se utilizaron diferentes sustratos, constituidos por: T1 = arena + musgo + humus; T2 = arena + musgo; T3= arena + humus y T4 = arena. En dicho trabajo de investigación se encontraron diferencias estadísticamente significativas, siendo el tratamiento T1 el que evidenció un buen porcentaje de plantas aclimatadas, el mayor porcentaje de plantas enraizadas, el mayor número promedio de hojas, el mayor número promedio de raíces normales, y la mayor longitud y ancho promedio de hoja. Se concluye que el sustrato constituido por arena + musgo + humus es el más óptimo para la aclimatación *ex vitro* de *S. ionantha*. Por tanto, el sustrato constituido por arena, musgo y

humus, es el más óptimo para la aclimatación de plántulas *in vitro* de *S. ionantha* H. Wendl. (Gesneriaceae) “violeta africana” a condiciones de invernadero.

- B.** Nava, J; Jiménez, R; De Jesús, A; Arenas, M; Ventura, E y Evagelista, S. (2019), Realizaron un trabajo sobre aclimatación de plantas de *Laelia eyermaniana* Rchb. f. generadas *in vitro*, en el mismo, describen que las plántulas para aclimatación, se subcultivaron en el medio MS, hasta que presentaron dos o más hojas y raíces, posteriormente las plántulas se clasificaron en: grandes (mayores de 3 cm, con dos o más hojas y raíces), medianas (1.5 a 3 cm; 1 a 2 hojas y raíces) y pequeñas (menores 1.5 cm con una hoja y raíz). Luego se transfirieron a macetas de plástico de 6.7 cm de altura y 6.0 cm de ancho, utilizando como sustrato fibra de palma soyate (*Brahea dulcis* (H.B.K.)). Las macetas se colocaron en charolas con domo transparente y se expusieron a un ambiente controlado. Cada 15 días el domo se fue abriendo de manera paulatina hasta que las plántulas quedaron completamente expuestas, lo cual ocurrió a los 45 días. Permanecieron bajo las mismas condiciones hasta completar 90 días de cultivo. La supervivencia *ex vitro* en fibra de palma soyate, a los 90 días de haber iniciado el proceso de aclimatación fue en promedio de 46.9%, obteniéndose un valor más alto con plantas grandes. El mayor porcentaje de mortalidad, ocurrió entre los 60 y 90 días, principalmente en plántulas pequeñas (21.87) y medianas (31.25). Así mismo, indican que el proceso de aclimatación tendrá una mayor probabilidad de llevarse a cabo exitosamente cuando las plantas cuenten con un mayor número de hojas y de raíces (más de cuatro).
- C.** Maza, J. (2014), en su trabajo sobre el efecto de diferentes sustratos sobre la aclimatación del anturio (*Anthurium andreanum*) en vivero, indica que trabajo con 5 combinaciones diferentes de sustratos (T1: Tamo de arroz 50% -Oasis 25% - suelo superficial 25%; T2: Cascarilla de café 50% - carbón 25% -suelo superficial 25%; T3: Piedra pómez 25% - guano 50% - suelo superficial 25%; T4: Guano 50% - estopa de coco 25% - suelo superficial 25% y T5: Suelo agrícola convencional 100% desinfectado). Tras ello, analizo la Altura de plántulas, número de hojas por planta cada 15 días, biomasa de las plantas y sobrevivencia de las plantas. Al finalizar el proceso de aclimatación llego a la conclusión de que el sustrato compuesto por Guano

50% - Estopa de coco 25% y suelo superficial (T4), proporcionó a las vitroplantas de *A. andreanum* las mejores condiciones fisicoquímicas para el desarrollo normal de las plántulas, por lo cual alcanzo el mayor desarrollo de las plantas, en altura, emisión de hojas, biomasa de las plantas y la mayor tasa de sobrevivencia al final del ensayo, todo ello debido a las propiedades de nutrimentos del sustrato, a su porosidad y alta retención de humedad. En adición, en dicho estudio se tomó una perspectiva económica, por tanto, se le dio mucha importancia al hecho de que el costo total aproximado del ensayo fue de 759,15 dólares, en lo que respecta al establecimiento, desarrollo y aclimatación (invernadero) y el T4 presento el menor costo de producción de anturio.

- D. Cifuentes, E. (2003), en su trabajo de investigación referente a la aclimatación *ex vitro* de *Stevia rebaudiana* B. relata que utilizo seis sustratos, siendo los siguientes: a) 100% Promix, b) 75% Promix 25% arena, c) 50% Promix 50% arena, d) 25% Promix 75% arena, e) bocashi + suelo + arena (1:2:1) y f) compost + arena + suelo (1:1:1) en tres sistemas de manejo de humedad (cámaras plásticas, nebulizado y microtúneles) y dos tipos de contenedores (bolsas plásticas y bandejas multiceldas). Además, se realizó un segundo experimento donde se evaluaron los mismos seis sustratos bajo un sistema de microinvernadero. Los mejores promedios de alturas y número de plantas aclimatadas se obtuvieron usando microtúneles en bolsas plásticas para el primer experimento y utilizando un sustrato de 50% Promix y 50% Arena para el segundo.
- E. Domínguez, G y Donayre, M. (2006), mencionan en su trabajo acerca aclimatación de Uña de Gato (*Uncaria tomentosa* Wild.) que se seleccionó un clon con la mayor tasa de multiplicación *in vitro* para su evaluación en la fase de aclimatación y se les sometió a mediciones de supervivencia, crecimiento en altura y vigorosidad expresado en número de hojas desarrolladas en esta fase. Posteriormente fueron transferidas a 4 sustratos de tierra: arena/humus (3:2:1) diferenciándose en la procedencia de la tierra proveniente de 4 zonas edáficas de la Región Ucayali. El procedimiento de pre aclimatación y aclimatación consistió en hacer agujeros en la cobertura de los frascos que contenían las plántulas, ubicados en la sala de incubación del laboratorio, dos días después fueron trasladadas al invernadero en donde se realizó, al día

siguiente, el trasplante a los vasos de pre aclimatación, previamente llenados con el sustrato correspondiente. Los envases conteniendo la planta fueron cubiertos con otro envase del mismo tamaño, los mismos que fueron gradualmente aperturados mediante agujeros en la cobertura hasta dejar la planta completamente expuesta al ambiente natural del invernadero a una temperatura promedio de 35°C, después de cuatro semanas de pre aclimatación. Dos días después fueron transferidas a bolsas de polietileno, manteniendo los mismos sustratos para darles un mayor espacio de desarrollo radicular, en donde se aclimataron durante cuatro semanas, antes de llevarlas a vivero. Se determinó que el proceso de pre aclimatación de 4 semanas aplicado a vitroplantas de *Uncaria tomentosa* (Willd) DC., ha permitido obtener el 100% de supervivencia con tamaños promedios entre 17.07 cm y 19.53 cm. Por otro lado, la vigorosidad de las vitroplantas después de la pre aclimatación, expresado en número de hojas promedios (7 y 14 hojas aproximadamente), no ha tenido ninguna incidencia en la mortalidad. Además, el desarrollo de las vitroplantas en el periodo de aclimatación en los diferentes sustratos expresado en términos de altura, así como la vigorosidad expresada en número de hojas no muestran diferencias significativas.

- F. Ganchozo, B; Villacreces, J; Piguave, C. Tumbaco, M y Ortega J. (2017), en su investigación, las especies forestales *Myroxylon balsamum*, *Tabebuia crhyantha* y *Tabebuia billbergii*, fueron trasplantadas a sustrato compuesto de 40% de arena de río, 40% de humus y 20% de aserrín de madera descompuesta. El sustrato fue desinfestado con vapor de agua a 121°C durante tres horas. El riego se aplicó dos veces al día con un aspersor durante 20 días, reduciendo el riego paulatinamente los siguientes 40 días, regándolas a partir de este momento una vez al día durante otros 20 días. Se evaluó la supervivencia, altura de planta y número de hojas (vigor) de las plantas. Los resultados mostraron que *M. balsamun*, *T. crhyantha* y *T. billbergii*, tuvieron un 65, 80 y 70% respectivamente de supervivencia. Los tamaños de las vitroplantas estuvieron entre 17.07 y 19.53 cm en el periodo de pre-aclimatación, con un vigor entre 7 y 14 hojas respectivamente. La altura de las plantas fue de 20.8 a 30.8 cm y fueron consideradas preparadas para la plantación.

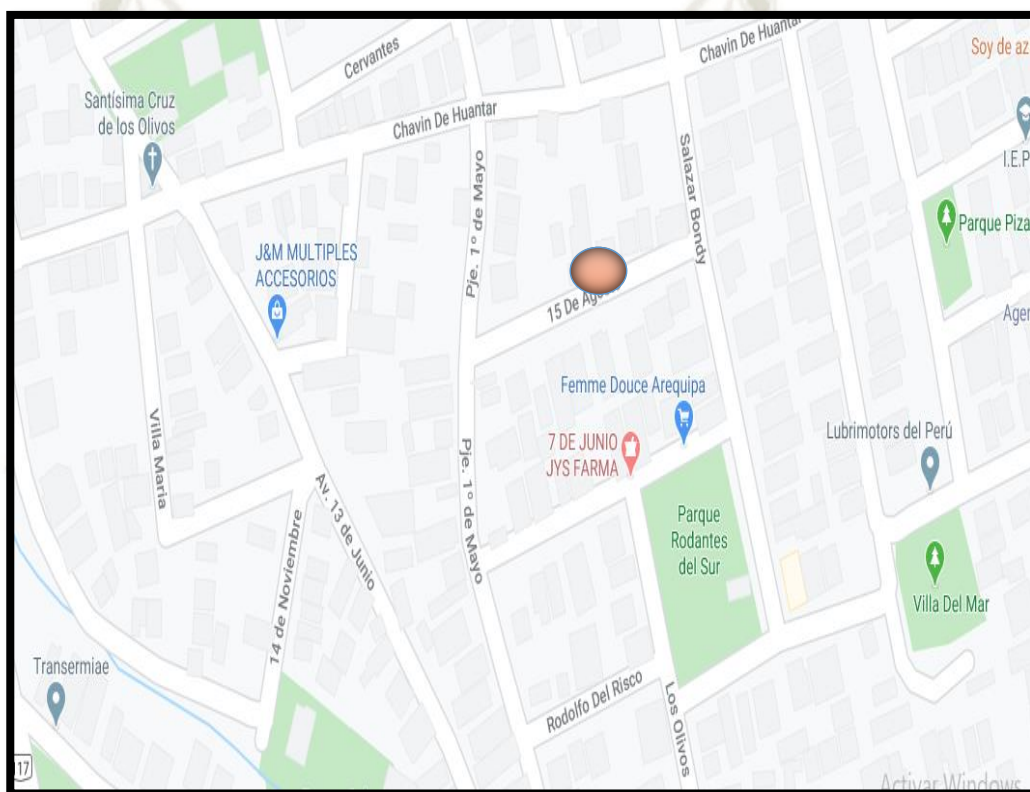
- G.** Guatemala, T. (2015), en su trabajo acerca de los efectos de la aplicación *in vitro* de colchicina sobre caracteres morfológicos en plantas de Quequisque (*Xanthosoma violaceum* Schott), menciona que al aplicar 0.0, 6.25, 12.5, 18.75 y 25 mg l^{-1} de colchicina (tratamientos testigo, 1, 2, 3 y 4 respectivamente) noto cambios a nivel morfológico, especialmente con las concentraciones de colchicina de 18.75 y 25 mg l^{-1} , mismas que indujeron disminuciones en la altura de planta, largo y ancho de hojas.
- H.** Sánchez, A; Matos, A. (2012), en su trabajo de investigación acerca de los efectos de la colchicina en plántulas de Zabala (*Aloe vera* L.), menciona que tras aplicar concentraciones de colchicina de 0,05% y 0,10% durante 48 y 24 horas, a nivel morfológico observo variaciones en aquellas sometidas a 48 horas tales como; incremento en la altura de la planta, longitud, ancho y espesor de las hojas y del volumen foliar comparado con las plantas controles y plantas de los tratamientos pertenecientes a 24 horas.

CAPÍTULO III

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se llevó a cabo en condiciones de microinvernadero, todos ellos ubicados en un ambiente acondicionado en mi vivienda, ubicada en Calle 15 de agosto 104 Urb. los Olivos, Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Provincia y Departamento de Arequipa. Geográficamente se halla a $16^{\circ}25'36''$ de latitud Sur, $71^{\circ}31'26''$ de Longitud Oeste, con una altitud de 2363 msnm.



FOTOGRAFÍA 01: Ubicación del Área experimental.

1.3. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO

El trabajo de investigación, se inició en agosto del 2019 y culminó en setiembre del 2019

1.4. TEMPERATURA Y HUMEDAD EN EL MICROINVERNADERO

Los datos de temperatura y humedad fueron tomados por medio de un termo higrómetro. La toma de datos se llevó a cabo 3 veces al día, siendo la primera medición a las 09:00 a.m., la segunda a las 12:00 p.m. y la tercera a las 17:00 p.m. Los resultados del monitoreo de Temperatura y Humedad relativa se muestran en los Gráficos 01 y 02 respectivamente.

Cuadro 01: Datos de temperatura en el microinvernadero. Arequipa 2019

Temperatura (°C)			
Fecha	09:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 p.m.
14/08/2019	23.1	25.6	17.1
15/08/2019	23.1	25.3	17.3
16/08/2019	23.2	25.4	18.1
17/08/2019	22.1	24.3	18.4
18/08/2019	23.1	26.2	18.5
19/08/2019	22.2	25.3	17.2
20/08/2019	22.6	24	18.3
21/08/2019	23.8	25.6	18.4
22/08/2019	22.1	25.6	17.2
23/08/2019	22.3	24.8	16.4
24/08/2019	23.1	25.4	18.1
25/08/2019	20.7	23.8	16.5
26/08/2019	23.5	25.2	15.8
27/08/2019	24.1	24.7	17.2
28/08/2019	22.9	25.7	16.2
29/08/2019	21.5	23.8	17.1
30/08/2019	22.3	24.8	15.5
31/08/2019	23.3	25.6	16.9
1/09/2019	21.5	24.6	17.2
2/09/2019	22.7	25.8	17.3
3/09/2019	23.9	25.6	16.5
4/09/2019	22.1	25.8	18.1
5/09/2019	22.9	24.5	16.1
6/09/2019	23.5	24.8	18.1
7/09/2019	22.4	25.1	19.1
8/09/2019	22.9	25.1	18.1
9/09/2019	23.1	25.6	18.1
10/09/2019	22.1	25.4	17.8
11/09/2019	20.7	24.7	17.5
12/09/2019	23.6	25.1	19.2

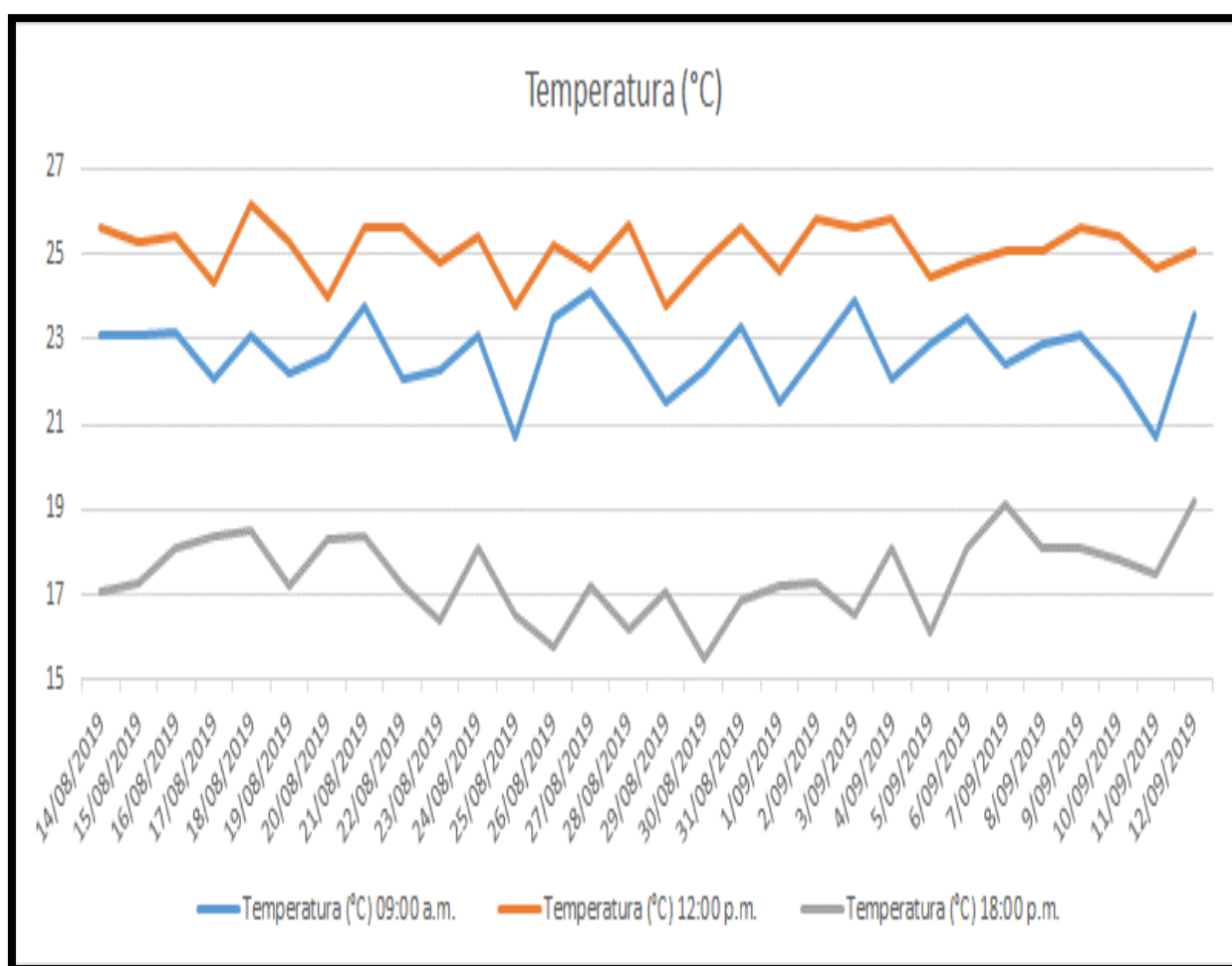


GRÁFICO 01: Variación de temperatura en el microinvernadero

CUADRO 02: Datos de humedad relativa en el microinvernadero. Arequipa 2019

Humedad Relativa (%)			
Fecha	09:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 p.m.
14/08/2019	98	98	97
15/08/2019	96	95	93
16/08/2019	88	80	75
17/08/2019	98	97	97
18/08/2019	96	90	88
19/08/2019	85	83	78
20/08/2019	75	73	72
21/08/2019	97	94	92
22/08/2019	92	90	88
23/08/2019	88	85	79
24/08/2019	98	95	92
25/08/2019	90	90	87
26/08/2019	88	85	83
27/08/2019	83	82	78
28/08/2019	75	75	73
29/08/2019	98	95	93
30/08/2019	92	91	89
31/08/2019	88	86	85
1/09/2019	88	88	86
2/09/2019	86	84	81
3/09/2019	81	80	77
4/09/2019	75	74	70
5/09/2019	68	64	63
6/09/2019	95	94	90
7/09/2019	87	83	82
8/09/2019	81	78	76
9/09/2019	76	75	75
10/09/2019	74	73	70
11/09/2019	67	63	61
12/09/2019	60	58	53

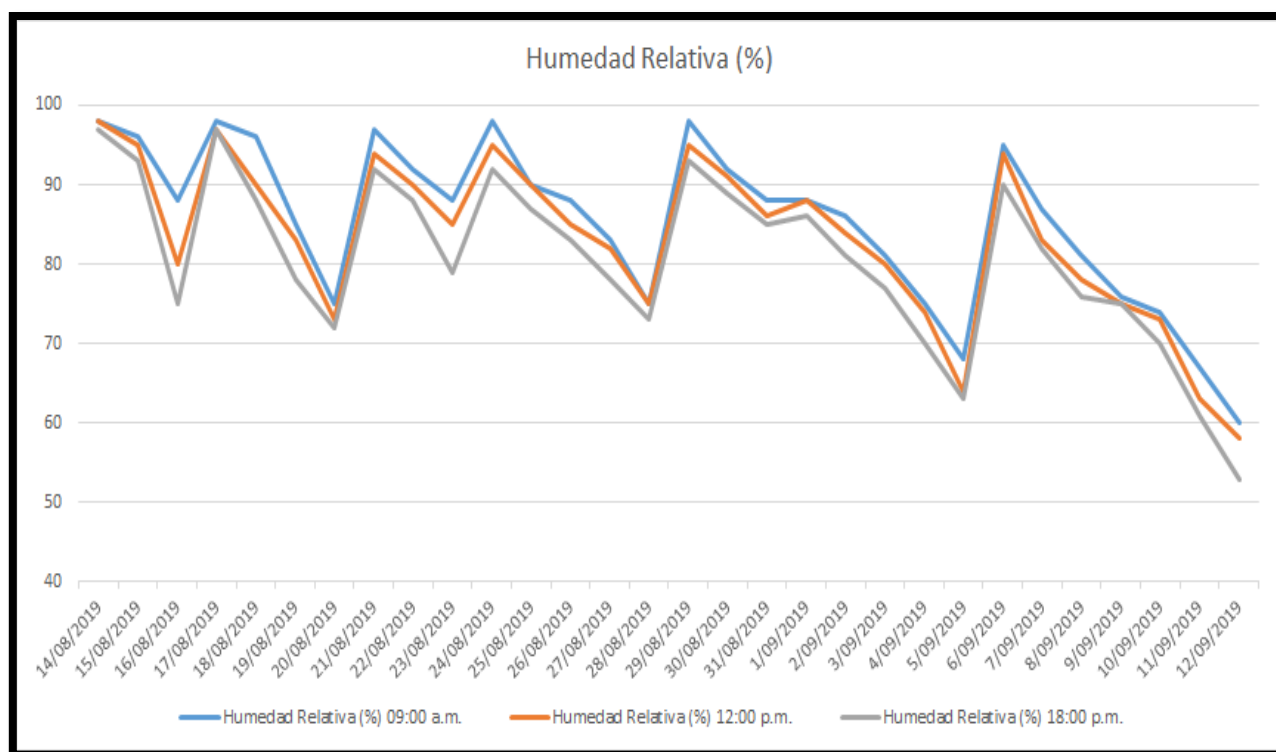


GRÁFICO 02: Variación de la humedad relativa en el microinvernadero

1.5. COMPONENTES DE ESTUDIO

a) Sustratos

- 75% Pro-mix / 25% Arena (S1)
- 25% Pro-mix / 75% Arena (S2)

b) Tiempo de exposición

- 4 horas (T1)
- 8 horas (T2)
- 12 horas (T3)

c) Concentración de colchicina

- 0% (C0)
- 0.05% (C1)
- 2% (C2)
- 4% (C3)

1.6. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Tratamiento	Variedad	Sustrato	Tiempo	Concentración	Combinación
T0	Inia Illpa	A	4	0	S1T1C0
T1				0.05	S1T1C1
T2				2	S1T1C2
T3				4	S1T1C3
T4		A	8	0	S1T2C0
T5				0.05	S1T2C1
T6				2	S1T2C2
T7				4	S1T2C3
T8		A	12	0	S1T3C0
T9				0.05	S1T3C1
T10				2	S1T3C2
T11				4	S1T3C3
T12		B	4	0	S2T1C0
T13				0.05	S2T1C1
T14				2	S2T1C2
T15				4	S2T1C3
T16		B	8	0	S2T2C0
T17				0.05	S2T2C1
T18				2	S2T2C2
T19				4	S2T2C3
T20		B	12	0	S2T3C0
T21				0.05	S2T3C1
T22				2	S2T3C2
T23				4	S2T3C3

Tratamiento	Variedad	Sustrato	Tiempo	Concentración	Combinación
T0	Cupi	A	4	0	S1T1C0
T1				0.05	S1T1C1
T2				2	S1T1C2
T3				4	S1T1C3
T4		A	8	0	S1T2C0
T5				0.05	S1T2C1
T6				2	S1T2C2
T7				4	S1T2C3
T8		A	12	0	S1T3C0
T9				0.05	S1T3C1
T10				2	S1T3C2
T11				4	S1T3C3
T12		B	4	0	S2T1C0
T13				0.05	S2T1C1
T14				2	S2T1C2
T15				4	S2T1C3
T16		B	8	0	S2T2C0
T17				0.05	S2T2C1
T18				2	S2T2C2
T19				4	S2T2C3
T20		B	12	0	S2T3C0
T21				0.05	S2T3C1
T22				2	S2T3C2
T23				4	S2T3C3

1.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en dos variedades de Cañihua Illpa INIA 406 y Cupi, se aplicó el diseño experimental conocido como Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2x3x4, con 24 tratamientos y 2 repeticiones

1.8. MATERIALES EMPLEADOS Y METODOLOGÍA SEGUIDA

1.8.1. MATERIALES EMPLEADOS

A. Materiales de Campo

Bandejas de siembra
Arena de río
Sustrato Pro-mix
Flexómetro
Carteles
Benlate
Plástico transparente
Atomizador
Substrato Pro-mix
Malla raschel
Madera

B. Materiales de Laboratorio

Bolsas de polipropileno
Balanza electrónica
Pinzas
Agua destilada
Termo higrómetro
Olla autoclave

C. Material Biológico

Plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa
INIA 406
Plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Cupi

D. Material para la construcción del microinvernadero

Tablas de madera

Martillo

Pegamento

Clavos

Tachuelas

Plástico transparente

E. Otros Materiales

Cámara fotográfica

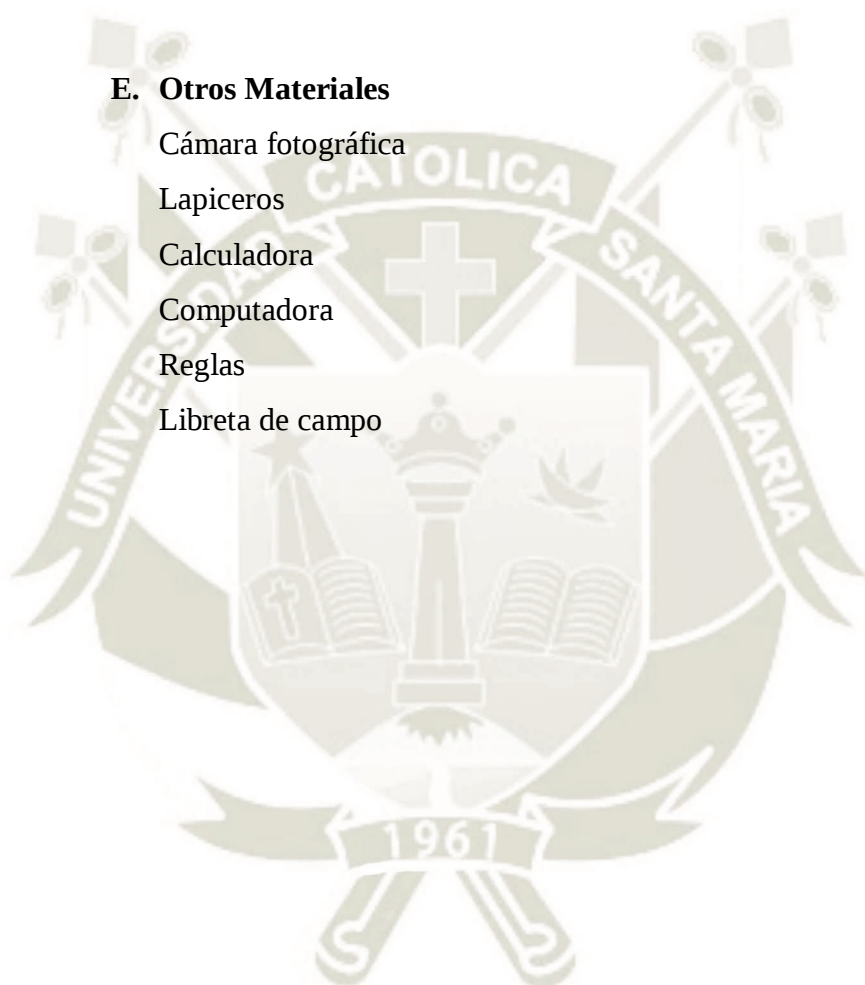
Lapiceros

Calculadora

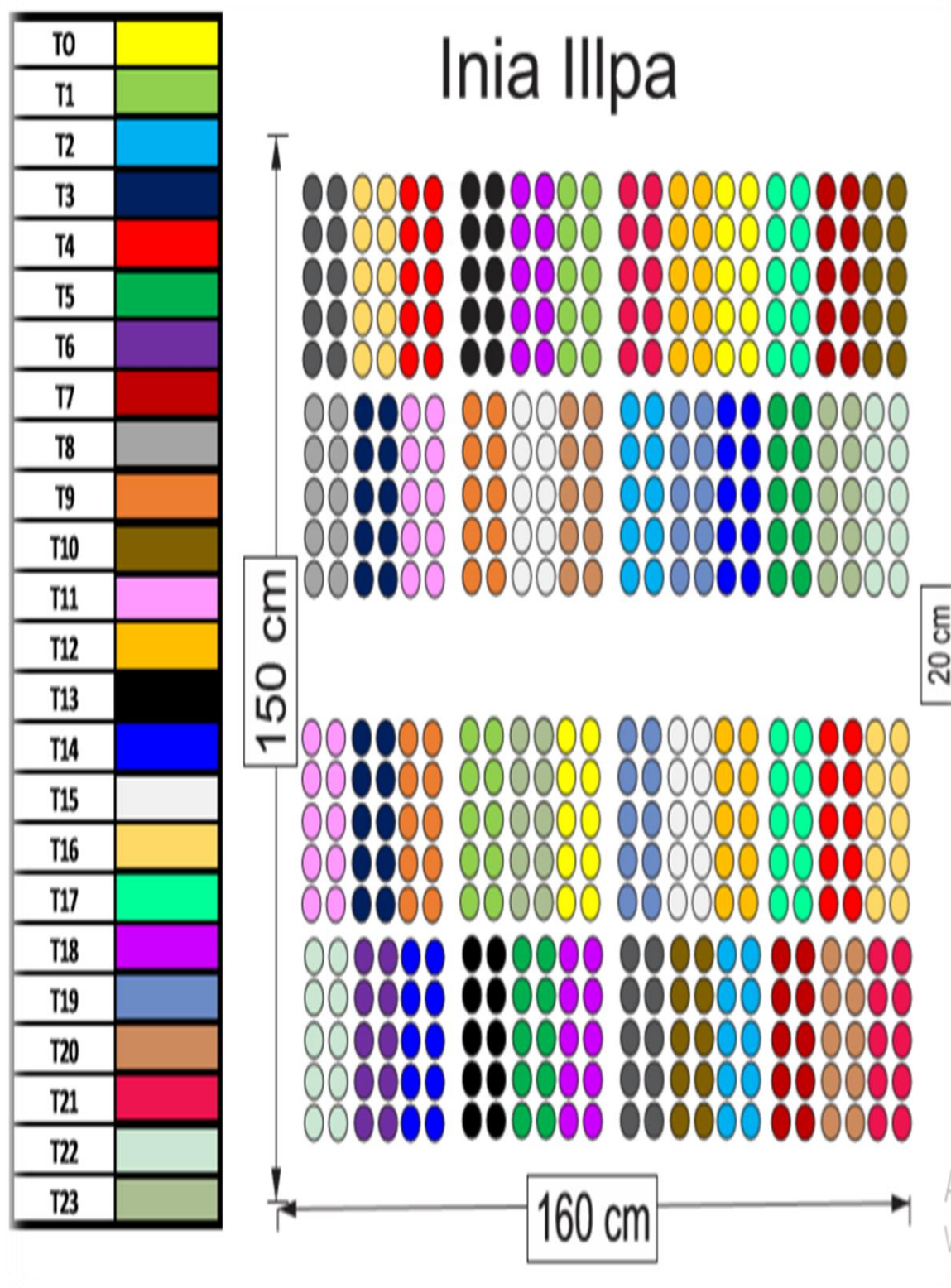
Computadora

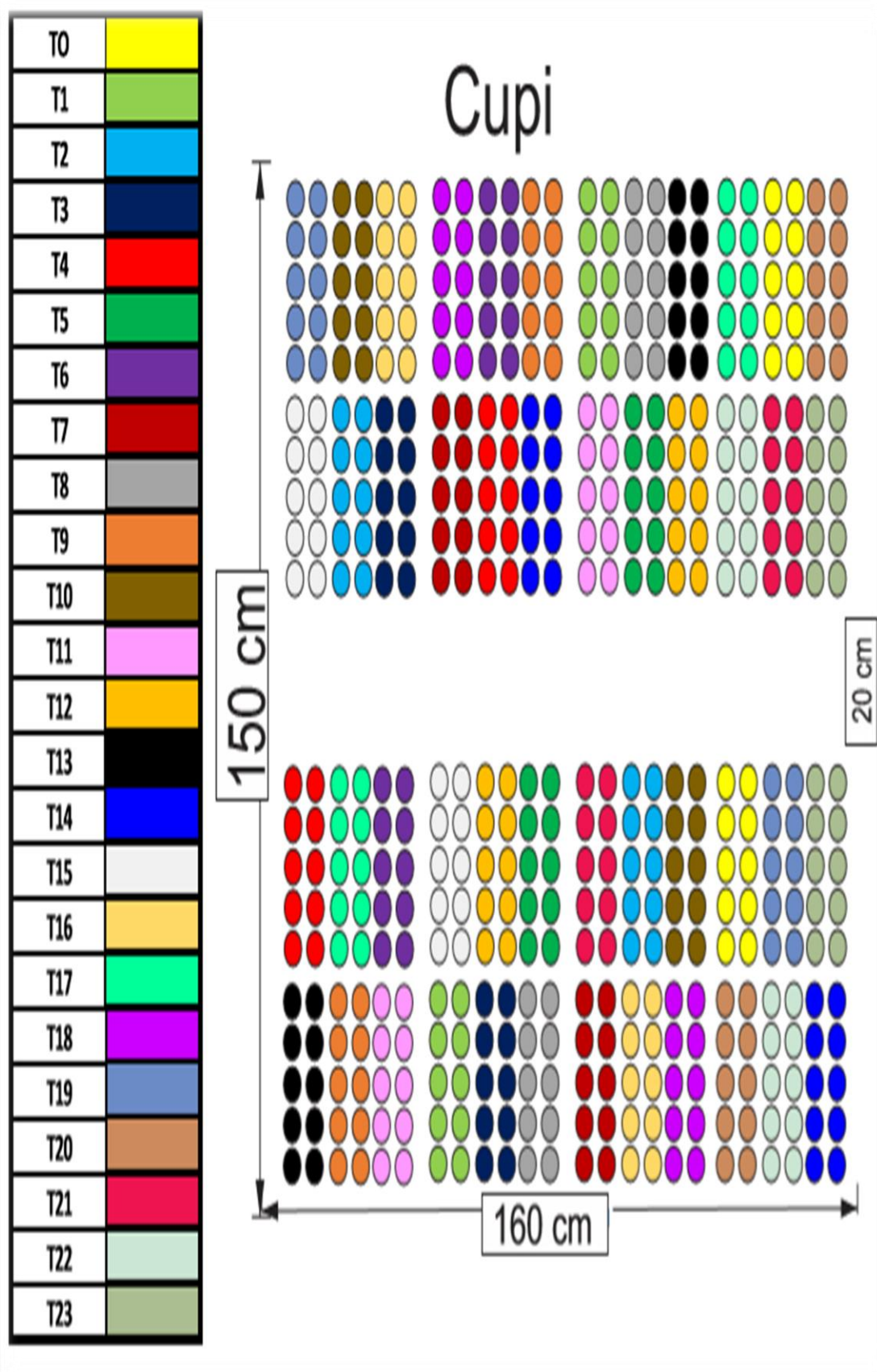
Reglas

Libreta de campo



1.9. CROQUIS EXPERIMENTAL

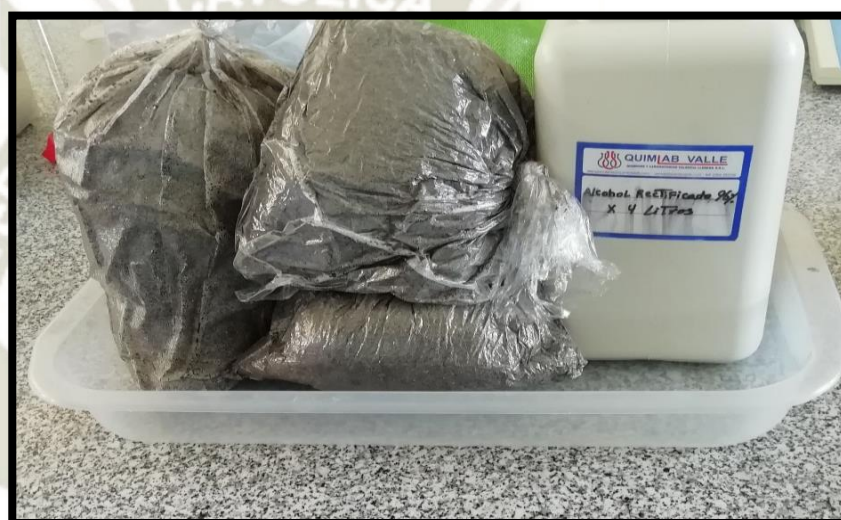




1.10. METODOLOGÍA SEGUIDA

1.10.1. DESINFECCIÓN DE SUSTRATOS

Para garantizar la inocuidad de los materiales que fueron utilizados para los sustratos fue necesaria la desinfección de los mismos, dicha esterilización del material se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Católica de Santa María mediante un proceso de autoclavado. Para dicho procedimiento se utilizaron bolsas de polipropileno como se observa en la Fotografía 02 y por turnos debido a la capacidad de la olla autoclave y el peso tanto de la arena como del Pro-mix.



FOTOGRAFÍA 02: Sustratos desinfectados en bolsas de polipropileno

1.10.2. OBTENCIÓN DE MATERIAL

El estudio se realizó en la vivienda ubicada en la Calle 15 de agosto 104 Urb. Los Olivos, Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Provincia y Departamento de Arequipa, todo ello en un área implementada para la colocación de los microinvernaderos. Las coordenadas son las siguientes: 16°25'36" de latitud Sur, 71°31'26" de Longitud Oeste.

Para el experimento se utilizaron plántulas de la especie *Chenopodium pallidicaule* Aellen variedad Cupi e Illpa INIA 406 respectivamente, ambas producidas mediante técnicas de micro propagación, además de haber sido sometidas a aplicaciones de colchicina. Dichas plántulas fueron obtenidas del laboratorio de Biotecnología de la Universidad Católica de Santa María como se muestra en la Fotografía 03.



FOTOGRAFÍA 03: Vitroplantas de Cañihua.

1.10.3. CONSTRUCCIÓN DE MICROINVERNADERO

Para la construcción de microinvernaderos se utilizaron cajas de madera de 30 cm de ancho por 35 cm de largo. Para los soportes del plástico se emplearon 4 varas de madera de 34 cm de alto y 2 barras entrecruzadas de 48 cm. Para las uniones se utilizaron clavos de 1. ½ " y pegamento para madera. El resultado se muestra en la Fotografía 04.

Se construyeron un total de 32 cajas.

Después de introducir las bandejas ya sembradas con los diferentes tratamientos, se procedió a cubrir el microinvernadero con plástico y se sellaron con tachuelas.



FOTOGRAFÍA 04: Estructura de microinvernadero.

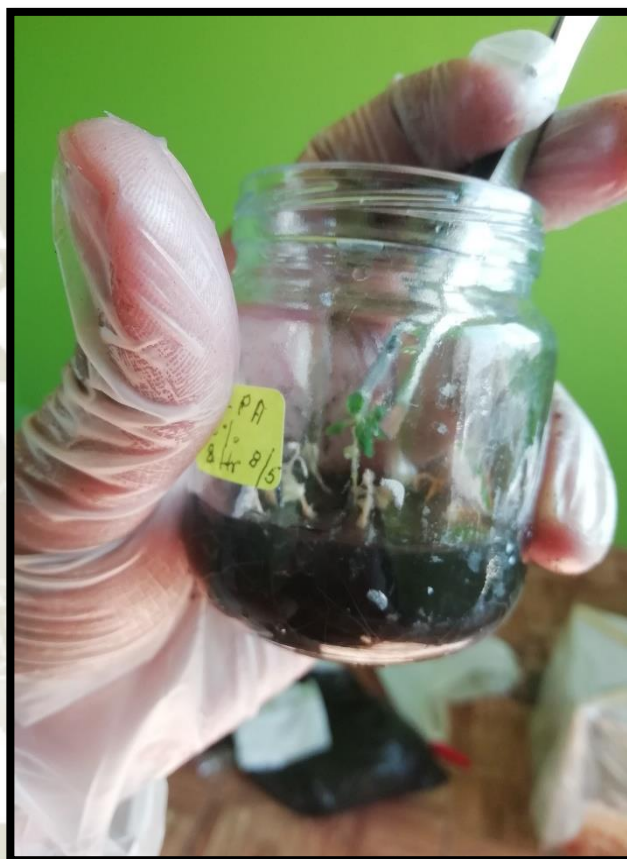
1.10.4. PREPARACIÓN DE LAS VITROPLANTAS PARA EL TRASPLANTE

Para el desarrollo de esta fase, se emplearon vitroplantas con una altura aproximada de 3 cm como se puede ver en la Fotografía 05 y 06, las plántulas fueron adquiridas del laboratorio de Biotecnología de la Universidad Católica de Santa María. Después se condujeron al área destinada para llevar a cabo el procedimiento de trasplante, en la misma se descartaron plántulas con raíces anormales, frascos que tenían presencia de hongos y plántulas amarillentas como se observan en las Fotografías 07 y 08 respectivamente.

Posterior a ello como se muestra en las Fotografías 09 y 10, se eliminó el medio de cultivo persistente en las raíces, lavando las plántulas con abundante agua destilada, hasta quedar completamente limpias.

Luego, las plántulas se sumergieron en una solución de Benlate a 1g por litro de agua.

Para la manipulación de las vitroplantas se utilizaron pinzas.



FOTOGRAFÍA 05: Vitroplantas de Cañihua.



FOTOGRAFÍA 06: Plántula lista para el trasplante.



FOTOGRAFÍA 07: Frasco con vitroplantas contaminado.



FOTOGRAFÍA 08: Frasco con vitroplantas amarillentas.



FOTOGRAFÍA 09: Lavado de raíces en agua destilada.



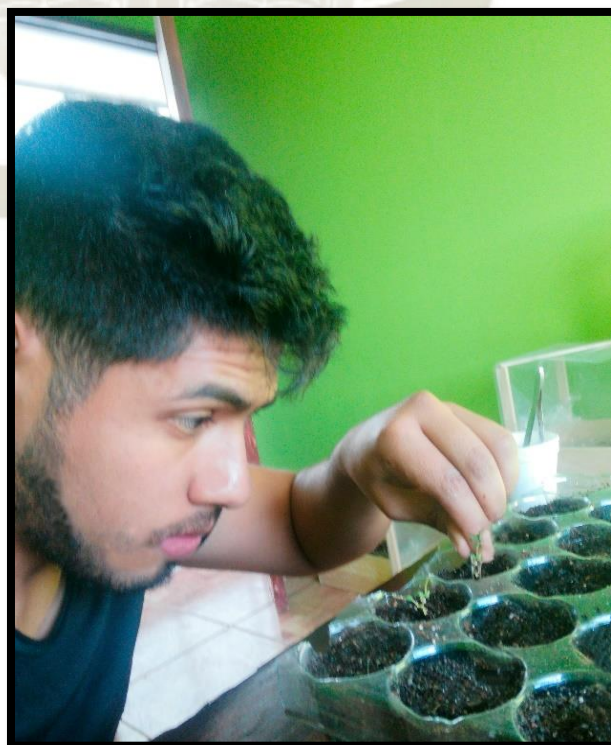
FOTOGRAFÍA 10: Sumersión de raíces en solución de Benlate.

1.10.5. TRASPLANTE

Las plántulas se colocaron en bandejas de siembra las cuales contenían 2 diferentes sustratos, el primer sustrato conformado por 75% Pro-mix y 25% Arena y el segundo por 25% Pro-mix y 75% Arena. Finalmente se introdujeron a los microinvernaderos y realizar el sellado. El proceso se muestra en las Fotografías 11, 12, 13.



FOTOGRAFÍA 11: Bandeja con sustrato.



FOTOGRAFÍA 12: Trasplante al sustrato.



FOTOGRAFÍA 13: Plántula lista para el trasplante.

1.10.6. PROCESO DE ACLIMATACIÓN *EX VITRO*

Los microinvernaderos permanecieron en una habitación durante los primeros 2 días, luego de ello fueron removidos a otra área en la cual se mantuvieron hasta el fin del trabajo de investigación como se observa en la Fotografía 18.

Por otro lado, se utilizó un termo higrómetro para poder monitorear la temperatura y la humedad relativa del microclima creado en el microinvernadero. Los riegos fueron 2 veces por semana las dos primeras semanas y una vez por semana las últimas dos semanas.

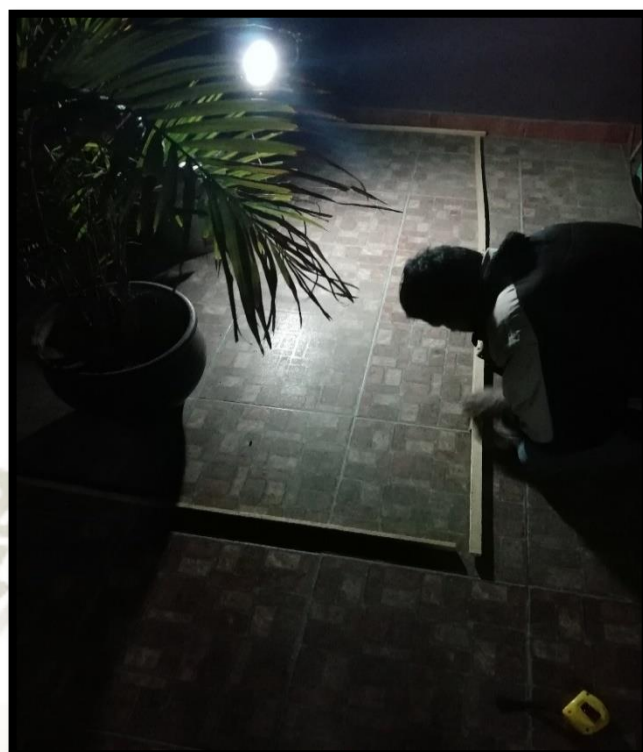
Finalmente se procedió a exponer las bandejas al medio ambiente externo después de un mes de aclimatación.



FOTOGRAFÍA 14: Microinvernaderos sellados.



FOTOGRAFÍA 15: Termo higrómetro.



FOTOGRAFÍA 16 Y 17: Proceso de construcción del área de aclimatación



FOTOGRAFÍA 14: Área de aclimatación

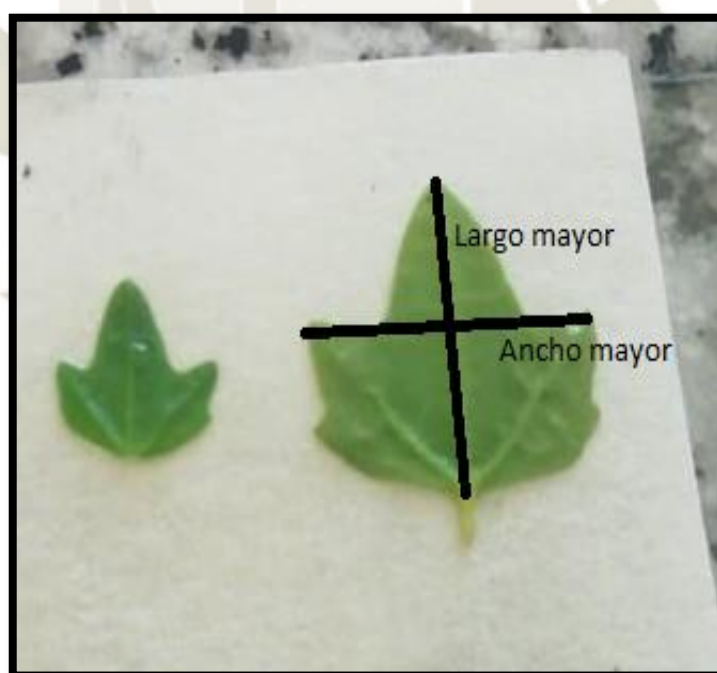
1.11. EVALUACIONES

1.11.1. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS

Esta variable se comenzó a medir cuando las plántulas tenían 8 días después del trasplante (ddt). La segunda se realizó a los 16 ddt, la tercera a los 24 ddt, hasta finalmente hacer una última evaluación a los 35 días después del trasplante, utilizándose para ello una regla. La medición se realizó desde la base del tallo hasta el ápice. Las unidades se expresan en cm.

1.11.2. LONGITUD Y ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR

Esta variable se midió a todas las plantas a los 8 días después del trasplante. La segunda toma de datos se llevó a cabo a los 16 ddt, la tercera medición se efectuó a los 24 ddt, hasta finalmente hacer una última recaudación de datos a los 35 ddt, utilizándose para ello una regla. Tanto el largo como el ancho se midieron tomando en cuenta los extremos mayores de la hoja como se indica en la Fotografía 19.



FOTOGRAFÍA 15: Forma de medición del largo y ancho promedio de hoja mayor

1.11.3. NÚMERO PROMEDIO DE HOJAS

El conteo de las hojas se hizo a todas aquellas que estaban a simple vista, la primera y segunda evaluación se dieron a los 16 y a los 35 ddt respectivamente.

1.11.4. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA

Para obtener el porcentaje de supervivencia se realizó una regla de tres simple, siendo las plantas con las que se inició la investigación, el 100 % y las que lograron adoptar las condiciones que las hacen aptas para el campo al finalizar la investigación el porcentaje de supervivientes. El registro de estos datos se hizo a los 40 días después del trasplante.

1.12. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial 2x4x3 (dos sustratos, cuatro concentraciones y tres tiempos de exposición a colchicina), el experimento se realizó por separado en cada variedad de Cañihua. El experimento conto con 24 Tratamientos y 2 Repeticiones tanto para la variedad Cupi como para la variedad Illpa INIA 406, con 480 plantas cada variedad respectivamente

Los datos obtenidos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANVA), haciendo uso del software conocido como Infostat, posteriormente, para comparar los promedios de tratamientos que resultaran significativos, se empleó la Prueba de Rango Múltiple de Duncan a un nivel de 0.05.

CAPITULO IV

1. RESULTADOS PARA LA VARIEDAD ILLPA INIA 406

1.1. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Illpa INIA 406)

Los valores de altura de planta a los 8 y 16 ddt no muestran diferencias significativas como se muestra en el Anexo 05 y 06 respectivamente, no obstante, en el Anexo 07 y 08 se observa en el Análisis de Varianza (ANVA), pertenecientes a los 24 y 35 ddt respectivamente, a un nivel de significancia del 5% y con coeficientes de variabilidad de 0.6 y 0.66% para cada cual, heterogeneidad en los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y la interacción de los mismos. En el Cuadro 03, a los 24 ddt el tiempo de exposición de 4 horas (T1) genera las mayores alturas con 7.75 cm de altura. Lo mismo sucede a los 35 ddt, el Tiempo de exposición de 4 horas produce las mayores alturas con 11.87 cm de altura en promedio.

CUADRO 03: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
T1	7.75 a	11.87 a
T2	7.55 b	11.64 b
T3	7.54 b	11.68 b

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

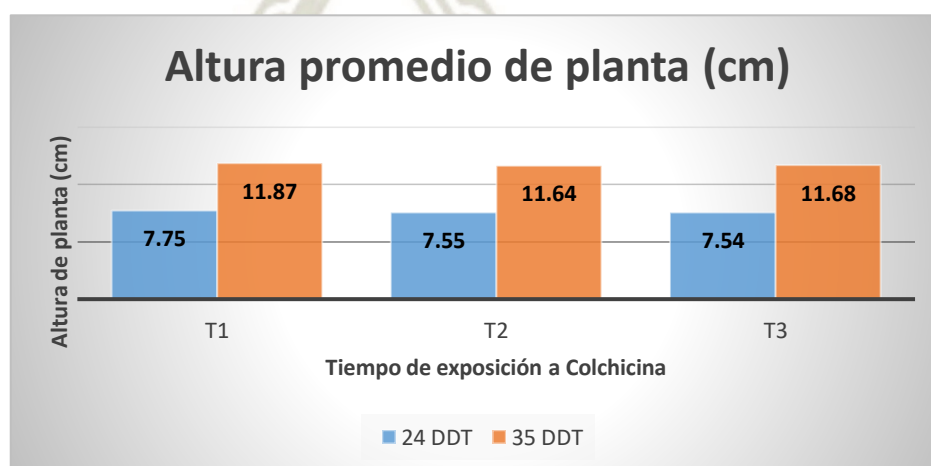


GRÁFICO 03: Altura plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.

En el Cuadro 04 se observa que a los 24 ddt, las Concentraciones de colchicina que generan los valores más altos son las de 0% (C0) y 2% (C2) con 7.81 cm y 7.78 cm para cada cual a los 24 ddt. A los 35 ddt las mismas concentraciones generan las mayores alturas con 11.9 cm en promedio para ambos casos.

CUADRO 04: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Concentraciones de Colchicina	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
C0	7.81 a	11.9 a
C2	7.78 a	11.9 a
C3	7.48 b	11.6 b
C1	7.4 c	11.52 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

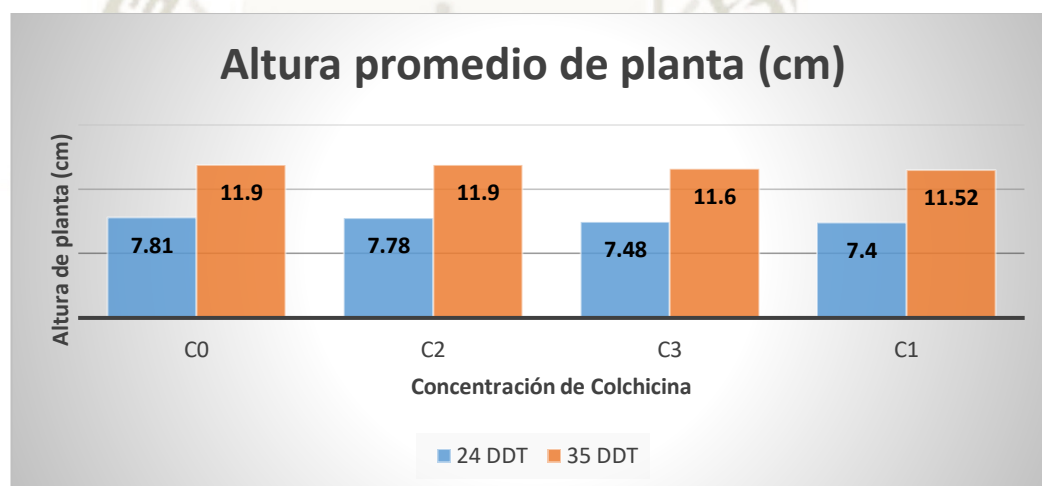


GRÁFICO 04: Altura de plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)

Como se muestra en el Cuadro 05, para la combinación de ambos factores, a los 24 ddt las combinaciones de T1 x C0 (7.82 cm), T2 x C2 (7.81 cm), T2 x C0 (7.8 cm), T3 x C0 (7.79 cm), T3 x C2 (7.78 cm) y T1 x C3 (7.77 cm) produjeron los más altos valores. A los 35 ddt, las combinaciones de T1 x C0 (11.91 cm), T2 x C2 (11.95 cm), T2 x C0 (11.88 cm), T3 x C0 (11.92cm), T3 x C2 (11.89 cm), T1 x C3 (11.88 cm), T1 x C2 (11.86 cm) y T1 x C1 (11.82 cm) generaron las medias más altas con respecto a las demás combinaciones.

CUADRO 05: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de Exposición x Concentraciones	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
T1 X C0	7.82 a	11.91 a
T2 X C2	7.81 a	11.95 a
T2 X C0	7.8 a	11.88 a
T3 X C0	7.79 a	11.92 a
T3 X C2	7.78 a	11.89 a
T1 X C3	7.77 a	11.88 a
T1 X C2	7.75 b	11.86 a
T1 X C1	7.67 c	11.82 a
T3 X C3	7.37 c	11.56 b
T2 X C1	7.31 d	11.38 c
T2 X C3	7.29 d	11.37 c
T3 X C1	7.23 e	11.34 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

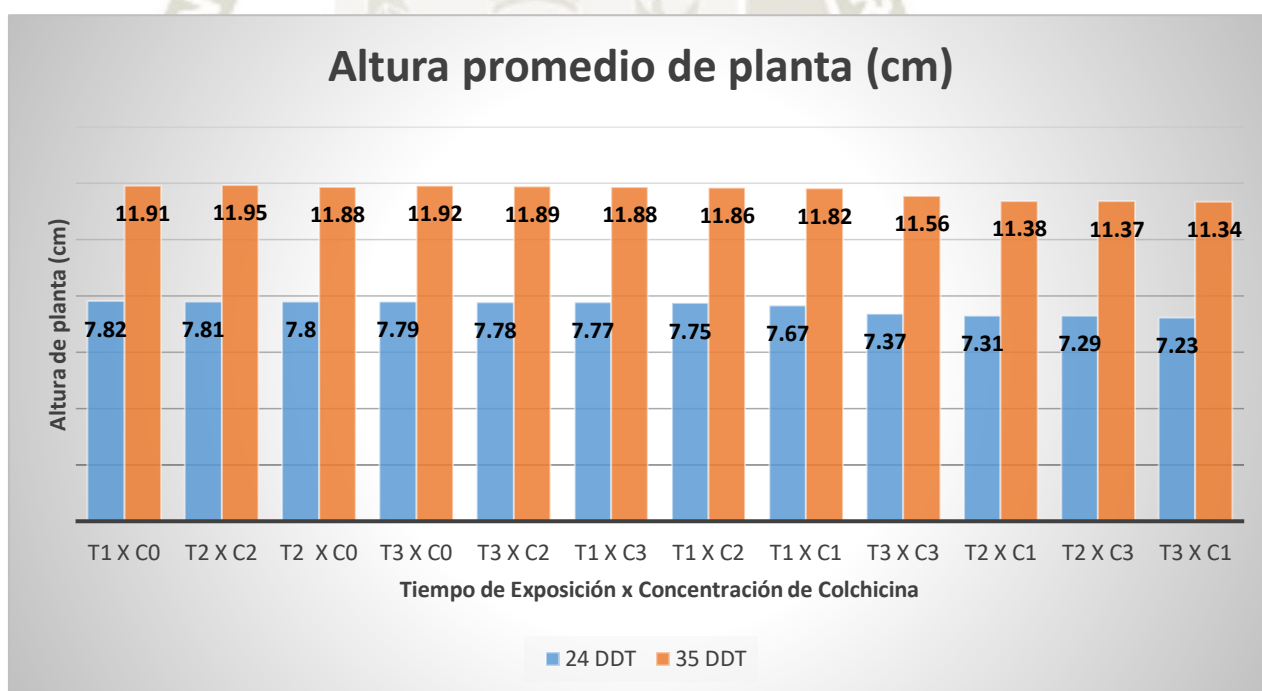


GRÁFICO 05: Altura de plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T x Factor C.

1.2.LONGITUD PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Illpa INIA 406)

A los 8 y 16 ddt los valores de longitud promedio de hoja mayor no varían entre sí, es decir, no muestran diferencias significativas como se muestra en el Anexo 13 y 14 respectivamente, sin embargo, en el Anexo 15 y 16 se observa en el Análisis de Varianza (ANVA), pertenecientes a los 24 y 35 ddt respectivamente, a un nivel de significancia del 5% y con coeficientes de variabilidad de 1.41 y 2.04% respectivamente, heterogeneidad en los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y la interacción de los mismos. En el Cuadro 06, a los 24 ddt se observa que sobresalen el Tiempo de exposición de 12 y 8 horas (T3 y T2) con 0.83 y 0.82 cm respectivamente. A los 35 ddt se repite el mismo caso, los Tiempos de exposición de 12 y 8 horas (T3 y T2) generan las mayores longitudes con 0.94 cm de largo en ambos casos.

CUADRO 06: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
T3	0.83 a	0.94 a
T2	0.82 a	0.94 a
T1	0.79 b	0.91 b

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

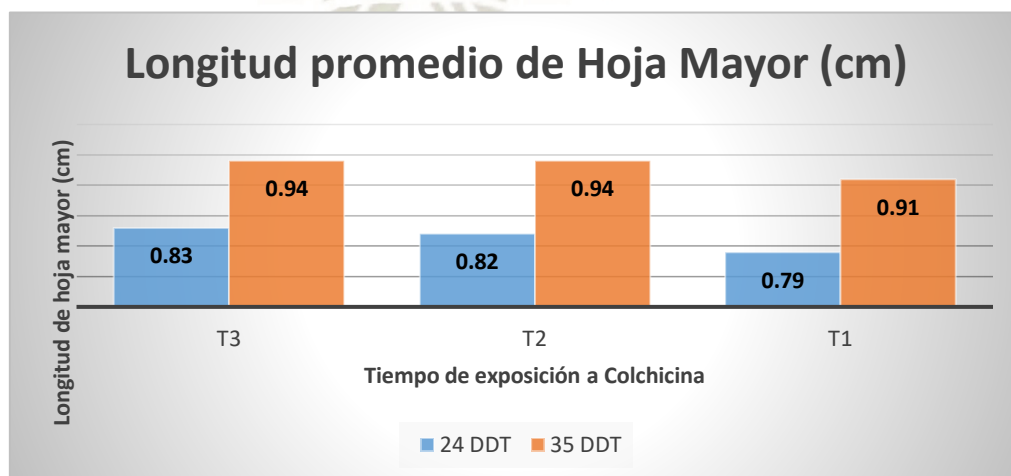


GRÁFICO 06: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.

En el Cuadro 07 se observa que a los 24 ddt, las Concentraciones de colchicina que generan las mayores longitudes son las de 4 y 0.05 % (C3 y C1 respectivamente) con 0.84 cm en ambos casos. A los 35 ddt se observa que sobresalen las Concentraciones de colchicina de 4 y 0.05 % (C3 y C1 respectivamente) con 0.96 cm para ambas concentraciones.

CUADRO 07: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Concentraciones de Colchicina	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
C3	0.84 a	0.96 a
C1	0.84 a	0.96 a
C2	0.79 b	0.88 b
C0	0.77 c	0.92 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

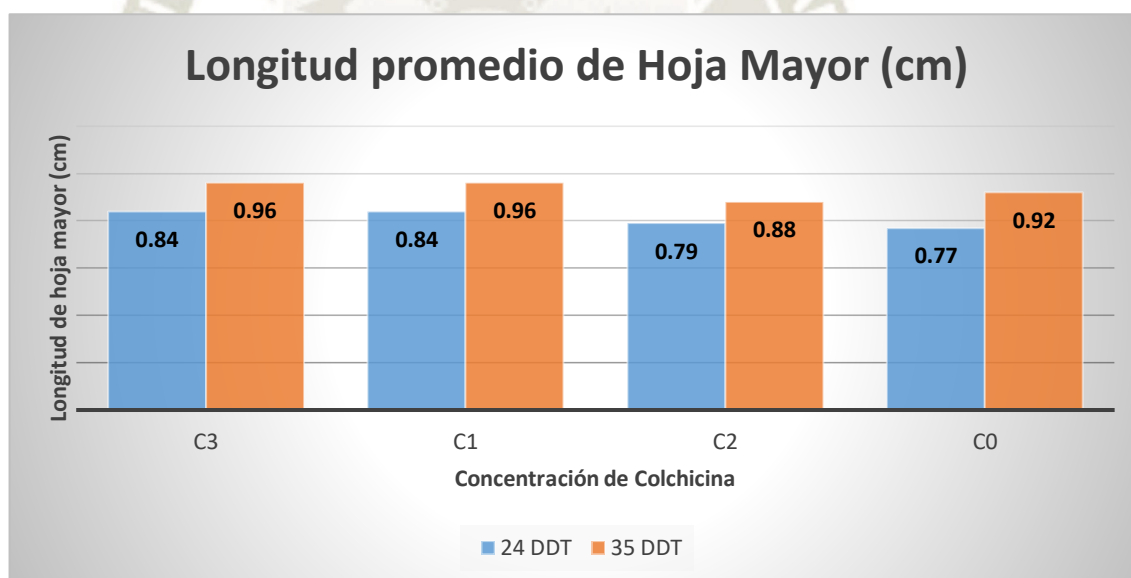


GRÁFICO 07: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)

Como se muestra en el Cuadro 08, para la combinación de ambos factores, a los 24 ddt las combinaciones que producen las mayores longitudes son: T3 x C3, T2 x C3, T2 x C1 y T3 x C1, con longitudes de 0.87, 0.87, 0.86 y 0.86 respectivamente. A los 35 ddt, las combinaciones sobresalientes son las de T2 x C3, T3 x C3, T2 x C1 y T3 x C1, con longitudes de 0.99, 0.99, 0.98 y 0.98 respectivamente.

CUADRO 08: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de Exposición x Concentraciones	24 ddt		Tiempo de Exposición x Concentraciones	35 ddt	
	Medias			Medias	
T3 X C3	0.87	a	T2 X C3	0.99	a
T2 X C3	0.87	a	T3 X C3	0.99	a
T2 X C1	0.86	a	T2 X C1	0.98	a
T3 X C1	0.86	a	T3 X C1	0.98	a
T3 X C2	0.81	b	T1 X C0	0.92	b
T1 X C1	0.81	b	T2 X C0	0.92	b
T1 X C3	0.79	bc	T1 X C1	0.91	bc
T1 X C2	0.79	bc	T1 X C2	0.91	bc
T2 X C2	0.78	cd	T3 X C0	0.91	bc
T2 X C0	0.77	d	T1 X C3	0.9	bc
T1 X C0	0.77	d	T3 X C2	0.88	cd
T3 X C0	0.76	d	T2 X C2	0.86	d

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

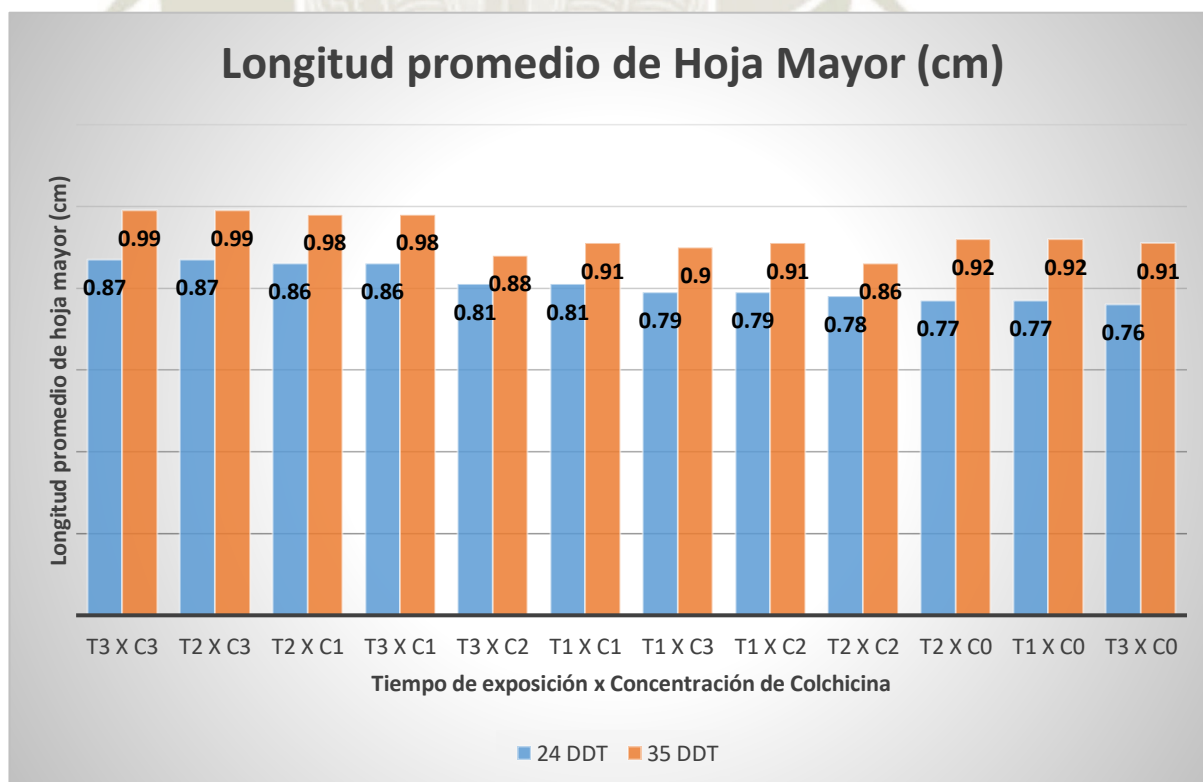


GRÁFICO 08: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T x Factor C.

1.3. ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Illpa INIA 406)

Los valores correspondientes a 8 y 16 ddt presentan nula variabilidad estadística, es decir, no hay predominancia de algún tratamiento con respecto a otro como se muestra en el Anexo 21 y 22 respectivamente, sin embargo, en el Anexo 23 y 24 se observa en el Análisis de Varianza (ANVA), atinente a los 24 y 35 ddt respectivamente, a un nivel de significancia del 5% y con coeficientes de variabilidad de 2.09 y 1.87% respectivamente, heterogeneidad en los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina además de la interacción de ambos factores. En el Cuadro 09, a los 24 ddt se observa que sobresalen el Tiempo de exposición de 8 y 12 horas (T2 y T3) con 0.79 y 0.78 cm respectivamente. A los 35 ddt sucede lo mismo, los Tiempos de exposición de 12 y 8 horas (T3 y T2) causan los mayores valores con 0.9 cm de ancho en ambos casos.

CUADRO 09: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
T2	0.79 a	0.9 a
T3	0.78 a	0.9 a
T1	0.75 b	0.84 b

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

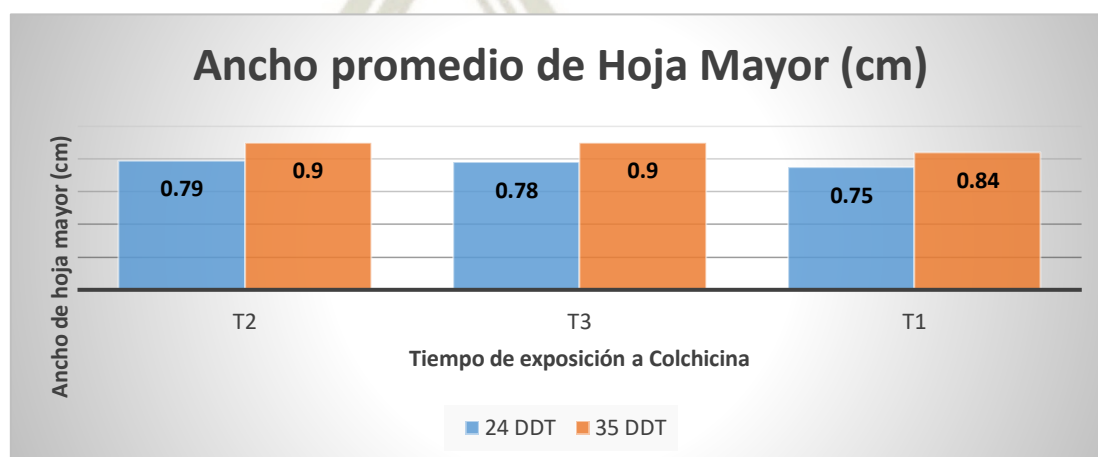


GRÁFICO 09: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T Tiempos de exposición a Colchicina

En el Cuadro 10 se observa que a los 24 ddt, las Concentraciones de colchicina que generan hojas más anchas son las de 4 y 0.05 % (C3 y C1 respectivamente) con 0.8 cm en ambos casos. A los 35 ddt se observa que sobresalen las Concentraciones de colchicina de 4 y 0.05 % (C3 y C1 respectivamente) con 0.94 y 0.93 cm respectivamente.

CUADRO 10: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Concentraciones de Colchicina	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
C3	0.8 a	0.94 a
C1	0.8 a	0.93 a
C2	0.75 b	0.85 b
C0	0.74 c	0.80 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

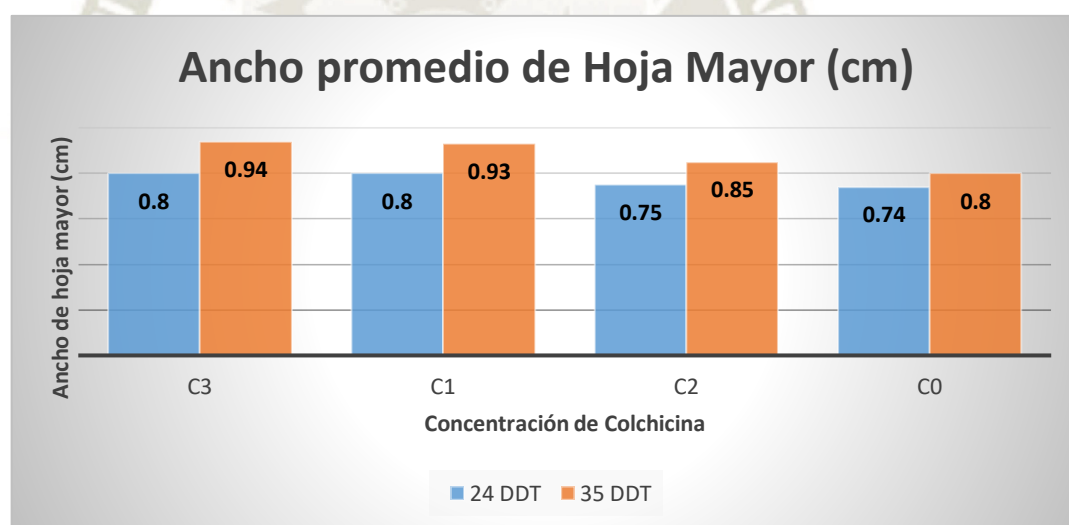


GRÁFICO 10: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)

Como se muestra en el Cuadro 11, para la combinación de ambos factores, a los 24 ddt los mayores valores de anchura se presentan con las combinaciones de Tiempo x Concentración de colchicina de: T2 x C3, T2 x C1, T3 x C3 y T3 x C1, con valores de 0.83, 0.83, 0.83 y 0.81 respectivamente. A los 35 ddt, las combinaciones sobresalientes son las de T2 x C3, T3 x C3, T2 x C1 y T3 x C1, con valores de 0.98, 0.98, 0.97 y 0.96 para cada cual.

CUADRO 11: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de Exposición x Concentraciones	24 ddt		35 ddt	
	Medias		Medias	
T2 X C3	0.83	a	0.98	a
T2 X C1	0.83	a	0.97	a
T3 X C3	0.83	a	0.98	a
T3 X C1	0.81	a	0.96	a
T3 X C2	0.77	b	0.87	b
T1 X C1	0.77	b	0.87	b
T1 X C2	0.75	bc	0.85	bc
T1 X C3	0.75	bc	0.85	bc
T2 X C2	0.74	bc	0.83	c
T1 X C0	0.74	bc	0.81	d
T2 X C0	0.74	c	0.8	d
T3 X C0	0.73	c	0.8	d

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

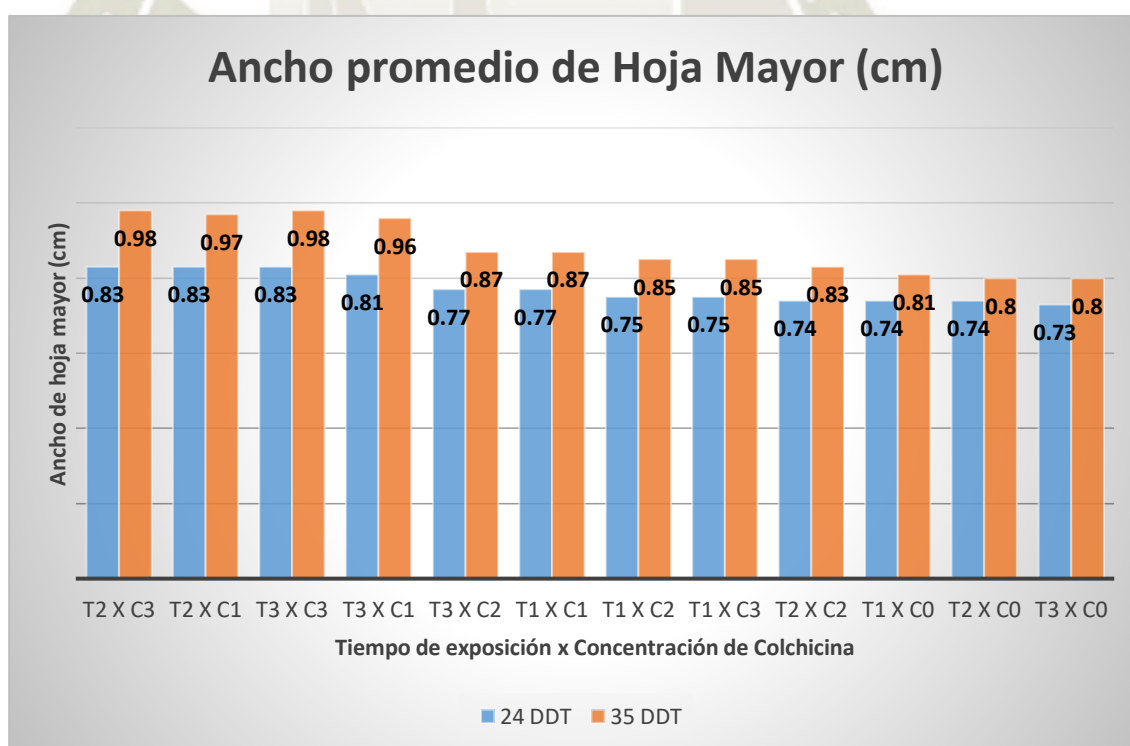


GRÁFICO 11: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T x Factor C.

1.4. NÚMERO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Illpa INIA 406)

A los 16 ddt los valores registrados en el área experimental muestran predominancia nula de algún tratamiento como se muestra en el Anexo 27, sucede todo lo contrario a los 35 ddt, lo cual se puede corroborar en el Anexo 28 con el Análisis de Varianza (ANVA), a un nivel de significancia del 5% y con un coeficiente de variabilidad de 4.26%. En dicho ANVA se encuentra significación estadística en los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y la combinación resultante de ambos factores. En el Cuadro 12, se observa que a los 35 ddt sobresale el Tiempo de exposición de 12 horas (T3) con 11.36 hojas en promedio.

CUADRO 12: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	35 ddt
	Medias
T3	11.36 a
T2	11 b
T1	10.21 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

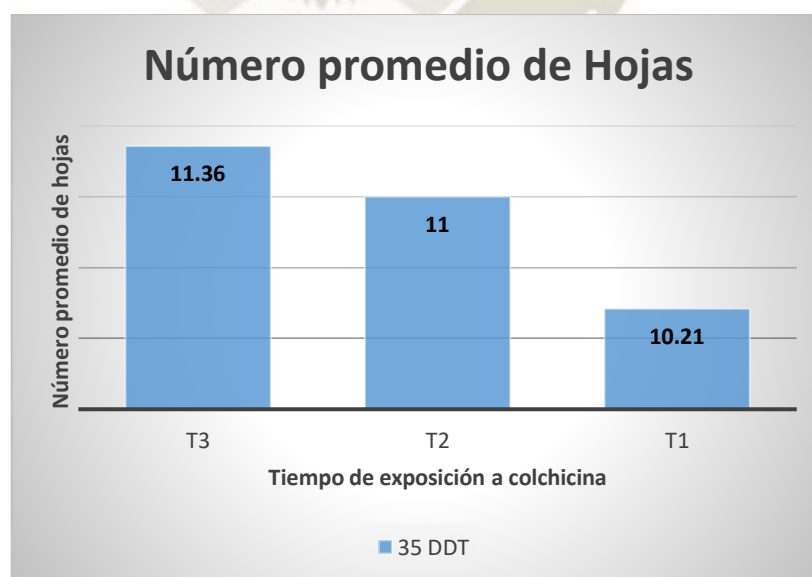


GRÁFICO 12: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T Tiempos de exposición a Colchicina

En el Cuadro 13 se aprecia que a los 35 ddt, las Concentraciones de colchicina que producen el mayor número de hojas son las de 0.05 y 4% (C1 y C3 respectivamente) con 12.09 y 11.91 hojas respectivamente.

CUADRO 13: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Concentraciones de Colchicina	35 ddt
	Medias
C1	12.09 a
C3	11.91 a
C2	10.04 b
C0	9.38 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

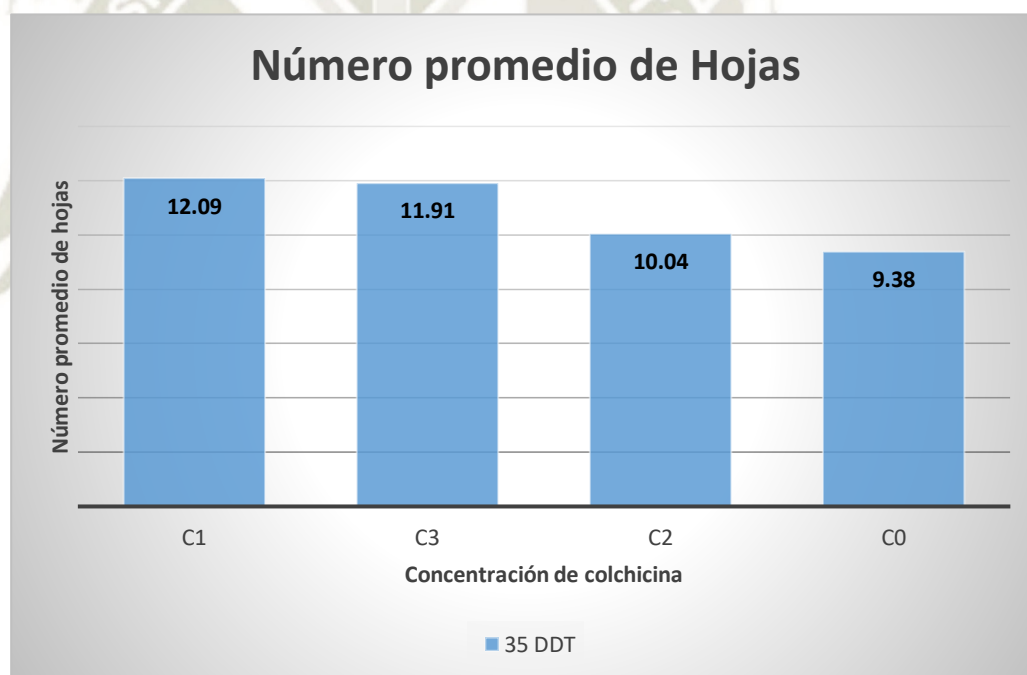


GRÁFICO 13: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)

Como se muestra en el Cuadro 14, para la combinación de ambos factores, a los 35 ddt la mayor cantidad de hojas las presentan aquellas plantas pertenecientes a las combinaciones de Tiempo x Concentración de colchicina de: T3 x C1, T3 x C3, T2 x C3 y T2 x C1, con valores de 12.88, 12.73, 12.68 y 12.64 respectivamente.

CUADRO 14: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de Exposición x Concentraciones	35 ddt	
	Medias	
T3 X C1	12.88	a
T3 X C3	12.73	a
T2 X C3	12.68	a
T2 X C1	12.64	a
T1 X C1	10.75	b
T3 X C2	10.44	b
T1 X C3	10.32	b
T1 X C2	10.24	b
T1 X C0	9.51	c
T2 X C2	9.45	c
T3 X C0	9.4	c
T2 X C0	9.23	c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

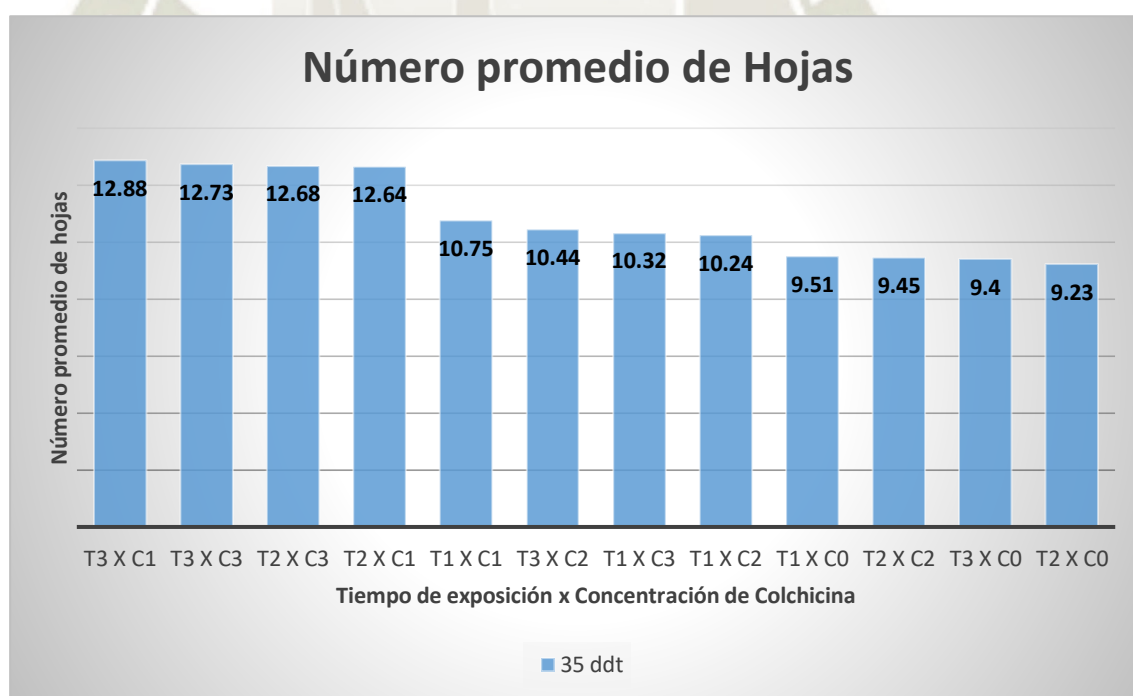


GRÁFICO 14: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor T x Factor C.

1.5.PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen

Var. Illpa INIA 406)

En el Anexo 30 con el Análisis de Varianza (ANVA), a un nivel de significancia del 5% y con un coeficiente de variabilidad de 8.65% encontramos heterogeneidad en el factor Sustrato. En el Cuadro 15, se observa que el Sustrato 2 (75% arena - 25 % Pro-mix) produce las más altas tasas de supervivencia con un 80 % de plántulas aclimatadas.

CUADRO 15: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Porcentaje de Supervivencia (%) Var. Illpa INIA 406, Factor S Sustratos (S), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	35 ddt
	Medias
S2	80 a
S1	67.08 b

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

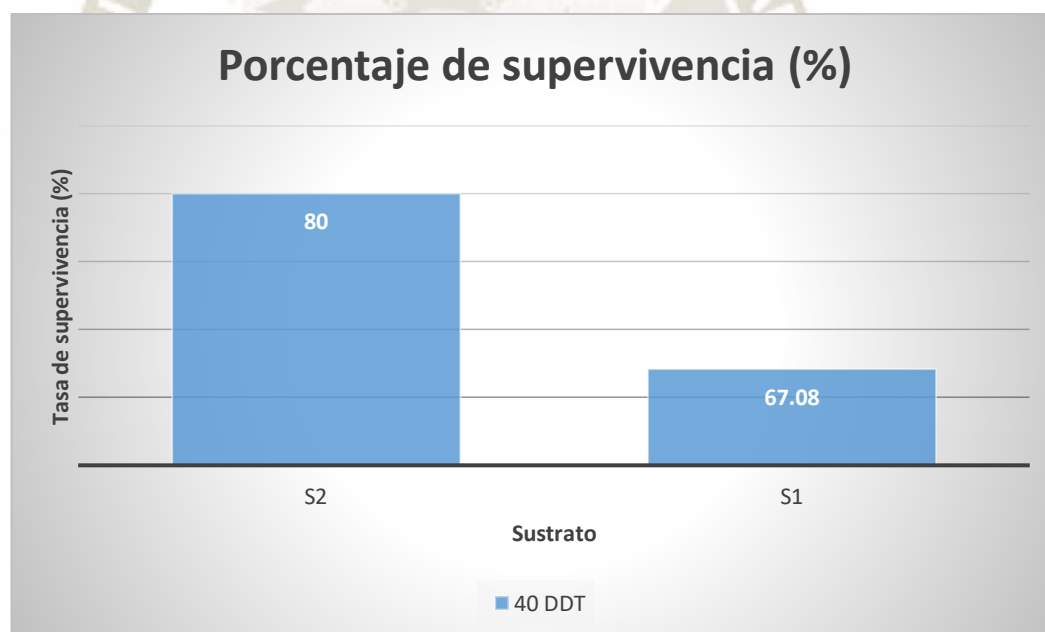


GRÁFICO 15: Porcentaje de supervivencia a los 40 días después del trasplante Var. Illpa INIA 406 Factor S Sustratos.

2. RESULTADOS PARA LA VARIEDAD CUPÍ

2.1. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Cupí)

En el Anexo 35 y 36 correspondientes al Análisis de Varianza (ANVA) pertenecientes a 8 y 16 ddt respectivamente, muestran nula significancia entre los valores, no obstante, en el Anexo 37 y 38 se observa en el ANVA, pertenecientes a los 24 y 35 ddt respectivamente, a un nivel de significancia del 5% y con coeficientes de variabilidad de 3.59 y 3.13% para cada caso, heterogeneidad entre los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y la combinación de los mismos. En el Cuadro 16, a los 24 ddt el tiempo de exposición de sobresale es el Tiempo de exposición de 4 horas (T1) con 7.28 cm de altura. Lo mismo sucede a los 35 ddt, el Tiempo de exposición de 4 horas sobresale produciendo 10.25 cm de altura.

CUADRO 16: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupí, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupí e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
T1	7.28 a	10.25 a
T2	6.88 b	9.9 b
T3	5.61 c	7.86 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

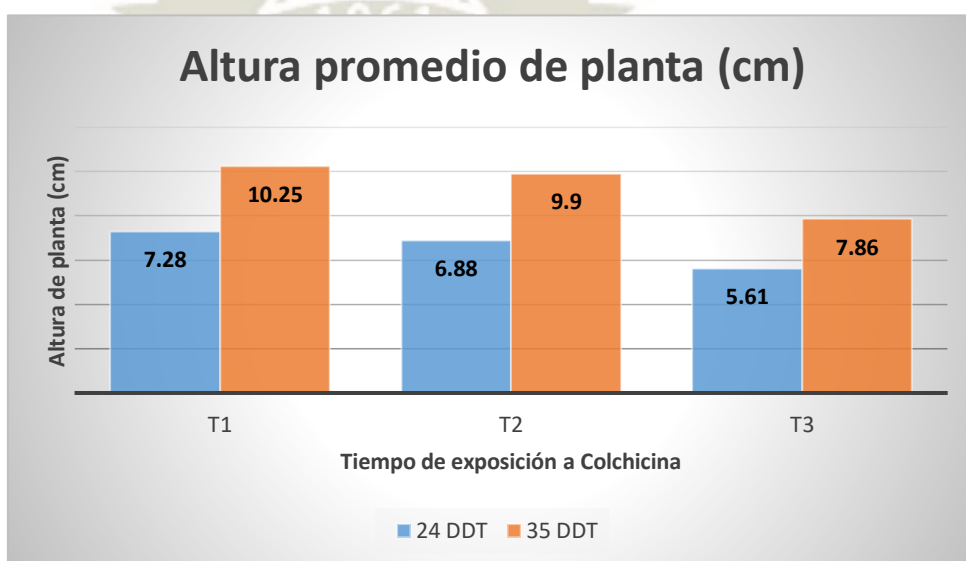


GRÁFICO 16: Altura plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupí Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.

En el Cuadro 17 se observa que a los 24 ddt, sobresale la Concentración de colchicina de 0 % (C0) con 7.35 cm de altura en promedio. A los 35 ddt la Concentración 0 % (C0) vuelve a sobresalir produciendo alturas promedio de 10.28 cm.

CUADRO 17: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Concentraciones de Colchicina	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
C0	7.35 a	10.28 a
C2	6.52 b	9.18 b
C1	6.4 b	9.16 b
C3	6.09 c	8.73 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

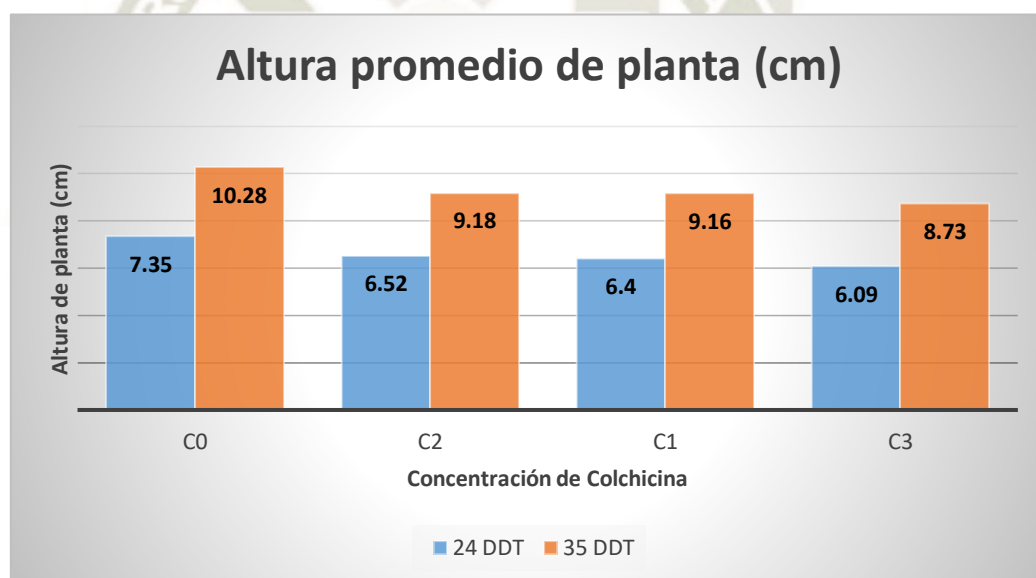


GRÁFICO 17: Altura de plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi, Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)

Como se muestra en el Cuadro 18, para la combinación de ambos factores, a los 24 ddt las mayores alturas se presentan con las combinaciones de Tiempo x Concentración de colchicina de: T3 x C0, T1 x C0, con alturas de 7.42 y 7.41 respectivamente. A los 35 ddt, las combinaciones de Tiempo x Concentración de colchicina que muestran las mayores alturas en promedio son las de: T2 x C3, T1 x C0, T2 x C0, T3 x C0, T2 x C2, T1 x C2, T1 x C1 y T2 x C1, con alturas de 10.38, 10.31, 10.27, 10.26, 10.22, 10.16, 10.15 y 10.11 para cada cual.

CUADRO 18: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Altura de plántulas (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de Exposición x Concentraciones	24 ddt		Tiempo de Exposición x Concentraciones	35 ddt	
	Medias			Medias	
T3 X C0	7.42	a	T1 X C3	10.38	a
T1 X C0	7.41	a	T1 X C0	10.31	a
T1 X C3	7.35	ab	T2 X C0	10.27	a
T2 X C0	7.24	ab	T3 X C0	10.26	a
T2 X C2	7.23	ab	T2 X C2	10.22	a
T1 X C2	7.2	ab	T1 X C2	10.16	a
T1 X C1	7.17	ab	T1 X C1	10.15	a
T2 X C1	7.01	b	T2 X C1	10.11	a
T2 X C3	6.03	c	T2 X C3	9	b
T3 X C2	5.12	d	T3 X C1	7.22	c
T3 X C1	5.01	d	T3 X C2	7.15	c
T3 X C3	4.89	d	T3 X C3	6.8	c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

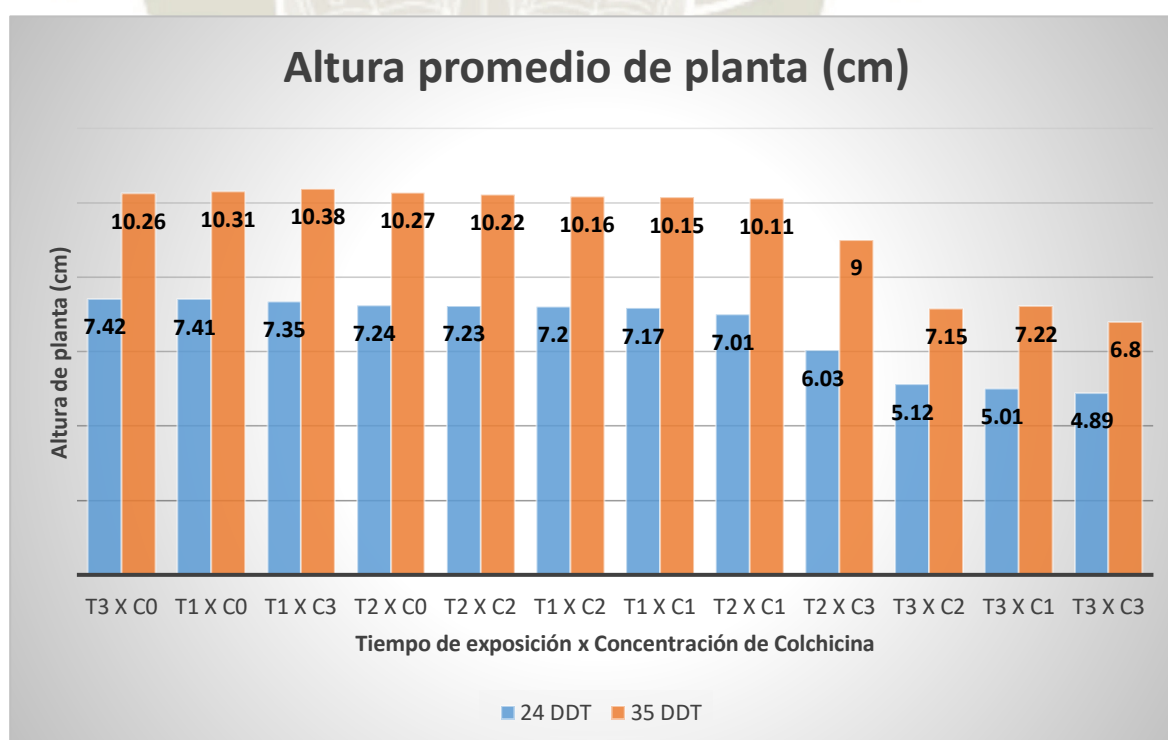


GRÁFICO 18: Altura de plantas a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T x Factor C.

2.2.LONGITUD PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Cupi)

Los valores de longitud promedio de hoja mayor a los 8 y 16 ddt no muestran mayores diferencias, es decir, estadísticamente todas las plantas poseen un mismo largo de hoja tal y como se muestra en el Anexo 43 y 44 respectivamente, por otra parte, en el Anexo 45 y 46 se observa en el Análisis de Varianza (ANVA), correspondientes a los 24 y 35 ddt, a un nivel de significancia del 5% y con coeficientes de variabilidad de 1.45 y 1.26% respectivamente, heterogeneidad en los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y la interacción de los mismos. En el Cuadro 19, a los 24 ddt se observa el Tiempo de exposición de 12 horas (T3) sobresale con 0.86 cm de longitud. A los 35 ddt, al exponer a colchicina las semillas germinadas durante 12 horas (T3) se obtienen las mayores longitudes de hoja con 0.98 cm en promedio.

CUADRO 19: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
T3	0.86 a	0.98 a
T2	0.80 b	0.92 b
T1	0.78 c	0.91 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

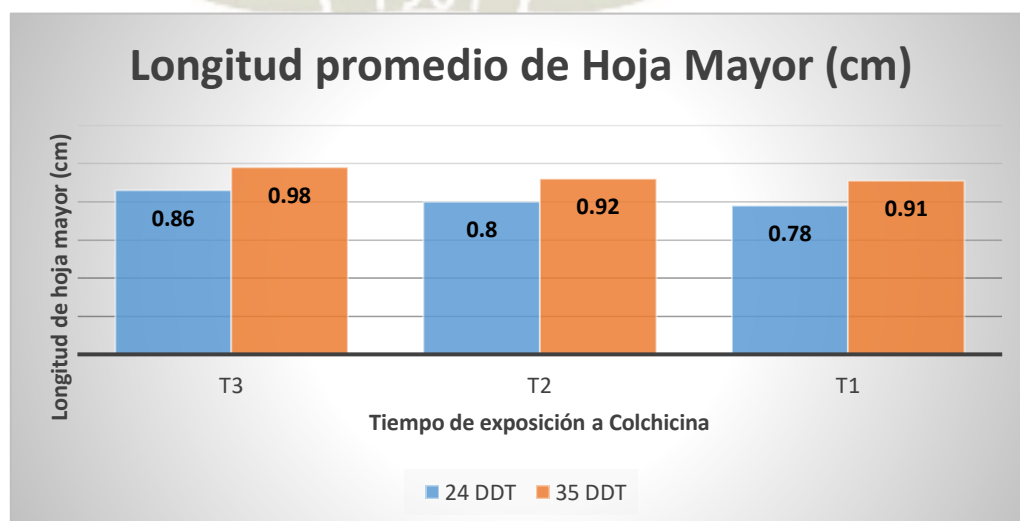


GRÁFICO 19: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T Tiempos de exposición a Colchicina.

En el Cuadro 20 se observa que a los 24 ddt, sobresale la Concentración de colchicina de 4 % (C3) con 0.83 cm. A los 35 ddt la misma concentración (C3) vuelve a producir las mayores longitudes con 0.95 cm en promedio.

CUADRO 20: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Concentraciones de Colchicina	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
C3	0.83 a	0.95 a
C1	0.82 a	0.94 a
C2	0.81 b	0.94 b
C0	0.79 c	0.91 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

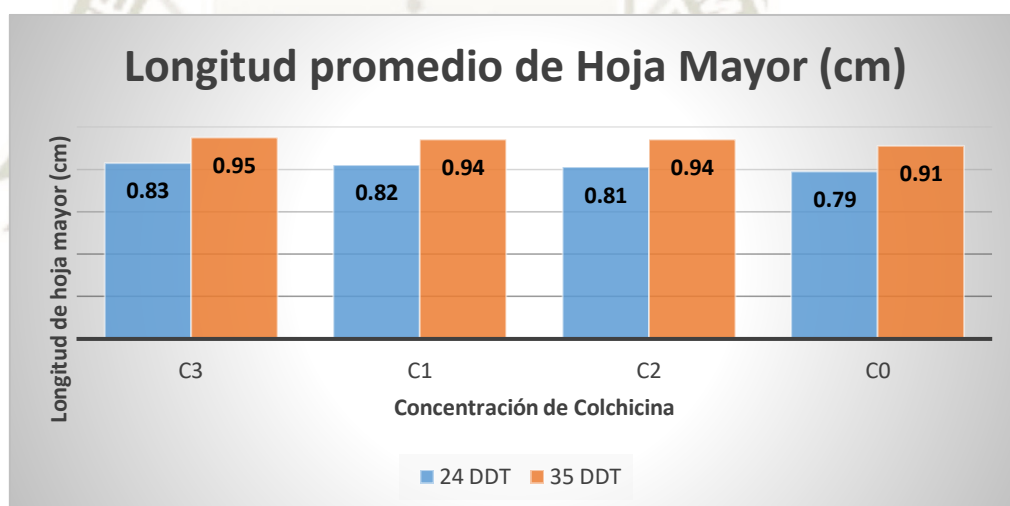


GRÁFICO 20: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)

Como se muestra en el Cuadro 21, para la combinación de ambos factores, se tiene que, con base estadística, las mayores longitudes se presentan con las combinaciones de Tiempo x Concentración de colchicina de: T3 x C1, T3 x C2 y T3 x C3, con longitudes de 0.89, 0.88 y 0.87 respectivamente. A los 35 ddt, las mayores longitudes se presentan con las combinaciones de Tiempo x Concentración de colchicina de: T3 x C1, T3 x C2 y T3 x C3, con longitudes de 1.01, 1 y 0.99 cm para cada caso.

CUADRO 21: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de Exposición x Concentraciones	24 ddt		35 ddt	
	Medias		Medias	
T3 X C1	0.89	a	1.01	a
T3 X C2	0.88	a	1	a
T3 X C3	0.87	a	0.99	a
T2 X C3	0.84	b	0.95	b
T2 X C0	0.8	b	0.91	c
T3 X C0	0.79	c	0.91	c
T2 X C1	0.79	cd	0.91	c
T2 X C2	0.78	cd	0.91	c
T1 X C1	0.78	cd	0.91	c
T1 X C0	0.78	cd	0.91	c
T1 X C3	0.78	cd	0.91	c
T1 X C2	0.77	d	0.91	c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

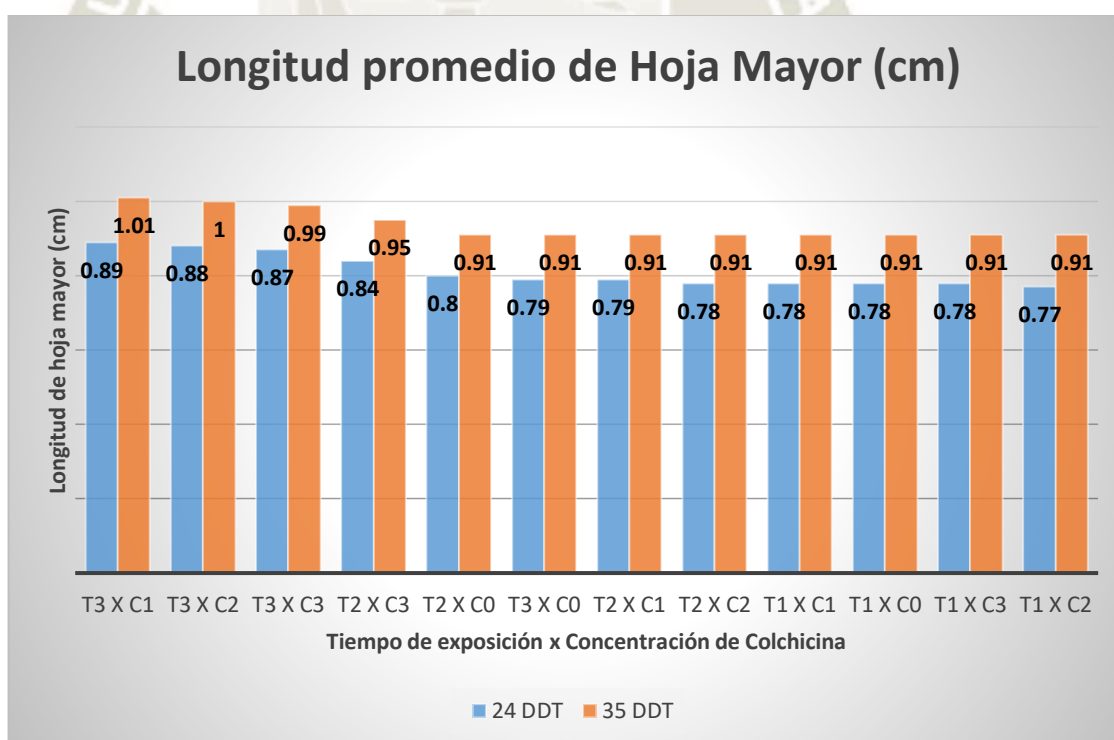


GRÁFICO 21: Longitud promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T x Factor C.

2.3. ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Cupi)

Los valores correspondientes a 8 y 16 ddt no muestran variabilidad estadística, por tanto, los valores correspondientes a cada tratamiento no varían con respecto a otro como se muestra en el Anexo 51 y 52 respectivamente, sin embargo, en el Anexo 53 y 54 se observa en el Análisis de Varianza (ANVA), perteneciente a los 24 y 35 ddt, a un nivel de significancia del 5% y con coeficientes de variabilidad de 1.33 y 1.65% respectivamente, heterogeneidad en los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina además de la combinación de los mismos. En el Cuadro 22, a los 24 ddt se observa que sobresale el Tiempo de exposición de 12 horas (T3) con 0.8 cm. A los 35 ddt el mismo tiempo de exposición (T3) causa los mayores valores con 0.91 cm de ancho.

CUADRO 22: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
T2	0.8 a	0.91 a
T3	0.76 b	0.82 b
T1	0.74 c	0.8 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

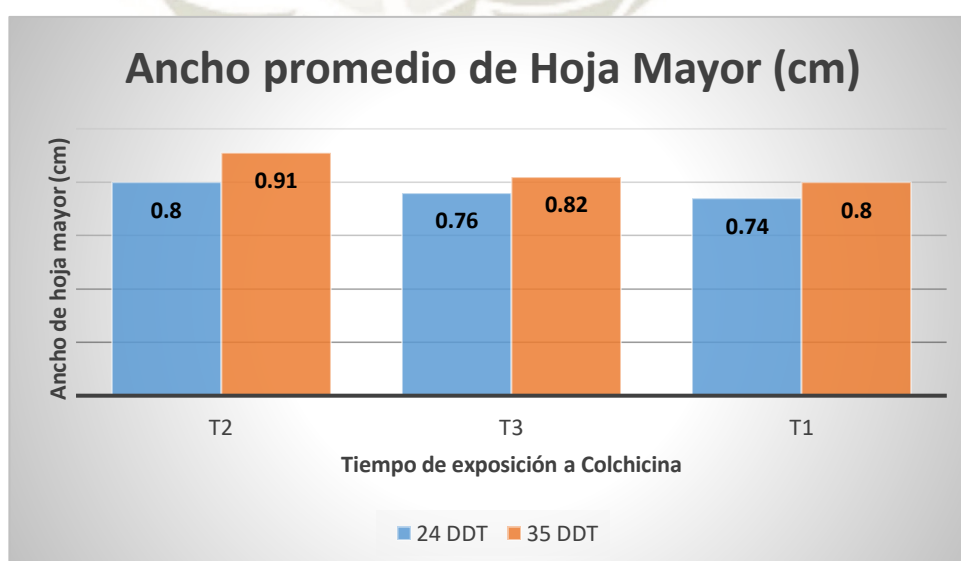


GRÁFICO 22: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T Tiempos de exposición a Colchicina

En el Cuadro 23 se observa que a los 24 ddt, sobresale la Concentración de colchicina de 4 % (C3) con 0.79 cm. A los 35 ddt la Concentración de colchicina de 4% (C3) sobresale una vez más con 0.89 cm de ancho.

CUADRO 23: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Concentraciones de Colchicina	24 ddt	35 ddt
	Medias	Medias
C3	0.79 a	0.89 a
C1	0.78 b	0.84 b
C2	0.77 b	0.84 b
C0	0.74 c	0.81 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

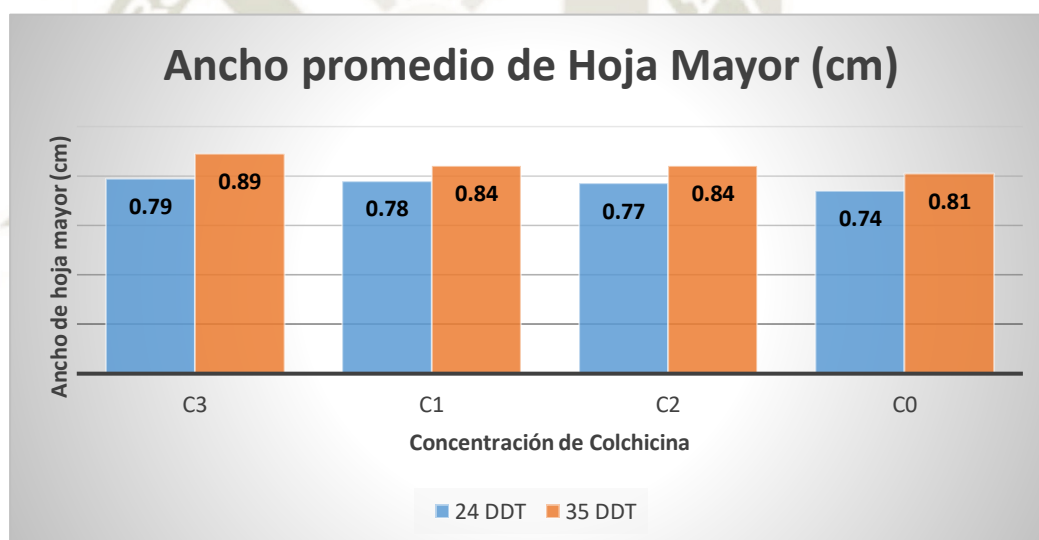


GRÁFICO 23: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)

Interpretando el Cuadro 24, se tiene que, con base estadística, el valor más alto de ancho promedio de hoja mayor se presenta en la combinación de Tiempo x Concentración de colchicina de: T3 x C1, con 0.83 cm. A los 35 ddt, las mayores anchuras se presentan con las combinaciones de Tiempo x Concentración de colchicina de: T3 x C1, T3 x C3 y T3 x C2, con valores de 0.94, 0.94 y 0.93 respectivamente.

CUADRO 24: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 y 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de Exposición x Concentraciones	24 ddt		35 ddt	
	Medias		Medias	
T3 X C1	0.83	a	0.94	a
T3 X C2	0.83	ab	0.93	a
T3 X C3	0.81	bc	0.94	a
T2 X C3	0.81	c	0.91	b
T2 X C1	0.75	d	0.79	c
T1 X C0	0.75	d	0.81	c
T1 X C3	0.75	d	0.81	c
T1 X C1	0.74	d	0.8	c
T2 X C0	0.74	d	0.8	c
T2 X C2	0.74	d	0.8	c
T3 X C0	0.74	d	0.8	c
T1 X C2	0.74	d	0.8	c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

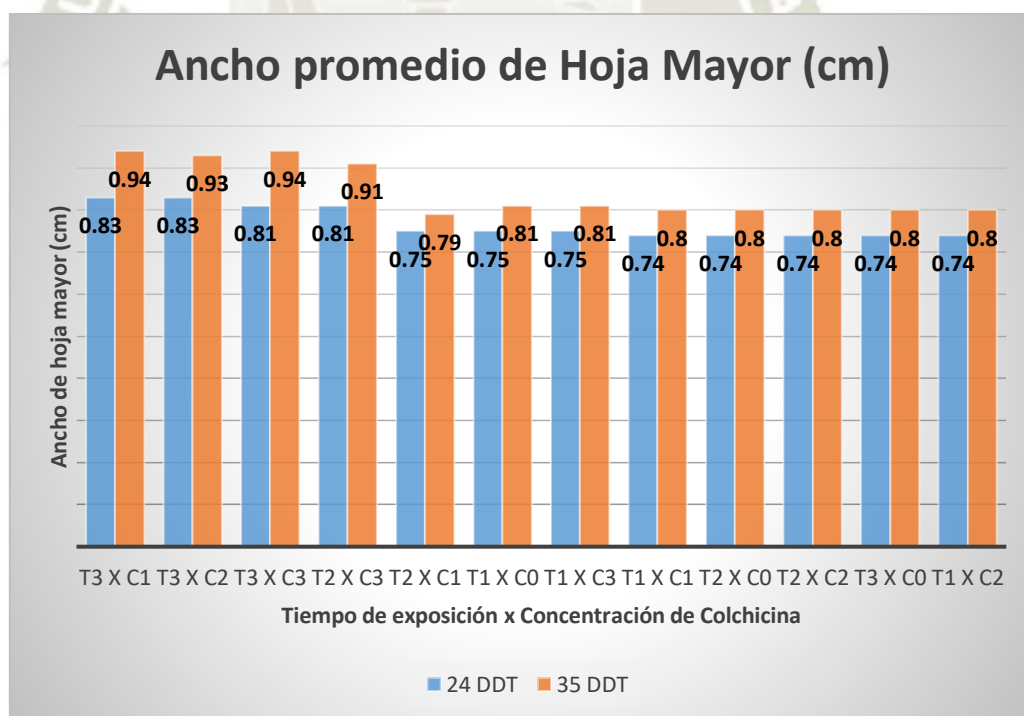


GRÁFICO 24: Ancho promedio de hoja mayor a los 24 y 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T x Factor C.

2.4. NÚMERO PROMEDIO DE HOJAS (*Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Cupi)

Los valores correspondientes a 16 ddt muestran la inexistencia de la predominancia de algún tratamiento por sobre otro, por lo cual, estadísticamente todos los datos son iguales, tal y como se muestra en el Anexo 57, a los 35 ddt, si se observa diferencia significativa, lo cual se puede verificar en el Anexo 58 con el Análisis de Varianza (ANVA), a un nivel de significancia del 5% y con un coeficiente de variabilidad de 3.65%. En dicho ANVA se encuentra significancia estadística a nivel de los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y la interacción de ambos. En el Cuadro 25, se observa que a los 35 ddt sobresale el tiempo de exposición a colchicina de 12 horas (T3) con 11.79 hojas en promedio.

CUADRO 25: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Factor T Tiempos de exposición a colchicina (T), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	35 ddt
	Medias
T3	11.79 a
T2	10.49 b
T1	9.87 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

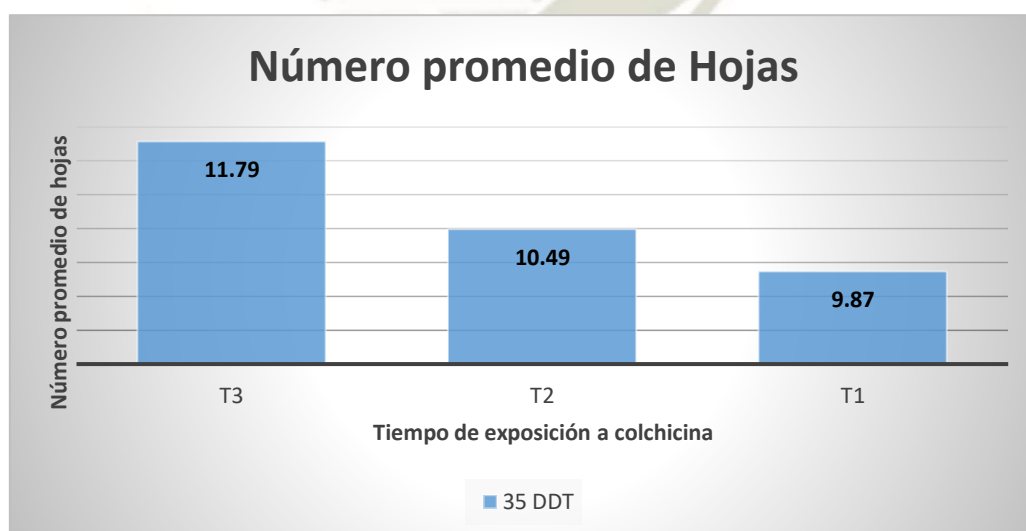


GRÁFICO 25: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T Tiempos de exposición a Colchicina

En el Cuadro 26 se aprecia que a los 35 ddt, la Concentración de colchicina que produce el mayor número de hojas es la Concentración de colchicina de 4% (C3) con 11.63 hojas en promedio.

CUADRO 26: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Factor C Concentraciones de colchicina (C), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Concentraciones de Colchicina	35 ddt
	Medias
C3	11.63 a
C2	11.01 a
C1	10.91 b
C0	9.31 c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

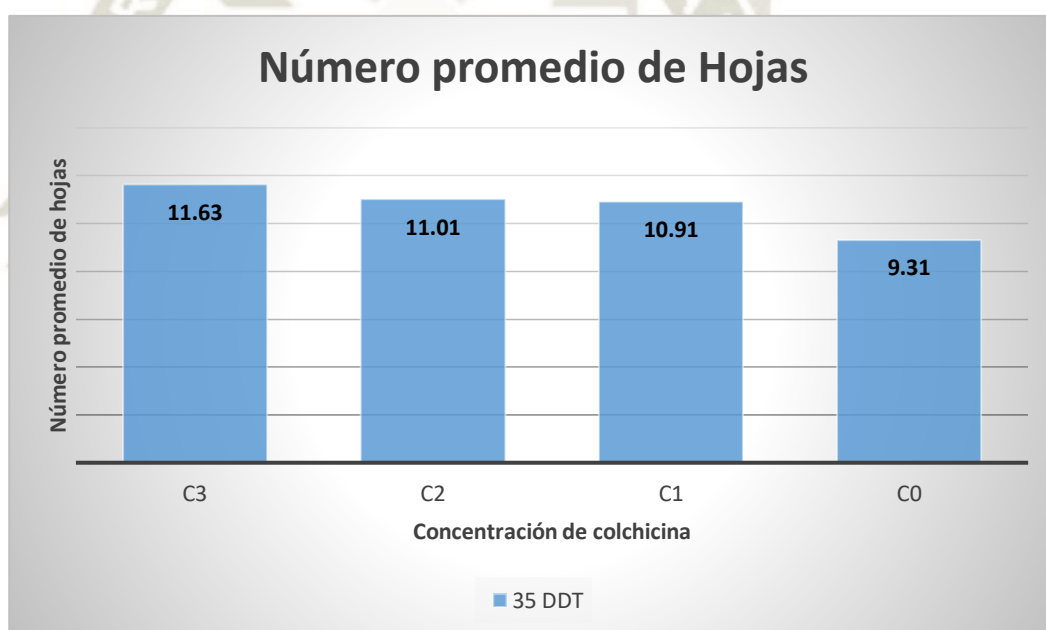


GRÁFICO 26: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor C Colchicina Concentraciones de colchicina (C)

Interpretando el Cuadro 27, se tiene que, con base estadística, los mayores valores se presentan con las combinaciones de Tiempo x Concentración de colchicina de: T3 x C3, T3 x C1, T3 x C2 y T2 x C3, con valores de 12.63, 12.6, 12.55 y 12.53 respectivamente.

CUADRO 27: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el efecto de la interacción Tiempo de exposición x Concentración de colchicina (T x C) para Número promedio de hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de Exposición x Concentraciones	35 ddt	
	Medias	
T3 X C3	12.63	a
T3 X C1	12.6	a
T3 X C2	12.55	a
T2 X C3	12.53	a
T2 X C2	10.26	b
T1 X C2	10.22	b
T1 X C1	10.11	b
T2 X C1	10.01	b
T1 X C3	9.74	bc
T1 X C0	9.4	c
T3 X C0	9.38	c
T2 X C0	9.15	c

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

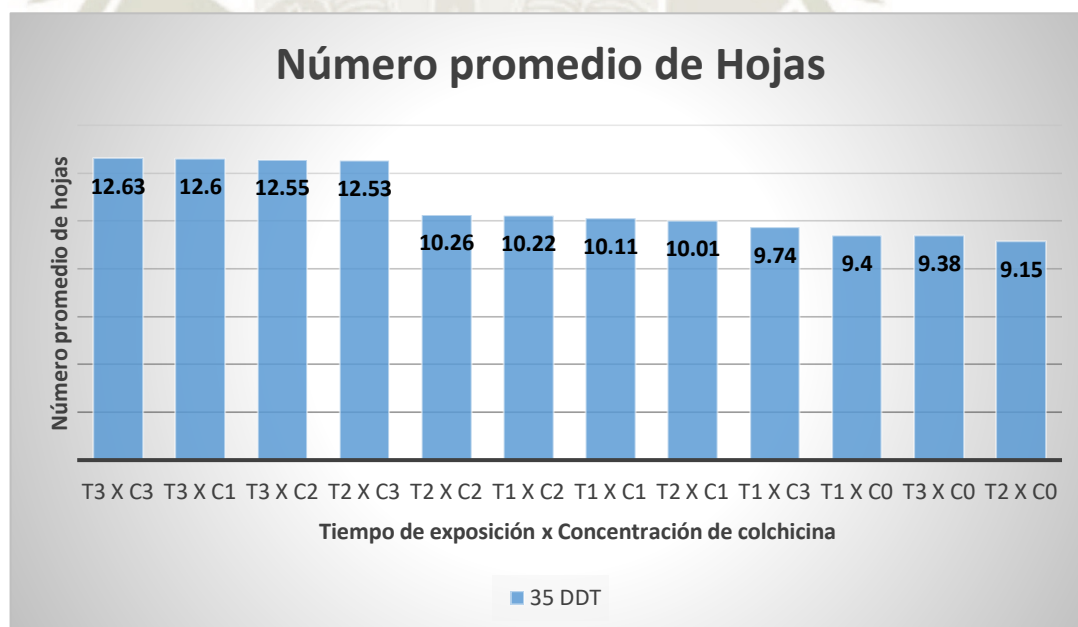


GRÁFICO 27: Número promedio de hojas a los 35 días después del trasplante Var. Cupi Factor T x Factor C.

2.5.PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen

Var. Cupi)

En el Anexo 60 se puede constatar en el Análisis de Varianza (ANVA), a un nivel de significancia del 5% y con un coeficiente de variabilidad de 7.62%, la presencia de heterogeneidad en el factor Sustrato. En el Cuadro 28, se observa que el Sustrato 2 (75% arena - 25 % Pro-mix) produce las más altas tasas de supervivencia con un 81.25 % de plántulas aclimatadas.

CUADRO 28: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Porcentaje de Supervivencia (%) Var. Cupi, Factor S Sustratos (S), Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021.

Tiempo de exposición	35 ddt
	Medias
S2	81.25 a
S1	66.67 b

Nota: Letras iguales indican promedios sin diferencia significativa

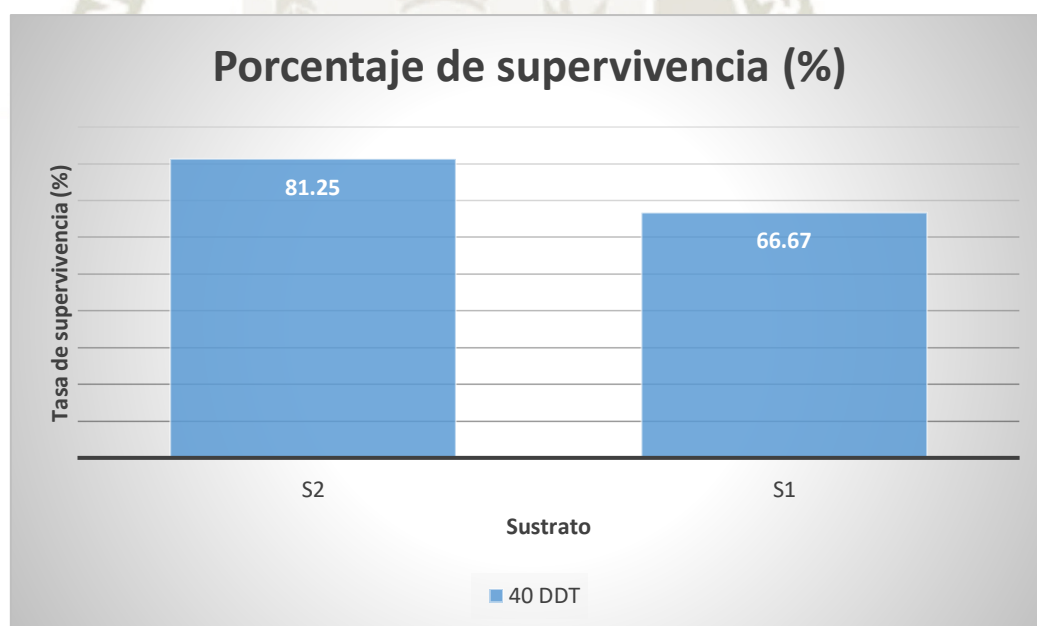


GRÁFICO 28: Porcentaje de supervivencia a los 40 días después del trasplante Var. Cupi Factor S Sustratos.

CAPÍTULO V

1. DISCUSIÓN

1.1. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS (*Chenopodium pallidicaule***Aellen Var. Illpa INIA 406)**

La ejecución del trabajo de investigación se realizó en condiciones de microinvernadero con cubierta de plástico, por lo cual, el fundamento es evitar abrir las estructuras más que para la aplicación del riego durante el proceso de aclimatación *ex vitro*, por lo cual, los riegos se dieron una vez por semana, por tanto, la toma de datos se tenía que realizar a la par con el riego para aprovechar la apertura de la estructura, por consiguiente se tuvieron las evaluaciones de 8, 16, 24 y 35 días después del trasplante (ddt), el desarrollo de las plántulas a lo largo del periodo descrito se puede ver en el Anexo 61. A los 8 ddt, se observaron alturas que, en lo referente a Sustratos, Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y todas las combinaciones resultantes, a nivel estadístico no mostraban significancia alguna, no obstante, se pudo observar que el tratamiento 7, mostró la mayor altura con 3.53 cm en promedio. A los 16 ddt, se pudo notar una nula significancia estadística con respecto a los factores Sustrato, Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y todas las combinaciones resultantes, pero, los tratamientos 1, 18 y 21 mostraron las mayores alturas con 4.88 cm en promedio. A los 24 ddt, se muestra significancia estadística a nivel de los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y la combinación de ambos, pudiendo observar que, a nivel de Tiempos de exposición, es el Tiempo de 4 horas el que registra mayor altura (7.75 cm en promedio) a diferencia de los Tiempos 8 y 12 horas, mismos que alcanzaron 7.55 y 7.54 cm cada uno. A nivel de Concentraciones, las de 0 y 2% alcanzaron las mayores alturas (7.81 y 7.78 cm respectivamente) al contrario de las concentraciones de 4 y 0.05%. Con respecto a la interacción de Tiempos x Concentraciones se percibe que las mayores alturas son alcanzadas principalmente por las combinaciones de tiempos con concentraciones de 0% y 2 % de colchicina. Finalmente, en la evaluación a los 35 ddt se observaron las mismas significancias estadísticas que a los 24 ddt.

Por tanto, podemos observar que el uso de un determinado sustrato no generó efecto alguno sobre la Altura de plántulas estadísticamente hablando, sin embargo,

los tiempos de exposición y concentraciones de colchicina si lo hicieron, ya sea independientemente como factores o la combinación de los mismos, por lo que podemos notar un efecto de enanismo, ya que las plantas testigo (concentración de colchicina al 0%) mostraron alturas mayores, siguiéndole de cerca las concentraciones al 2%. Por tanto, Marzougui et al. Citado por Caballero (2016), menciona que una de las anomalías producidas por la colchicina son enanismo, follaje arrugado o plantas débiles con desordenes fisiológicos.

En adición, Bonet (2010), menciona un efecto de enanismo en plantas de fresa tratadas con colchicina con fines de mejoramiento genético. Reafirmando lo dicho por los autores ya mencionados, Manzoor et al. (2018), al aplicar concentraciones de 0.1%, 0.2% y 0.3% durante 24 horas en Gladiolos, afirma que la colchicina tuvo un efecto inhibitor sobre el crecimiento de planta y redujo significativamente la altura en todas las concentraciones, en plantas tratadas, disminuyeron su altura con valores que van desde los 65.0 a los 68.1cm, en comparación con las plantas no tratadas (91,5 cm). No obstante, como se puede observar en el Anexo 62, se pudieron encontrar plantas con alturas que superaban a las plantas testigo, Salazar et al. (2018) hace referencia al incremento de altura de planta con aplicaciones de colchicina, puesto que al aplicar concentraciones de colchicina de 0.025 y 0.1 % durante 24 y 48 horas, obtuvo resultados de 7.3 cm en promedio y 5 cm en promedio para aquellas que no fueron expuestas al agente mutagénico, no obstante, en el caso de la presente investigación, las plantas con un aumento en la altura no fueron predominantes, cosa que si sucedió con las plantas enanas. De este modo se explica el porqué de la presencia de plantas con menores alturas en las concentraciones más altas de colchicina, puesto que como podemos notar, en los diferentes experimentos llevados a cabo con el uso de colchicina, son las mayores concentraciones las que generan los mejores efectos.

1.2. LONGITUD PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Illpa INIA 406)

Al igual que en el caso anterior, las evaluaciones se establecieron de acuerdo a los días de riego.

En lo referente a los valores obtenidos a los 8 ddt y 16 ddt, se muestra una nula significancia, tanto a nivel de sustratos, tiempos de exposición, concentraciones de colchicina y todas las combinaciones resultantes, sin embargo, a los 24 ddt es

donde podemos notar diferencias a nivel de tiempos de exposición, concentraciones de colchicina la combinación de ambos factores, cayendo en cuenta de que se lograron alcanzar mayores longitudes en tiempos de exposición de 8 y 12 horas, con 0.83 y .82 cm respectivamente, las concentraciones sobresalientes fueron las de 4% y 0.05% con 0.84 cm de longitud para ambos casos.

A los 35 ddt se reporta significancia estadística única y exclusivamente en tiempos de exposición, concentraciones de colchicina y la combinación de los mismos. En estos datos se logra observar que sobresalen los tiempos de 12 y 8 horas con valores 0.94 cm de longitud en promedio para ambos casos. En lo que respecta a las concentraciones de colchicina, sobresalen claramente las concentraciones de 4 y 0.05 % con 0.96 cm de longitud promedio en ambas circunstancias.

Yu wu (2013) menciona que aplicando concentraciones de colchicina de 0.1% durante 8 horas en plantas de Pachuli (*Pogostemon cablin*) logra ver efectos en lo que respecta a la longitud foliar, con 7.63 cm para las plantas tratadas y 3.41 cm para los testigos.

Por otro lado, Sánchez et al. (2012) menciona que con aplicaciones de 0.01% de colchicina durante 48 horas, logro diferencias morfológicas por encima de los testigos, muchos autores reportan las características de giga como un resultado de la aplicación de colchicina en plantas, sobre todo en relación al área foliar y el tamaño de las flores en el caso de *Mecardonia tenella*.

1.3. ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Illpa INIA 406)

Como se reportó en el caso de longitud promedio de hoja mayor, estadísticamente no se pudieron ver diferencias en el ancho promedio de hoja mayor a los 8 y 16 ddt.

Por otro lado, a los 24 ddt se pudo observar heterogeneidad a nivel de tiempos de exposición y concentraciones de colchicina, así como de la combinación de estos factores, sobresaliendo los tiempos de 8 y 12 horas con 0.79 y 0.78 cm respectivamente, a nivel de concentraciones, la concentración 3 y la concentración 1 obtuvieron los mejores resultados con 0.8 cm en ambos casos.

A los 35 ddt se observaron los mismos resultados que a los 24 ddt con valores de 0.9 cm para los tiempos de exposición de 8 y 12 horas, y en lo referente a las concentraciones, se obtuvieron 0.94 y 93 cm para las concentraciones de 4 y 0.05 % respectivamente.

Los datos observados en cuanto al ancho promedio de hoja mayor están estrechamente relacionados al tema de largo promedio de hoja mayor, esto es debido a que la colchicina produce efectos de este tipo a nivel foliar, tal y como referencia Barrera (2010), que en su investigación referente al efecto de la colchicina sobre *Helianthus annuus* y *Thlaspi rotundifolia*, probó que conforme más altas eran las dosis de colchicina, los efectos sobre los diferentes caracteres morfológicos tales como Altura de plántulas, ancho foliar, largo foliar y longitud de pedúnculo, mostraban diferencias significativas con respecto a los testigos, yendo más específicamente a los datos de largo y ancho foliar, mostro a diferencia de la presente investigación, un decrecimiento a nivel de estas características morfológicas con diferencias de hasta 2 cm.

A diferencia del caso anterior, Yu wu (2013), al aplicar concentraciones de colchicina de 0.1% durante 8 horas en plantas de Pachuli (*Pogostemon cablin*) noto un incremento de 4 cm en promedio en las longitudes foliares, además de un aumento a nivel de ancho foliar, puesto que en sus tratamientos testigo reportó un ancho foliar de 3.26 cm en testigos y 5.97 cm en plantas sometidas a colchicina.

1.4. NÚMERO PROMEDIO DE HOJAS (*Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Illpa INIA 406)

A diferencia de las 3 mediciones anteriormente expuestas, el número promedio de hojas se contabilizó cada dos semanas, esto debido a que es una característica morfológica que no muestra cambios considerables en periodos de tiempo tan cortos como si lo es el tema de crecimiento a nivel foliar y de entrenudos.

Siguiendo con los datos obtenidos, se muestra a los 16 ddt una nula significancia en lo que respecta a los factores de sustratos, tiempo de exposición, concentraciones y todas las combinaciones que de estos resulten. Sin embargo, se registró un mayor número de hojas en los tratamientos 2, 4 y 22, con 6.05 hojas en promedio para los tres casos.

Al contrario de lo que se pudo observar en la evaluación a los 16 ddt, a los 35 ddt se pudieron ver diferencias significativas a nivel de tiempo de exposición, concentraciones de colchicina y la combinación resultante de los factores ya mencionados. Los datos obtenidos muestran una clara predominancia del tiempo de 12 horas, con un promedio de 11.36 hojas. Las concentraciones sobresalientes fueron las de 0.05 y 4 % con 12.09 y 11.91 hojas en promedio.

Según lo expuesto por Salazar et al. (2018), al aplicar concentraciones de colchicina de 0.025 y 0.1 % durante 24 y 48 horas en plantas de *Kalanchoe daigremontiana*, demostraron que características tales como el número de hojas, puesto que a diferencia de sus tratamientos testigo que presentaban 7.5 hojas en promedio, las aplicaciones de 0.025% poseían 14.5 hojas en promedio y las aplicaciones de 0.1 % figuraban un total de 13.5 hojas en promedio.

1.5. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Illpa INIA 406)

El porcentaje de supervivencia al contrario de las demás variables medidas, se decidió evaluar a los 40 días después del trasplante, debido a que las plantas fueron expuestas al medio ambiente externo a los 30 ddt. Por consiguiente, los valores que se puedan haber obtenido serían mucho más fidedignos ya que solo se estarían contabilizando aquellas plantas que han logrado adaptarse a condiciones de luz, temperatura y humedad relativa normales.

Estadísticamente, se notó única y exclusivamente diferencias significativas en lo que a sustratos respecta, obteniendo una tasa de supervivencia del 80% en el sustrato 2, conformado por una mezcla de 75% Arena y 25% Pro-mix, por lo que podemos asegurar que con el uso de ese sustrato se ha obtenido una aclimatación éxitos puesto que a palabras de Gil et al. (2017), una aclimatación igual o superior al 80% es considerada como aceptable.

Los sustratos ejercen una influencia significativa en la arquitectura del sistema radical de las plantas y en las asociaciones biológicas de este con el suelo, influenciando el estado nutricional y la translocación de agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. Uno de los requisitos fundamentales que debe cumplir el sustrato para su utilización es la sanidad. Por lo tanto, el sustrato es pieza clave para lograr el desarrollo de la planta. Es por ello que citando a Cifuentes (2003),

utilizando combinaciones de Pro-mix y Arena para la aclimatación de *Stevia rebaudiana* en proporciones; 1/3,1/1, 3/1; demostró que la tasa de supervivencia se ve afectada por dichas proporciones, siendo la proporción 1/1 con la que se obtuvo mejores resultados, seguidas por la proporciones 1/3 y al final la 3/1 con valores de 100, 81 y 66.7% respectivamente, mostrando así que un sustrato compuesto por partes iguales de pro-mix y arena generan los mejores resultados, cosa que no sucede con sustratos en los que predomina el componente Pro-mix en los que se obtienen porcentajes de supervivencia que rozan el fracaso en la aclimatación.

Por otra parte, Maza (2014), en su investigación con respecto a la aclimatación de Anturio (*Anthurium andreaeanum*), muestra resultados desfavorables (76.7 y 70% de supervivencia) atribuyéndolos a la contaminación y a la falta de nutrientes de los sustratos, mismos que están compuestos principalmente por componentes inorgánicos, por el contrario, obtiene tasas de supervivencia de 84.6, 90 y 96.7 % en sustratos compuestos por materia orgánica principalmente, adjudicándole el éxito a las propiedades de nutrientes de los sustratos, a su porosidad y alta retención de humedad.

En adición, se sabe que a medida que disminuye el tamaño de poros las fuerzas de retención del agua aumentan. De esta manera, se ven afectados el drenaje, la aireación, la disponibilidad de agua y el crecimiento de las raíces. En consecuencia, citando a Gil et al. (2017), podemos afirmar que la arena como componente necesario para la aireación es muy importante, ya que, al mezclar arena con humus y musgo, logro alcanzar mejores resultados a comparación de otras mezclas, aseguran también que la adición de cierta cantidad de humus, como materia orgánica en la aclimatación de plántulas, favorece al desarrollo radical en número y longitud, por lo cual intuimos que la mezcla de Pro-mix (formado por perlita, vermiculita, macro y micronutrientes, cal dolomítica y calcítica) y arena genera las condiciones perfectas para el desarrollo de las raíces de las plántulas de Cañihua, que a palabras de Apaza (2010), posee un sistema de raíces finas, por lo tanto, requieren un sustrato con una correcta aireación y drenaje, con capacidad de retención de agua y que sea rico en materia orgánica para una mejor adaptación y desarrollo.

En el Anexo 63 se pueden observar plántulas después de haber pasado por el proceso de aclimatación.

1.6. ALTURA PROMEDIO DE PLÁNTULAS (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Cupi)

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se ejecutó en condiciones de microinvernadero con cubierta de plástico, por lo cual, el fundamento es soslayar el abrir las estructuras más que para la aplicación del riego durante el proceso de aclimatación *ex vitro*, por lo tanto, los riegos se dieron una vez por semana, lo que llevo a que la toma de datos se lleve a cabo a la par con la dotación de agua para aprovechar la apertura de la estructura, por consiguiente se tuvieron las evaluaciones de 8, 16, 24 y 35 días después del trasplante (ddt), el desarrollo de las plántulas a lo largo del periodo descrito se puede ver en el Anexo 64. A los 8 y 16 ddt, se observaron alturas que, en lo referente a Sustratos, Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y todas las combinaciones resultantes, a nivel estadístico no mostraban significancia alguna, sin embargo, se pudo observar que el tratamiento 5 y el tratamiento 11 sobresalieron a los 8 ddt y a los 16 ddt respectivamente, con valores de 3.42 y 4.55 cm en promedio. A los 24 ddt, se muestra significancia estadística a nivel de los factores de Tiempos de exposición, Concentraciones de colchicina y la combinación de ambos, pudiendo observar que, a nivel de Tiempos de exposición, es el Tiempo de 4 horas el que registra mayor altura (7.28 cm en promedio) a diferencia de los Tiempos 8 y 12 horas, mismos que alcanzaron 6.88 y 5.61 cm cada uno. A nivel de Concentraciones, la concentración 0 % alcanzo la mayor altura (7.35 cm) a diferencia de las concentraciones de 4, 2 y 0.05%. A los 35 ddt, se observaron las mismas significancias que a los 24 ddt, siendo el Tiempo 1 (4 horas) el que presento las mayores alturas (10.25 cm) y la concertación al 0% presento las plantas más altas nuevamente con un promedio de 10.28 cm)

Podemos apreciar que el uso de un determinado sustrato no generó efectos distintos sobre la altura de planta, sin embargo, los tiempos de exposición y concentraciones de colchicina si lo hicieron, notando que nuevamente se presenta el efecto de enanismo en estas plantas, que citando a Barrera (2010), es uno de los tantos efectos que la colchicina puede producir en las plantas.

Citando a Rahim et al. (2018), efectos de enanismo derivados de la colchicina fueron reportados en experimentos conducidos en manzanas (*Malus domestica*), al igual que Liu et al. (2007) en su trabajo realizado en *Platanus acerifolia*. En adición, un estudio llevado a cabo por Monardes (2010), indica que en un trabajo realizado plantas de *Arabidopsis thaliana*, donde la aplicación del fármaco mutagénico va acompañada no de sobre-crecimiento de la planta sino de enanismo, condición que tiene lugar sin modificación aparente de los ejes de expansión celular. En dicha investigación, explica este fenómeno como la consecuencia de una serie de eventos provocados por la colchicina, misma que genera una pérdida de la orientación de las fibras de actina que marcan el eje primario de elongación de las células interfásicas (células en crecimiento y síntesis para la próxima división), de manera que se producen estructuras celulares isodiamétricas no existiendo eje de elongación preferente en cada célula, esta carece de la distinción entre una expansión localizada (como es el caso de las células de los pelos radicales y tubo polínico) o una expansión distribuida por toda su superficie (como en la mayoría de células vegetales). Este fenómeno se puede considerar que culmina en un enanismo de la planta. En conclusión, el defecto principal de sus células está en la pérdida de orientación del eje preferente o único de crecimiento, volviéndose los órganos aéreos de la planta cortos y anchos.

Como se reportó en el caso anterior con la variedad Illpa INIA 406, también se obtuvieron algunas plantas con un efecto de alargamiento de entrenudos como se puede observar en el Anexo 65, expresado en una mayor Altura de plántulas, es decir, todo lo contrario, a lo anteriormente expuesto, no obstante, este fenómeno se presentó con poca frecuencia. Citando a Caballero (2016), aplicando colchicina en plantas de *Aloe vera*, la duplicación cromosómica en las células causó un incremento en la altura de las plantas.

Explicando más este fenómeno, Márquez et al. (S.F.) identifican a la colchicina como un fármaco antimitótico que detiene o inhibe la división celular en metafase o en anafase. Es un compuesto que evita la distribución de las cromátidas de un cromosoma durante la mitosis, provocando la duplicación cromosómica de la célula filial, ya que aunque no haya separación, sí hubo duplicación previa del material genético.

1.7. LONGITUD PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Inia Cupi)

Las evaluaciones se establecieron de acuerdo a los días de riego. A los 8 ddt y 16 ddt, se registra una inexistente significancia en todos los factores y las combinaciones resultantes de los mismos, en comparación a las evaluaciones de 24 ddt, en donde podemos analizar la heterogeneidad en tiempos de exposición, concentraciones de colchicina y la combinación de dichos factores, observado que se logró una mayor longitud al exponer plántulas a 12 horas, con valores de 0.86 cm en promedio, la concentración resaltante fue la de 4% con 0.83 cm de longitud. A los 35 ddt se presenta significancia estadística en tiempos de exposición, concentraciones de colchicina y la combinación de los mismos. Al exponer a 12 horas de colchicina se obtienen los valores más altos, con 0.98 cm de longitud en promedio. Por otra parte, la concentración de 4% de colchicina genera la mayor longitud, siendo esta de 0.95 cm en promedio en ambas.

Sadat et al. (2017), al aplicar concentraciones de colchicina al 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 y 0.5% en seis duraciones diferentes de exposición, incluyendo 6, 12, 24, 36 y 48 horas sobre semillas germinadas de Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.), noto especialmente en la concentración de 0.05% que dichas plantas fueron más grandes que aquellas que no habían sido expuestas al agente mutagénico, principalmente para los valores de altura de la planta, la longitud de la hoja, el diámetro del tallo, la longitud de la inflorescencia, la longitud del pedúnculo y las características de la longitud de la semilla.

1.8. ANCHO PROMEDIO DE HOJA MAYOR (*Chenopodium pallidicaule*

Aellen Var. Cupi)

En lo que respecta al ancho promedio de hoja mayor, estadísticamente no se pudieron ver diferencias en el ancho promedio de hoja mayor a los 8 y 16 ddt, no obstante, a los 24 y 35 ddt se pudo registrar heterogeneidad en cuanto a tiempos de exposición y concentraciones de colchicina, así como de la combinación de estos factores, sobresaliendo en ambos casos el tiempo de 12 horas con 0.8 cm a los 24 ddt y 0.91 cm a los 35 ddt, a nivel de concentraciones, la concentración 3 obtuvo los mejores resultados con 0.79 cm a los 24 ddt y 0.89 a los 35 ddt.

En lo que al ancho foliar refiere, Salazar et al. (2018), al someter las plántulas de *Kalanchoe daigremontiana* a concentraciones de 0,025% y 0,1% de colchicina y

a dos tiempos de exposición (24 y 48 horas), detectaron en el tratamiento con colchicina 0,025% por 24 horas, un mayor incremento en el largo de la hoja, ancho de la hoja y volumen foliar, con respecto a los tratamientos control y las demás plantas tratadas.

A manera de contradicción, Manzoor et al. (2018), indica que la colchicina también presenta un efecto inhibitorio sobre la producción de hojas, ya que reducía el número de hojas en todas las plantas tratadas (6,4 - 7 hojas por planta) en comparación con las plantas control (9,5 hojas por planta). Diferentes concentraciones de colchicina disminuyeron el área foliar (43,2 - 47,8 cm²), longitud foliar (23.2 - 26.0 cm) y el ancho foliar (1,9 - 2,0 cm) mientras que los controles mostraron una mayor área (97,8 cm²) con más longitud de hoja (44,6 cm) y ancho de hoja (3,6 cm).

Como se expuso anteriormente, los efectos de la colchicina pueden desembocar en reducciones del tamaño de ciertas estructuras al generar la pérdida de orientación de las fibras de actina, o caso contrario pueden generar efectos a nivel de duplicación cromosómica y un inminente aumento de tamaño de las estructuras.

1.9. NÚMERO PROMEDIO DE HOJAS (*Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Cupi)

El número promedio de hojas se registró cada dos semanas, mostrando a los 16 ddt homogeneidad en lo que respecta a los factores de sustratos, tiempo de exposición, concentraciones y las combinaciones resultantes, mostrando valores que iban desde 5.86 a 6 hojas en promedio.

A los 35 ddt se observaron diferencias significativas a nivel de tiempo de exposición, concentraciones de colchicina y la combinación resultante de los factores ya mencionados. Los datos obtenidos muestran al tiempo de 12 horas, con un promedio de 11.79 hojas. La concentración sobresaliente fue la de 4 % con 11.63 hojas en promedio. En el Anexo 66 se ven las diferencias mencionadas.

A palabras de Amiri et al. (2010), al aplicar Colchicina al 0.05% en periodo de tiempo de 48 horas en plantas de estramonio (*Datura stramonium* L.) cayó en cuenta de que el número mínimo de hojas pertenece al control generalmente, la cantidad de hojas va aumentando por efecto de la colchicina, ya que en sus

controles obtuvo un número de 125 hojas en promedio, mientras que el tratamiento de 0.05% con 48 horas de exposición alcanzo valores de 160 hojas en promedio.

1.10. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Cupi)

El porcentaje se evaluó a los 40 días después del trasplante, para así poder contabilizar solamente aquellas plantas que pudieron adaptarse a condiciones de luz, temperatura y humedad relativa normales.

Al igual que con la variedad Illpa INIA 406, no se encontraron diferencias significativas en los factores y las combinaciones respectivas, a excepción del factor Sustratos, en donde se determinó nuevamente la predominancia del Sustrato 2, obteniendo el 81.25% de plantas aclimatadas en contraste al 66.67% obtenido en el sustrato 2.

A palabras de Espinal de Rueda et al. (2006), indican que al utilizar mezclas de Pro-mix con Arena para la aclimatación de plántulas de *Stevia rebaudiana* B, demostraron la superioridad de la mezcla de dichos componentes por encima de aquellos tratamientos en los que se utilizó un tercer componente como el Bocashi o en los que se utilizó solamente Pro-mix. Los resultados arrojaron que las mezclas de Pro-mix / arena (1:3), en las que la arena fue predominante, alcanzaron tasas de supervivencia de hasta 80.5% a diferencia de las mezclas de Pro-mix / arena (3:1) que alcanzaron valores de 63.3%.

La razón del porque la colchicina, tanto en sus diferentes concentraciones y tiempos de exposición no generan efectos sobre la tasa de supervivencia es que a juicio de Caballero (2016), el uso de colchicina genera diferentes mutaciones, a menudo reduce la fertilidad y supervivencia inicial, no obstante, una vez superado este cuello de botella de inestabilidad inicial, el conjunto de caracteres mostrados por estas plantas expuestas al agente mutagénico puede traer consigo una mayor adaptación al ambiente que ocupan o bien facilitar el cambio a un nicho ecológico distinto. Es decir, que el efecto de la colchicina no va a influenciar en el deceso de las plántulas en el proceso de aclimatación.

CAPÍTULO VI

1. CONCLUSIONES

- Para las diferentes alturas obtenidas en *Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Illpa INIA 406, las concentraciones de Colchicina de 4 y 0.05% fueron las que generaron la mayor cantidad de plantas con enanismo, con alturas de 11.6 y 11.52 cm respectivamente, al contrario de los 11.9 cm observados en las concentraciones al 0 y 2%. Con respecto a *Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Cupi, la concentración 4% generó las alturas más bajas con 8,73 cm en promedio a diferencia de los 10.28 cm que presentaban las plantas con una concentración al 0% (testigo).

Analizando las medidas de largo y ancho promedio de hoja mayor, en la variedad Illpa INIA 406 las concentraciones de 4 y 0.05% generaron los valores más altos con medidas de 0.96 cm x 0.94 cm y 0.96 cm x 0.93 (largo x ancho), la variedad Cupi mostro los valores más altos con la concentración de 4% con 0.95 cm x 0.89 cm (largo x ancho).

En el conteo de hojas, la variedad Illpa INIA 406 mostro un numero sobresaliente de 12.09 y 11.91 hojas en las concentraciones de 0.05 y 4% respectivamente, mientras que en la variedad Cupi se registró un mayor número de hojas en la concentración de 4% con un total de 11.63 hojas en promedio.

Para el porcentaje de supervivencia, tanto en la variedad Illpa INIA 406 como en la variedad Cupi, no se registró estadísticamente efecto alguno procedente de las concentraciones, no obstante, la concentración al 0%, es decir los testigos, obtuvieron las menores mermas con valores de 77.5 y 76.7 % respectivamente.

- Las plántulas de *Chenopodium pallidicaule* Aellen Var. Illpa INIA 406, a nivel de altura de planta, registraron los valores más bajos con los tiempos de exposición de 12 y 8 horas, con valores de 11.68 y 11.64 cm respectivamente. En la variedad Cupi, al exponer las plántulas a 12 horas de colchicina, genero las menores alturas con 7.86 cm en promedio.

En lo que respecta al largo y ancho promedio de hoja mayor, la variedad Illpa INIA 406 mostro los más altos valores en tiempos de 12 y 8 horas con 0.94 cm x 0.9 cm (largo x ancho) en ambos casos. Para la variedad Cupi, el tiempo de

exposición a colchicina de 12 horas produjo el valor más alto con 0.98 cm x 0.91 cm (largo x ancho).

En cuanto al número de hojas, la variedad Illpa INIA 406 obtuvo un máximo de 11.36 hojas en promedio con el tiempo de 12 horas de exposición a colchicina, con respecto a la variedad Cupi, se obtuvieron 11.79 hojas también con el tiempo de 12 horas de exposición.

En el porcentaje de supervivencia, no hubo significación estadística.

- Para las variables de Altura de plántulas, largo y ancho promedio de hoja mayor, y número promedio de hoja, no hubo significación estadística por parte de los sustratos, es decir, estos no ejercieron un efecto considerable en dichos parámetros.

Sin embargo, en lo referente a tasa de supervivencia, tanto en la variedad Illpa INIA 406 como en la variedad Cupi, se observó una clara ventaja del sustrato 2 compuesto por una proporción de 25% Pro-mix y 75% Arena con respecto a su contraparte, el sustrato 1, formado por los mismos componentes, pero con proporciones invertidas, es decir, 75% Pro-mix y 25% Arena. Los valores fueron de 80% en la variedad Illpa INIA 406 y de 81.25% en la variedad Cupi.

CAPÍTULO VII

1. RECOMENDACIONES

- Evaluar diferentes estructuras para la aclimatación como cámaras plásticas o micro túneles.
- Utilizar un sustrato 25% Pro-mix – 75% Arena.
- Realizar diferentes estudios evaluando sustratos constituidos de suelo, arena y gallinaza u otro tipo de abono orgánico.
- Realizar ensayos en *Chenopodium pallidicaule* Aellen con aplicaciones de 0.05 y 4% a tiempos de exposición de 8 y 12 horas.



CAPÍTULO VIII

1. REFERENCIAS

Amiri, S; Kazemitabaar, S; Ranjbar, G; Azadbakht, M. 2010. The effect of trifluralin and colchicine treatments on morphological characteristics of jimsonweed (*Datura stramonium* L.) (en línea) Trakia Journal of Sciences, Vol. 8(4):47-61. Consultado el 02 de jun. 2020. Disponible en http://tru.uni-sz.bg/tsj/Vol8N4_2010/S.Amiri.pdf

Apaza, V. 2010. Manejo y Mejoramiento de Kañiwua, Puno, Perú. 76p.

Barrera Romo, BA. 2010. Desarrollo de un protocolo de duplicación cromosómica en híbridos intergenéricos *Hellanthus annuus* x *Tithonia rotundifolia*. Tesis M SC. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 75 p.

Barsanti, MV; Lallana, VH. 2013. Cultivo in-vitro y aclimatación de plantas de un híbrido del género *Cattleya* (Orchidaceae) (en línea). XXI Jornadas de Jóvenes Investigadores, Corrientes, Argentina. Consultado el 14 de jul. 2019. Disponible en http://www.fca.uner.edu.ar/files/investigacion/Publicaciones/AUGM/BARSANTI_UNER_24_2014_1.pdf

Bonet Gigante, J. 2010. Desarrollo y caracterización de herramientas genómicas en *Fragaria* diploide para la mejora del cultivo de fresa. Tesis Ph.D. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona. 241 p.

Bloodnick, E. 2018. Principios básicos de los sustratos (en línea, sitio web). Consultado 14 de jul. 2019. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>

Caballero Condori, DP. 2016. Determinación de la concentración y tiempo de exposición de la Colchicina para la duplicación del número cromosómico de *Physalis peruviana* L. en condiciones *in vitro*. Tesis Biól. Arequipa, Perú, Universidad Nacional de San Agustín. 99p.

Castillo, A. 2004. Propagación de plantas por cultivo *in vitro*: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo (en línea), Canelones, Uruguay. Consultado el 15 de jul. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807102417.pdf>

Castro Doomernik, AF. 1999. Aclimatación de dos especies de helecho propagadas *in vitro*: *Nephrolepis exaltata* cv. Bostoniensis (Helecho bostoniensis) y *Nephrolepis cordigera* (helecho cola de quetzal). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 48 p.

Cifuentes Hidalgo, EM. 2003. Enraizamiento *in vitro* y aclimatación de *Stevia rebaudiana* B. Tesis Ing. Zamorano, Honduras, ZAMORANO. 65p.

Domínguez, G; Donayre, M. 2006. Aclimatación de *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. producida *in vitro*. Ecología Aplicada 5(1,2): 67-74

Dhawan, V; Bhojwani, S. 1987. Hardening *in vitro* and morpho-physiological changes in the leaves during acclimatization of micropropagated plants of *Leucaena leucocephala* (Lam.) DE WIT. Plant Science 53: 65-72.

Espinal de Rueda, D; Delvalle, W; Cifuentes, E; Ramia, N. 2006. Propagación *in Vitro* de *Stevia rebaudiana* B. a Partir de Segmentos Nodales. Ceiba 47(1-2):11-18.

Consultado el 02 de jun. 2020. Disponible en
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3169/1/02.pdf>

Figuerola, N. 2003. Preaclimatación *in vitro* de plantas de violeta africana (*Saintpaulia ionantha* Wendl.) y su efecto sobre la aclimatación. Tesis Ing. Valparaíso, Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 64 p.

Ganchozo, B; Villacreces, J; Piguave, C. Tumbaco, M; Ortega J. 2017. Aclimatación *in vitro* de especies forestales nativas del Sur de Manabí en peligro de extinción. Journal of the Selva Andina Research Society 8(2): 124-134.

Gil, A; López, S; López, A. 2017. Aclimatación de plántulas *in vitro* de *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. (Gesneriaceae) “violeta africana” a condiciones de invernadero. (en línea), Trujillo, Perú. Consultado el 14 de jul. 2019. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992017000100016&script=sci_abstract

Gonzalez, J. 2008. Aclimatización *in vitro* y *ex vitro*: una estrategia para mejorar la productividad de la micropropagación de plantas (en línea). Revista Revive. Consultado 14 de jul. 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/311736525_Aclimatizacion_in_vitro_y_ex_vitro_una_estrategia_para_mejorar_la_productividad_de_la_micropropagacion_de_plantas_Reviste_Revive_Biotecnologia_Bolivia_15_2008

Guatemala Ortega, TV. 2015. Efecto de la aplicación *in vitro* de colchicina sobre caracteres morfológicos y citológicos en plantas de quequisque (*Xanthosoma violaceum* Schott) Cv. Nueva Guinea. Trabajo de graduación. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 75 p.

INDECOPI. 2018. Cañihua (en línea). Perú. Consultado 14 de jul. 2019. Disponible en <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/2291514/Boletin+N%C2%B0+8+-+Ca%C3%B1ihua.pdf>

Infoagro. 2017. Tipos de sustratos de cultivo (en línea, sitio web). Consultado el 14 de jul. 2019. Disponible en <https://mexico.infoagro.com/tipos-de-sustratos-de-cultivo/>

INIA. 2004. ILLPA INIA 406 Nueva variedad de Cañihua (en línea). Perú. Consultado 15 de jul. 2019. Disponible en https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/canihua/INIA_406.pdf

Liu, G; Li, Z; Bao, M. 2007. Colchicine-induced chromosome in *Platanus acerifolia* and its effect on plant morphology. (en línea) *Euphytica* 157:145-154. Consultado el 01 jun. 2020. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-007-9406-6>

Mamani Mamani, E. 2013. Caracterización molecular de 26 accesiones de cañihua (*Chenopodium paiúdicale* Aellen) con mayor rendimiento en grano: Altiplano. Puno. Tesis Ing. Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 109p.

Manzoor, A; Ahmad, T; Ajmal, M; Ahmad, I; Silvestri, C. 2019. Studies on Colchicine Induced Chromosome Doubling for Enhancement of Quality Traits in Ornamental Plants (en línea) *Plants* 8(7):194. Consultado el 01 jun. 2020. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6681243/>

Márquez, S; Valenzuela Pérez, L; Ifrán, S; Pinto, M. S.F. Citoesqueleto. (en línea) *Guías de Biología Celular*, Buenos Aires, Argentina. Consultado el 01 jun. 2020. Disponible en <http://genomasur.com/lecturas/Guia06.htm>

Maza Solano, JF. 2014. Efecto de diferentes sustratos sobre la aclimatación del anturio (*Anthurium andreanum*) en vivero. Tesis Ing. Machala, Ecuador, Universidad Técnica de Machala. 64p.

Mengesha, A; Ayenew, B; Tadesse, T. 2013. Acclimatization of *in Vitro* Propagated Pineapple (*Ananas comosuss* (L.), var. Smooth cayenne) Plantlets to *ex Vitro* Condition in Ethiopia (en línea) American Journal of Plant Sciences (4):317-323. Consultado el 29 jun. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262188050_Acclimatization_of_in_Vitro_Propagated_Pineapple_Ananas_comosuss_L_var_Smooth_cayenne_Plantlets_to_ex_Vitro_Condition_in_Ethiopia

Miserendino, E; Astorquiza, R. 2014. Invernaderos: aspectos básicos sobre estructura, construcción y condiciones ambientales (en línea). INIA, Río Negro, Argentina. 4p. Consultado el 29 jun. 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_agricultura23_invernadero.pdf

Monardes Muñoz, MA. 2010. Las S6Ks actúan en la ruta de chequeo G2, en *Arabidopsis thaliana*. Al disminuir su concentración se induce endomitosis y poliploidización y, además, se compromete el crecimiento de las células en diferenciación. Tesis Ph D. Madrid, España, Universidad Autónoma de Madrid. 154p.

Nava, J; Jiménez, R; De Jesús, A; Arenas, M; Ventura, E y Evagelista, S. 2011, Estudio de la morfología y aclimatación de plantas de *Laelia eyermaniana* Rchb. f. generadas *in vitro*. *PoliBotánica* 32: 107-117

Nina Quispe, AE. 2014. Comportamiento agronómico de diez accesiones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Allen) en zonas áridas. Tesis Ing. Arequipa, Perú, Universidad Nacional de San Agustín. 89p.

Preece, JE; Sutter, EG. 1991. Acclimatization of micropropagated plants to the greenhouse and field (en línea). Micropropagation, 71-93. Consultado el 14 jul. 2019. Disponible en https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-2075-0_5#citeas

Pospíšilová, J; Tichá, I; Kadleček, P; Haisel, D; Plzáková, Š. 1999. Acclimatization of micropropagated plants to *ex vitro* conditions. *Biología Plantarum* 42(4): 481-497

Puerta, CE; Russián, T; Ruiz, CA. 2012. Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (2): 298-306

Rahim, A; Jung, H, Shazia, K; Lee, J; Nou, I. 2018. Comparative transcriptome analysis provides insights into dwarfism in cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) (en línea) *PLoS ONE* 13(12): e0211396. Consultado el 01 jun. 2020. Disponible en <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0208770>

Repo-Carrasco, R; Espinoza, C; Jacobsen, S. 2003. Nutritional Value and Use of the Andean Croops Quinos (*Chenopodium quinoa*) and Cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) (en línea). *Food Reviews International* 19 (1 & 2): 179-189. Consultado el 01 jun. 2020. Disponible en https://scholar.google.com.pe/citations?user=fLG29mUAAAAJ&hl=es#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Des%26user%3DfLG29mUAAAAJ%26citation_for_view%3DfLG29mUAAAAJ%3Au5HHmVD_uO8C%26tzm%3D300

Sadat Noori, SA; Norouzi, M; Karimzadeh, G; Shirkoool, K; Niazian, M. 2017. Effect of colchicine-induced polyploidy on morphological characteristics and essential oil composition of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) (en línea). Plant Cell Tissue Organ Culture (PCTOC)130, 543–551. Consultado el 01 jun. 2020. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11240-017-1245-0#additional-information>

Salazar, SA; Valderrama, GJ; Quintero, JD. 2018. Efecto de la colchicina sobre la morfología foliar y los estomas de *Kalanchoe daigremontiana* Raym.-Hamet & H.Perrier (Crassulaceae).Revista Colombiana de Ciencias Agrarias 12(1): 212-222.

Sánchez, A; Matos, A. 2012. Efectos del uso de la colchicina como inductor de poliploidía en plantas de zábila (*Aloe vera* L.) in vivo. Revista de la Universidad del Zulia 3(6):119-139.

Sharry, S; Adema, M; Abedini, W. 2015. Plantas de probeta manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos *in vitro* (en línea). Buenos Aires, Argentina. 241p. Consultado el 15 de jul. 2019. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46738/Documento_completo_.pdf-PDFA.pdf?sequence=1

Tapia, M; Bonifacio, A; Rojas, W. 2019. La kañiwa o kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) grano promisorio de los andes altos (en línea). Lima, Perú. 15p. Consultado el 29 de jun. 2019. Disponible en <http://www.indap.gob.cl/docs/default-source/vii-congreso-quinua/ejes-tematicos/recursos-geneticos/ka%C3%B1awa----grano-promisorio-de-los-andes-altos-per%C3%BA-y-bolivia.pdf?sfvrsn=2>

Vílchez, J: Ramírez, E: Villasmil, M: Albany, N: León de Sierralta, S: Molina, M. 2007.
Aclimatización de vitroplantas de zábila (*Aloe vera* (L.) Burm. f): efectos del sustrato.
Rev Fav Agron (LUZ) 24(1):57-61

Yu wu, M. 2013. Induction of tetraploid plants of *Pogostemon cablin* (Blanco) and its
quality evaluation. Pharmacognosy journal 5:281-285



ANEXOS

ANEXO 01. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	3.47	3.44	3.45	3.47	3.45	3.45	3.42	3.52	3.44	3.51	3.46	3.46	
II	3.45	3.39	3.51	3.49	3.49	3.42	3.49	3.54	3.54	3.42	3.45	3.48	
Total	6.92	6.83	6.96	6.96	6.94	6.87	6.91	7.05	6.98	6.93	6.91	6.94	
Promedio	3.46	3.42	3.48	3.48	3.47	3.44	3.46	3.53	3.49	3.46	3.46	3.47	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	3.48	3.51	3.47	3.45	3.48	3.47	3.46	3.46	3.47	3.53	3.48	3.46	83.23
II	3.47	3.40	3.46	3.52	3.45	3.46	3.44	3.42	3.45	3.49	3.47	3.52	83.21
Total	6.95	6.91	6.93	6.97	6.93	6.92	6.90	6.88	6.92	7.02	6.95	6.97	166.4
Promedio	3.48	3.46	3.46	3.48	3.46	3.46	3.45	3.44	3.46	3.51	3.48	3.49	
S1= 3.47							S2= 3.47						
T1= 3.46				T2= 3.46				T3= 3.48					
C0= 3.47			C1= 3.46			C2= 3.46			C3= 3.48				

ANEXO 02. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	4.84	4.88	4.86	4.84	4.87	4.85	4.87	4.84	4.87	4.85	4.83	4.84	Total
II	4.84	4.88	4.84	4.85	4.85	4.86	4.80	4.86	4.86	4.84	4.88	4.84	
Total	9.68	9.76	9.70	9.69	9.72	9.71	9.67	9.71	9.73	9.69	9.71	9.68	
Promedio	4.84	4.88	4.85	4.85	4.86	4.85	4.84	4.85	4.87	4.84	4.86	4.84	
Bloque	S2												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	4.86	4.87	4.86	4.87	4.84	4.87	4.86	4.86	4.87	4.87	4.83	4.84	116.53
II	4.87	4.86	4.85	4.88	4.84	4.85	4.90	4.83	4.83	4.89	4.84	4.87	116.53
Total	9.72	9.73	9.72	9.75	9.68	9.72	9.76	9.68	9.71	9.75	9.67	9.71	233.1
Promedio	4.86	4.86	4.86	4.87	4.84	4.86	4.88	4.84	4.85	4.88	4.83	4.85	
S1= 4.85							S2= 4.86						
T1= 4.86				T2= 4.85				T3= 4.85					
C0= 4.85			C1= 4.86			C2= 4.85			C3= 4.85				

ANEXO 03. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	7.81	7.63	7.70	7.73	7.80	7.24	7.80	7.23	7.81	7.15	7.78	7.30	
II	7.86	7.71	7.83	7.80	7.80	7.35	7.82	7.35	7.78	7.30	7.80	7.41	
Total	15.67	15.34	15.53	15.52	15.60	14.59	15.62	14.57	15.60	14.45	15.58	14.71	
Promedio	7.84	7.67	7.77	7.76	7.80	7.29	7.81	7.29	7.80	7.23	7.79	7.36	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	7.82	7.62	7.68	7.72	7.82	7.26	7.81	7.24	7.79	7.14	7.79	7.33	182.00
II	7.80	7.74	7.80	7.83	7.79	7.38	7.82	7.36	7.80	7.32	7.76	7.44	183.64
Total	15.62	15.36	15.49	15.55	15.60	14.64	15.62	14.60	15.58	14.46	15.55	14.77	365.6
Promedio	7.81	7.68	7.74	7.78	7.80	7.32	7.81	7.30	7.79	7.23	7.77	7.39	
S1= 7.62							S2= 7.62						
T1= 7.76				T2= 7.55				T3= 7.54					
C0= 7.81		C1= 7.40				C2= 7.78				C3= 7.48			

ANEXO 04. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	11.83	11.99	11.75	11.84	11.86	11.26	11.93	11.20	11.97	11.25	11.88	11.53	
II	11.93	11.80	11.90	11.91	11.81	11.43	12.00	11.45	11.89	11.38	11.96	11.69	
Total	23.76	23.79	23.64	23.75	23.67	22.68	23.92	22.66	23.85	22.63	23.85	23.22	
Promedio	11.88	11.89	11.82	11.87	11.84	11.34	11.96	11.33	11.93	11.31	11.92	11.61	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	11.92	11.65	11.82	11.81	11.96	11.35	11.89	11.44	11.92	11.31	11.90	11.53	280.78
II	11.95	11.86	11.95	11.94	11.89	11.48	11.98	11.37	11.91	11.43	11.84	11.49	282.22
Total	23.87	23.51	23.76	23.74	23.85	22.83	23.87	22.82	23.83	22.74	23.73	23.02	563.0
Promedio	11.93	11.75	11.88	11.87	11.93	11.42	11.94	11.41	11.91	11.37	11.87	11.51	
S1= 11.73							S2= 11.73						
T1= 11.86				T2= 11.64				T3= 11.68					
C0= 11.90			C1= 11.52				C2= 11.90			C3= 11.60			

ANEXO 05. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.000033	1	0.000033	0.03	0.87 NS
S	0.000075	1	0.000075	0.06	0.81 NS
T	0.001754	2	0.000877	0.68	0.52 NS
C	0.00415	3	0.001383	1.08	0.38 NS
S*T	0.002413	2	0.001206	0.94	0.41 NS
S*C	0.005875	3	0.001958	1.52	0.24 NS
T*C	0.005112	6	0.000852	0.66	0.68 NS
S*T*C	0.006487	6	0.001081	0.84	0.55 NS
Error	0.029567	23	0.001286		
Total	0.055467	47			

C.V. = 1.03 %

ANEXO 06. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00002	1	0.00002	0.06	0.81 NS
S	0.0006	1	0.0006	1.81	0.19 NS
T	0.00042	2	0.0002	0.63	0.54 NS
C	0.00131	3	0.0004	1.31	0.29 NS
S*T	0.00012	2	0.0001	0.18	0.84 NS
S*C	0.00047	3	0.0002	0.48	0.70 NS
T*C	0.0009	6	0.0002	0.45	0.84 NS
S*T*C	0.00513	6	0.0009	2.58	0.05 NS
Error	0.00763	23	0.0003		
Total	0.0166	47			

C.V. = 0.38 %

ANEXO 07. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0567	1	0.0567	26.99	0.01*
S	0.0001	1	0.0001	0.05	0.83 NS
T	0.4533	2	0.2266	107.85	0.01*
C	1.5389	3	0.513	244.12	0.01*
S*T	0.0007	2	0.0004	0.17	0.84 NS
S*C	0.0018	3	0.0006	0.29	0.84 NS
T*C	0.5328	6	0.0888	42.26	0.01*
S*T*C	0.0007	6	0.0001	0.06	1.00 NS
Error	0.0483	23	0.0021		
Total	2.6334	47			

C.V. = 0.6%

ANEXO 08. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0438	1	0.0438	7.37	0.01 *
S	0.0005	1	0.0005	0.08	0.78 NS
T	0.4533	2	0.2267	38.15	0.01 *
C	1.4605	3	0.4868	81.94	0.01 *
S*T	0.0137	2	0.0069	1.16	0.33 NS
S*C	0.0055	3	0.0018	0.31	0.82 NS
T*C	0.6747	6	0.1125	18.93	0.01 *
S*T*C	0.0426	6	0.0071	1.19	0.34 NS
Error	0.1366	23	0.0059		
Total	2.8313	47			

C.V. = 0.66%

ANEXO 09. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.51	0.48	0.52	0.51	0.46	0.49	0.48	
II	0.48	0.50	0.50	0.52	0.50	0.50	0.48	0.49	0.51	0.51	0.51	0.52	
Total	0.98	1.01	1.02	1.02	1.00	1.00	0.96	1.01	1.02	0.98	0.99	1.00	
Promedio	0.49	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.48	0.51	0.51	0.49	0.50	0.50	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.51	0.46	0.48	0.54	0.50	0.52	0.47	0.49	0.51	0.51	0.52	0.52	12.01
II	0.52	0.47	0.51	0.50	0.48	0.52	0.51	0.52	0.45	0.48	0.49	0.50	11.98
Total	1.02	0.93	0.99	1.04	0.98	1.04	0.98	1.01	0.96	0.99	1.01	1.02	24.0
Promedio	0.51	0.47	0.50	0.52	0.49	0.52	0.49	0.51	0.48	0.50	0.51	0.51	
S1= 0.5							S2= 0.5						
T1= 0.5				T2= 0.5				T3= 0.5					
C0= 0.5			C1= 0.5			C2= 0.5			C3= 0.51				

ANEXO 10. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.63	0.62	0.62	0.62	0.63	0.62	0.63	0.65	0.62	0.64	0.62	0.64	
II	0.63	0.63	0.64	0.63	0.63	0.63	0.64	0.64	0.63	0.64	0.65	0.63	
Total	1.26	1.25	1.26	1.25	1.25	1.25	1.27	1.28	1.25	1.28	1.27	1.27	
Promedio	0.63	0.62	0.63	0.62	0.63	0.63	0.63	0.64	0.62	0.64	0.64	0.63	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.63	0.63	0.62	0.63	0.62	0.63	0.63	0.64	0.64	0.63	0.63	0.62	15.08
II	0.63	0.62	0.62	0.64	0.64	0.63	0.64	0.62	0.62	0.63	0.62	0.62	15.14
Total	1.26	1.25	1.24	1.27	1.26	1.26	1.27	1.26	1.26	1.26	1.25	1.25	30.2
Promedio	0.63	0.63	0.62	0.63	0.62	0.63	0.63	0.64	0.64	0.63	0.63	0.62	
S1= 0.63							S2= 0.63						
T1= 0.63				T2= 0.63				T3= 0.63					
C0= 0.63			C1= 0.63				C2= 0.63				C3= 0.63		

ANEXO 11. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total	
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		
I	0.77	0.80	0.79	0.79	0.77	0.84	0.78	0.89	0.76	0.86	0.82	0.88		
II	0.76	0.79	0.77	0.79	0.76	0.86	0.78	0.87	0.76	0.87	0.81	0.85		
Total	1.53	1.59	1.57	1.58	1.53	1.70	1.56	1.76	1.52	1.73	1.63	1.72		
Promedio	0.77	0.79	0.78	0.79	0.77	0.85	0.78	0.88	0.76	0.86	0.81	0.86		
Bloque	S2													
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23		
I	0.78	0.81	0.80	0.81	0.78	0.88	0.77	0.86	0.76	0.87	0.79	0.87	19.53	
II	0.76	0.83	0.80	0.78	0.77	0.88	0.78	0.85	0.77	0.84	0.81	0.89	19.41	
Total	1.54	1.64	1.60	1.59	1.55	1.76	1.55	1.71	1.53	1.71	1.60	1.76	38.9	
Promedio	0.77	0.82	0.80	0.79	0.77	0.88	0.78	0.85	0.76	0.85	0.80	0.88		
S1= 0.81							S2= 0.81							
T1= 0.79				T2= 0.82					T3= 0.82					
C0= 0.77			C1= 0.84				C2= 0.79				C3= 0.84			

ANEXO 12. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.91	0.93	0.93	0.92	0.90	0.97	0.87	1.00	0.90	0.97	0.90	1.00	
II	0.93	0.90	0.90	0.89	0.93	0.99	0.86	1.01	0.91	1.00	0.87	0.96	
Total	1.84	1.84	1.83	1.82	1.83	1.95	1.74	2.01	1.81	1.97	1.77	1.96	
Promedio	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.98	0.87	1.00	0.90	0.99	0.89	0.98	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.91	0.90	0.91	0.92	0.92	0.98	0.85	1.00	0.91	1.01	0.86	1.00	22.37
II	0.93	0.91	0.89	0.88	0.92	1.00	0.86	0.97	0.91	0.95	0.89	1.02	22.26
Total	1.83	1.81	1.79	1.80	1.85	1.97	1.71	1.96	1.82	1.96	1.74	2.02	44.6
Promedio	0.92	0.91	0.90	0.90	0.92	0.99	0.86	0.98	0.91	0.98	0.87	1.01	
S1= 0.93							S2= 0.93						
T1= 0.91				T2= 0.94				T3= 0.94					
C0= 0.91			C1= 0.96				C2= 0.88			C3= 0.96			

ANEXO 13. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00003	1	0.00003	0.09	0.77 NS
S	0.00001	1	0.00001	0.02	0.88 NS
T	0.00008	2	0.00004	0.1	0.90 NS
C	0.00149	3	0.0005	1.3	0.3 NS
S*T	0.00015	2	0.00008	0.2	0.82 NS
S*C	0.00022	3	0.00007	0.2	0.90 NS
T*C	0.00292	6	0.00049	1.28	0.31 NS
S*T*C	0.00351	6	0.00059	1.54	0.21 NS
Error	0.00877	23	0.00038		
Total	0.01719	47			

C.V. = 3.91%

ANEXO 14. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0001	1	0.00008	1.00	0.33 NS
S	0.0001	1	0.00013	1.78	0.20 NS
T	0.0002	2	0.00010	1.33	0.28 NS
C	0.0001	3	0.00002	0.22	0.88 NS
S*T	0.0001	2	0.00006	0.78	0.47 NS
S*C	0.0002	3	0.00005	0.67	0.58 NS
T*C	0.0005	6	0.00008	1.00	0.45 NS
S*T*C	0.0005	6	0.00008	1.11	0.39 NS
Error	0.0017	23	0.00008		
Total	0.0034	47			

C.V. = 1.37%

ANEXO 15. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0002	1	0.0002	1.6	0.22 NS
S	0.0003	1	0.0003	2.31	0.14 NS
T	0.0122	2	0.0061	46.82	0.01 *
C	0.0544	3	0.0181	139.54	0.01 *
S*T	0.0005	2	0.0002	1.87	0.18 NS
S*C	0.0005	3	0.0002	1.32	0.29 NS
T*C	0.0139	6	0.0023	17.86	0.01 *
S*T*C	0.002	6	0.0003	2.56	0.05 NS
Error	0.003	23	0.0001		
Total	0.0871	47			

C.V. = 1.41 %

ANEXO 16. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0002	1	0.0002	0.47	0.50 NS
S	0.0001	1	0.0001	0.14	0.71 NS
T	0.0098	2	0.0049	13.65	0.01 *
C	0.054	3	0.018	49.98	0.01 *
S*T	0.0003	2	0.0002	0.46	0.64 NS
S*C	0.0004	3	0.0001	0.38	0.77 NS
T*C	0.0324	6	0.0054	15	0.01 *
S*T*C	0.0012	6	0.0002	0.57	0.75 NS
Error	0.0083	23	0.0004		
Total	0.1067	47			

C.V. = 2.04 %

ANEXO 17. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total	
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		
I	0.30	0.28	0.29	0.31	0.29	0.33	0.28	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31		
II	0.30	0.31	0.31	0.31	0.30	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30		
Total	0.60	0.59	0.60	0.62	0.59	0.64	0.60	0.61	0.60	0.61	0.61	0.62		
Promedio	0.30	0.30	0.30	0.31	0.30	0.32	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	0.31		
Bloque	S2													
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23		
I	0.29	0.29	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.32	7.24	
II	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.27	0.30	0.30	0.30	7.22	
Total	0.59	0.59	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60	0.58	0.60	0.60	0.62	14.5	
Promedio	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.30	0.30	0.31		
S1= 0.30							S2= 0.30							
T1= 0.30				T2= 0.30					T3= 0.30					
C0= 0.30			C1= 0.30				C2= 0.30				C3= 0.31			

ANEXO 18. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.52	0.49	0.50	0.49	0.50	0.50	0.49	0.50	0.49	0.49	0.48	0.49	
II	0.52	0.49	0.51	0.51	0.49	0.51	0.51	0.53	0.51	0.54	0.51	0.52	
Total	1.04	0.98	1.01	1.00	0.99	1.01	0.99	1.02	1.00	1.03	0.99	1.01	
Promedio	0.52	0.49	0.51	0.50	0.49	0.50	0.50	0.51	0.50	0.51	0.50	0.50	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.51	11.99
II	0.51	0.50	0.54	0.50	0.50	0.49	0.51	0.52	0.50	0.53	0.50	0.50	12.23
Total	1.01	1.01	1.04	1.01	1.00	0.99	1.01	1.02	1.00	1.04	1.00	1.00	24.2
Promedio	0.51	0.51	0.52	0.51	0.50	0.50	0.51	0.51	0.50	0.52	0.50	0.50	
S1= 0.50							S2= 0.51						
T1= 0.51				T2= 0.50				T3= 0.50					
C0= 0.50			C1= 0.51			C2= 0.50			C3= 0.51				

ANEXO 19. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.72	0.76	0.75	0.76	0.73	0.81	0.74	0.86	0.72	0.80	0.78	0.84	
II	0.76	0.74	0.74	0.75	0.73	0.82	0.74	0.84	0.73	0.83	0.77	0.80	
Total	1.48	1.50	1.48	1.52	1.45	1.62	1.48	1.69	1.45	1.63	1.55	1.64	
Promedio	0.74	0.75	0.74	0.76	0.73	0.81	0.74	0.85	0.73	0.82	0.78	0.82	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.76	0.77	0.76	0.77	0.73	0.85	0.74	0.82	0.73	0.83	0.76	0.82	18.58
II	0.73	0.79	0.76	0.73	0.76	0.84	0.75	0.81	0.74	0.79	0.76	0.85	18.56
Total	1.49	1.56	1.52	1.50	1.49	1.69	1.50	1.63	1.47	1.62	1.52	1.67	37.1
Promedio	0.74	0.78	0.76	0.75	0.74	0.84	0.75	0.81	0.73	0.81	0.76	0.83	
S1= 0.77							S2= 0.78						
T1= 0.75				T2= 0.78				T3= 0.78					
C0= 0.74			C1= 0.80			C2= 0.75			C3= 0.80				

ANEXO 20. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.81	0.88	0.85	0.84	0.81	0.96	0.82	1.00	0.79	0.94	0.90	0.99	
II	0.79	0.86	0.86	0.85	0.80	0.95	0.86	1.02	0.81	0.97	0.87	0.96	
Total	1.60	1.74	1.70	1.69	1.61	1.91	1.67	2.02	1.60	1.91	1.76	1.94	
Promedio	0.80	0.87	0.85	0.85	0.80	0.96	0.84	1.01	0.80	0.96	0.88	0.97	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.82	0.86	0.86	0.86	0.81	0.99	0.82	0.97	0.80	0.98	0.84	0.97	21.18
II	0.80	0.87	0.83	0.84	0.79	0.97	0.83	0.94	0.81	0.95	0.87	1.00	21.07
Total	1.62	1.73	1.69	1.70	1.61	1.96	1.65	1.91	1.61	1.92	1.72	1.97	42.2
Promedio	0.81	0.86	0.85	0.85	0.80	0.98	0.83	0.95	0.80	0.96	0.86	0.99	
S1= 0.88							S2= 0.88						
T1= 0.84				T2= 0.90				T3= 0.90					
C0= 0.80			C1= 0.93			C2= 0.85			C3= 0.94				

ANEXO 21. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00000	1	0	0	1 NS
S	0.00013	1	0.00013	1.1358	0.30 NS
T	0.00009	2	0.00004	0.3727	0.69 NS
C	0.00038	3	0.00013	1.0648	0.38 NS
S*T	0.00000	2	0.00000	0.0177	0.98 NS
S*C	0.00012	3	0.00004	0.3313	0.8 NS
T*C	0.00051	6	0.00009	0.7276	0.63 NS
S*T*C	0.00060	6	0.00010	0.8459	0.55 NS
Error	0.00270	23	0.00012		
Total	0.00453	47			

C.V. = 3.6%

ANEXO 22. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0013	1	0.00130	9.22	0.01
S	0.0001	1	0.00010	0.72	0.40
T	0.0001	2	0.00004	0.28	0.76
C	0.0000	3	0.00001	0.09	0.96
S*T	0.0001	2	0.00004	0.28	0.76
S*C	0.0002	3	0.00008	0.57	0.64
T*C	0.0022	6	0.00036	2.54	0.05
S*T*C	0.0008	6	0.00013	0.89	0.52
Error	0.0032	23	0.00014		
Total	0.0080	47			

C.V. = 2.35%

ANEXO 23. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0001	1	0.0001	0.2	0.66 NS
S	0.0004	1	0.0004	1.35	0.26 NS
T	0.0109	2	0.0054	20.8	0.01 *
C	0.0421	3	0.014	53.82	0.01 *
S*T	0.0002	2	0.0001	0.42	0.66 NS
S*C	0.0012	3	0.0004	1.5	0.24 NS
T*C	0.0158	6	0.0026	10.13	0.01 *
S*T*C	0.0024	6	0.0004	1.52	0.22 NS
Error	0.006	23	0.0003		
Total	0.079	47			

C.V. = 2.09%

ANEXO 24. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0001	1	0.0001	0.38	0.55 NS
S	0.0003	1	0.0003	0.93	0.35 NS
T	0.0353	2	0.0176	64.9	0.01 *
C	0.1513	3	0.0504	185.64	0.01 *
S*T	0.0004	2	0.0002	0.7	0.51 NS
S*C	0.0016	3	0.0005	1.99	0.14 NS
T*C	0.0401	6	0.0067	24.61	0.01 *
S*T*C	0.003	6	0.0005	1.85	0.13 NS
Error	0.0062	23	0.0003		
Total	0.2383	47			

C.V. = 1.87%

ANEXO 25. Número promedio de Hojas a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total	
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		
I	5.88	6.00	6.00	5.88	6.13	5.89	5.86	5.88	6.00	5.75	5.86	5.88		
II	5.86	5.88	6.11	5.88	5.89	5.86	5.97	6.00	5.86	6.00	5.71	5.86		
Total	11.73	11.88	12.11	11.75	12.01	11.75	11.83	11.88	11.86	11.75	11.57	11.73		
Promedio	5.87	5.94	6.06	5.88	6.01	5.87	5.91	5.94	5.93	5.88	5.79	5.87		
Bloque	S2												Total	
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23		
I	5.89	5.88	6.00	6.00	5.90	6.00	5.75	5.89	5.78	5.90	6.22	5.89	142.07	
II	5.89	5.75	6.00	5.89	6.00	5.88	5.88	5.75	5.88	5.88	5.88	6.00	141.52	
Total	11.78	11.63	12.00	11.89	11.90	11.88	11.63	11.64	11.65	11.78	12.10	11.89	283.6	
Promedio	5.89	5.81	6.00	5.94	5.95	5.94	5.81	5.82	5.83	5.89	6.05	5.94		
S1= 5.91							S2= 5.91							
T1= 5.92				T2= 5.91				T3= 5.90						
C0= 5.91			C1= 5.89			C2= 5.94			C3= 5.90					

ANEXO 26. Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	9.17	10.57	10.00	10.71	9.14	12.13	9.67	12.50	9.86	12.71	11.67	13.14	Total
II	9.71	10.86	10.14	10.29	9.00	12.67	9.86	12.83	9.29	12.67	10.33	12.17	
Total	18.88	21.43	20.14	21.00	18.14	24.79	19.52	25.33	19.14	25.38	22.00	25.31	
Promedio	9.44	10.71	10.07	10.50	9.07	12.40	9.76	12.67	9.57	12.69	11.00	12.65	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	9.67	10.57	10.25	11.14	9.22	12.88	9.50	13.00	9.22	13.13	9.50	12.63	261.97
II	9.50	11.00	10.56	9.14	9.56	12.88	8.75	12.38	9.25	13.00	10.25	13.00	259.06
Total	19.17	21.57	20.81	20.29	18.78	25.75	18.25	25.38	18.47	26.13	19.75	25.63	521.0
Promedio	9.58	10.79	10.40	10.14	9.39	12.88	9.13	12.69	9.24	13.06	9.88	12.82	
S1= 10.88							S2= 10.83						
T1= 10.21				T2= 11.00				T3= 11.36					
C0= 9.38			C1= 12.09			C2= 10.04			C3= 11.91				

ANEXO 27. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 16 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0063	1	0.0063	0.6706	0.421 NS
S	0.00025	1	0.00025	0.02682	0.871 NS
T	0.00612	2	0.00306	0.32543	0.725 NS
C	0.01507	3	0.00502	0.53463	0.663 NS
S*T	0.02982	2	0.01491	1.58638	0.226 NS
S*C	0.01112	3	0.00371	0.39452	0.758 NS
T*C	0.08008	6	0.01335	1.42026	0.250 NS
S*T*C	0.10038	6	0.01673	1.78028	0.148 NS
Error	0.21615	23	0.0094		
Total	0.4653	47			

C.V. = 1.64%

ANEXO 28. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.17	1	0.17	0.81	0.380 NS
S	0.03	1	0.03	0.12	0.730 NS
T	11.23	2	5.61	26.27	0.010 *
C	65.65	3	21.88	102.37	0.010 *
S*T	0.21	2	0.1	0.49	0.620 NS
S*C	0.96	3	0.32	1.49	0.240 NS
T*C	17.2	6	2.87	13.41	0.010 *
S*T*C	1.37	6	0.23	1.07	0.410 NS
Error	4.92	23	0.21		
Total	101.72	47			

C.V. 4.26%

ANEXO 29. Porcentaje de supervivencia (%) a los 40 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	60.00	70.00	60.00	70.00	70.00	80.00	60.00	80.00	70.00	70.00	60.00	70.00	
II	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	60.00	70.00	60.00	70.00	60.00	60.00	60.00	
Total	130	140	130	140	140	140	130	140	140	130	120	130	
Promedio	65.00	70.00	65.00	70.00	70.00	70.00	65.00	70.00	70.00	65.00	60.00	65.00	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	90.00	70.00	80.00	70.00	90.00	80.00	80.00	70.00	90.00	80.00	80.00	80.00	1780
II	80.00	80.00	90.00	70.00	90.00	80.00	80.00	80.00	80.00	70.00	80.00	80.00	1750
Total	170	150	170	140	180	160	160	150	170	150	160	160	3530
Promedio	85.00	75.00	85.00	70.00	90.00	80.00	80.00	75.00	85.00	75.00	80.00	80.00	
S1= 67.08							S2= 80.00						
T1= 73.13				T2= 75.00				T3= 72.50					
C0= 77.50			C1= 72.50			C2= 72.50			C3= 71.67				

ANEXO 30. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	18.75	1	18.75	0.46	0.50297817 NS
S	2002.08	1	2002.08	49.45	0.00000036 *
T	54.17	2	27.08	0.67	0.52195540 NS
C	256.25	3	85.42	2.11	0.12672949 NS
S*T	29.17	2	14.58	0.36	0.70141633 NS
S*C	356.25	3	118.75	2.93	0.05491812 NS
T*C	112.5	6	18.75	0.46	0.82828742 NS
S*T*C	137.5	6	22.92	0.57	0.75293921 NS
Error	931.25	23	40.49		
Total	3897.92	47			

C.V. 8.65%

ANEXO 31. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total									
	T1				T2				T3													
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3										
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11										
I	3.27	3.35	3.29	3.31	3.39	3.39	3.39	3.38	3.33	3.40	3.29	3.46										
II	3.27	3.35	3.33	3.30	3.32	3.45	3.38	3.40	3.30	3.24	3.47	3.30										
Total	6.54	6.70	6.62	6.60	6.71	6.85	6.77	6.78	6.63	6.64	6.76	6.76										
Promedio	3.27	3.35	3.31	3.30	3.36	3.42	3.38	3.39	3.32	3.32	3.38	3.38										
Bloque	S2																					
	T1				T2				T3													
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3										
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23										
I	3.40	3.39	3.33	3.33	3.37	3.11	3.34	3.30	3.31	3.27	3.34	3.38	80.13									
II	3.39	3.39	3.39	3.21	3.45	3.31	3.26	3.38	3.38	3.38	3.38	3.30	80.31									
Total	6.79	6.78	6.72	6.54	6.82	6.42	6.60	6.68	6.69	6.64	6.72	6.68	160.4									
Promedio	3.39	3.39	3.36	3.27	3.41	3.21	3.30	3.34	3.34	3.32	3.36	3.34										
S1=					3.35			S2=					3.34									
T1=				3.33			T2=				3.35			T3=			3.34					
C0=			3.35		C1=			3.34			C2=			3.35			C3=			3.34		

ANEXO 32. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	4.54	4.45	4.51	4.49	4.51	4.44	4.54	4.47	4.54	4.48	4.60	4.49	
II	4.49	4.56	4.50	4.54	4.47	4.49	4.51	4.52	4.53	4.50	4.50	4.44	
Total	9.03	9.01	9.00	9.03	8.98	8.93	9.04	8.99	9.07	8.99	9.10	8.92	
Promedio	4.51	4.51	4.50	4.51	4.49	4.46	4.52	4.50	4.54	4.49	4.55	4.46	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	4.53	4.51	4.52	4.50	4.47	4.53	4.48	4.54	4.56	4.48	4.50	4.51	108.18
II	4.46	4.52	4.51	4.50	4.55	4.51	4.53	4.46	4.50	4.54	4.50	4.52	108.12
Total	8.99	9.02	9.02	9.01	9.02	9.04	9.01	9.00	9.06	9.02	9.00	9.03	216.3
Promedio	4.49	4.51	4.51	4.50	4.51	4.52	4.50	4.50	4.53	4.51	4.50	4.51	
S1= 4.50							S2= 4.51						
T1= 4.52				T2= 4.50				T3= 4.50					
C0= 4.51			C1= 4.50				C2= 4.51				C3= 4.51		

ANEXO 33. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total	
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		
I	7.14	7.04	7.39	7.07	7.22	7.16	7.28	5.42	7.54	5.17	5.26	5.04		
II	7.36	7.27	7.32	7.70	7.29	6.98	7.17	6.25	7.31	4.99	5.21	4.70		
Total	14.50	14.31	14.71	14.77	14.51	14.14	14.45	11.67	14.85	10.16	10.46	9.74		
Promedio	7.25	7.15	7.36	7.38	7.25	7.07	7.23	5.84	7.43	5.08	5.23	4.87		
Bloque	S2													
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23		
I	7.67	7.02	6.93	7.43	7.14	6.88	7.26	6.22	7.50	5.14	5.40	4.93	158.26	
II	7.46	7.36	7.16	7.21	7.31	7.01	7.21	6.23	7.31	4.73	4.61	4.91	158.04	
Total	15.13	14.38	14.09	14.64	14.45	13.88	14.47	12.45	14.81	9.87	10.01	9.84	316.3	
Promedio	7.57	7.19	7.05	7.32	7.23	6.94	7.23	6.22	7.41	4.93	5.01	4.92		
S1= 6.59							S2= 6.58							
T1= 7.28				T2= 6.88				T3= 5.61						
C0= 7.35			C1= 6.40			C2= 6.52			C3= 6.09					

ANEXO 34. Altura de promedio de plántulas (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	10.05	10.13	10.39	10.22	10.07	10.54	10.34	8.11	10.37	7.43	7.01	6.82	
II	10.25	10.35	10.03	10.76	10.37	10.07	10.43	9.29	10.24	6.97	7.42	6.62	
Total	20.30	20.48	20.42	20.98	20.43	20.61	20.77	17.40	20.62	14.40	14.43	13.44	
Promedio	10.15	10.24	10.21	10.49	10.22	10.30	10.39	8.70	10.31	7.20	7.22	6.72	
Bloque	S2												
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	10.36	9.73	10.02	10.30	9.99	9.79	9.98	9.02	10.06	7.38	7.33	6.80	222.26
II	10.57	10.39	10.19	10.23	10.65	10.04	10.13	9.59	10.38	7.09	6.84	6.97	225.85
Total	20.93	20.11	20.20	20.53	20.65	19.83	20.12	18.61	20.44	14.47	14.17	13.77	448.1
Promedio	10.46	10.06	10.10	10.26	10.32	9.91	10.06	9.31	10.22	7.24	7.09	6.89	
S1= 9.34							S2= 9.33						
T1= 10.25				T2= 9.90				T3= 7.86					
C0= 10.28			C1= 9.16			C2= 9.18			C3= 8.73				

ANEXO 35. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0009	1	0.0009	0.22	0.65 NS
S	0.0015	1	0.0015	0.36	0.56 NS
T	0.0034	2	0.0017	0.4	0.67 NS
C	0.0018	3	0.0006	0.14	0.94 NS
S*T	0.0278	2	0.0139	3.26	0.06 NS
S*C	0.0285	3	0.0095	2.23	0.11 NS
T*C	0.0285	6	0.0047	1.12	0.38 NS
S*T*C	0.023	6	0.0038	0.9	0.51 NS
Error	0.0978	23	0.0043		
Total	0.2131	47			

C.V. = 1.95 %

ANEXO 36. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 16 ddt Var Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00003	1	0.00003	0.02	0.88 NS
S	0.0003	1	0.0003	0.21	0.65 NS
T	0.00093	2	0.00046	0.33	0.73 NS
C	0.00284	3	0.00095	0.66	0.58 NS
S*T	0.00071	2	0.00036	0.25	0.78 NS
S*C	0.00385	3	0.00128	0.9	0.46 NS
T*C	0.00322	6	0.00054	0.38	0.89 NS
S*T*C	0.00524	6	0.00087	0.61	0.72 NS
Error	0.03287	23	0.00143		
Total	0.04999	47			

C.V. = 0.84%

ANEXO 37. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0008	1	0.0008	0.01	0.91 NS
S	0.0013	1	0.0013	0.02	0.88 NS
T	24.3895	2	12.1948	217.31	0.01 *
C	10.4944	3	3.4981	62.34	0.01 *
S*T	0.0436	2	0.0218	0.39	0.68 NS
S*C	0.181	3	0.0603	1.08	0.38 NS
T*C	11.116	6	1.8527	33.01	0.01 *
S*T*C	0.2204	6	0.0367	0.65	0.69 NS
Error	1.2907	23	0.0561		
Total	47.7377	47			

C.V. = 3.59%

ANEXO 38. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plántulas (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.275	1	0.275	3.22	0.09 NS
S	0.004	1	0.004	0.05	0.83 NS
T	53.358	2	26.679	312.83	0.01 *
C	15.82	3	5.273	61.83	0.01 *
S*T	0.005	2	0.003	0.03	0.97 NS
S*C	0.333	3	0.111	1.3	0.30 NS
T*C	19.917	6	3.319	38.92	0.01 *
S*T*C	0.54	6	0.09	1.06	0.42 NS
Error	1.962	23	0.085		
Total	92.214	47			

C.V. = 3.13%

ANEXO 39. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total	
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		
I	0.50	0.45	0.52	0.51	0.52	0.48	0.49	0.50	0.47	0.51	0.52	0.48		
II	0.52	0.48	0.50	0.46	0.49	0.49	0.52	0.49	0.49	0.51	0.52	0.53		
Total	0.50	0.45	0.52	0.51	0.52	0.48	0.49	0.50	0.47	0.51	0.52	0.48		
Promedio	0.52	0.48	0.50	0.46	0.49	0.49	0.52	0.49	0.49	0.51	0.52	0.53		
Bloque	S2													
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23		
I	0.51	0.50	0.50	0.53	0.52	0.45	0.50	0.51	0.49	0.51	0.52	0.50	11.99	
II	0.54	0.49	0.49	0.43	0.47	0.44	0.53	0.49	0.48	0.47	0.48	0.48	11.78	
Total	0.51	0.50	0.50	0.53	0.52	0.45	0.50	0.51	0.49	0.51	0.52	0.50	17.9	
Promedio	0.54	0.49	0.49	0.43	0.47	0.44	0.53	0.49	0.48	0.47	0.48	0.48		
S1= 0.5							S2= 0.48							
T1= 0.49				T2= 0.49					T3= 0.49					
C0= 0.5			C1= 0.48				C2= 0.51				C3= 0.48			

ANEXO 40. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.63	0.63	0.63	0.62	0.61	0.64	0.63	0.63	0.64	0.62	0.62	0.64	
II	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64	0.63	0.64	0.65	0.65	0.65	0.64	
Total	1.25	1.26	1.27	1.26	1.25	1.27	1.27	1.27	1.30	1.27	1.27	1.28	
Promedio	0.62	0.63	0.63	0.63	0.63	0.64	0.63	0.63	0.65	0.64	0.63	0.64	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.63	0.63	0.65	0.62	0.63	0.61	0.63	0.63	0.64	0.63	0.63	0.63	15.11
II	0.63	0.65	0.63	0.63	0.63	0.64	0.65	0.63	0.64	0.63	0.63	0.64	15.31
Total	1.26	1.27	1.28	1.25	1.26	1.25	1.28	1.26	1.28	1.26	1.26	1.28	30.4
Promedio	0.63	0.64	0.64	0.62	0.63	0.63	0.64	0.63	0.64	0.63	0.63	0.64	
S1= 0.63							S2= 0.63						
T1= 0.63				T2= 0.63					T3= 0.64				
C0= 0.63			C1= 0.63				C2= 0.64			C3= 0.63			

ANEXO 41. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.87	0.80	0.89	0.88	0.87	
II	0.79	0.78	0.77	0.77	0.81	0.78	0.78	0.84	0.79	0.87	0.88	0.87	
Total	1.56	1.56	1.55	1.55	1.59	1.56	1.56	1.71	1.59	1.76	1.77	1.73	
Promedio	0.78	0.78	0.78	0.78	0.79	0.78	0.78	0.86	0.80	0.88	0.88	0.87	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.78	0.78	0.77	0.79	0.80	0.78	0.79	0.82	0.80	0.88	0.85	0.87	19.48
II	0.77	0.79	0.77	0.77	0.79	0.80	0.78	0.84	0.78	0.90	0.89	0.88	19.48
Total	1.54	1.57	1.55	1.56	1.59	1.57	1.57	1.66	1.58	1.78	1.74	1.75	39.0
Promedio	0.77	0.79	0.77	0.78	0.80	0.79	0.78	0.83	0.79	0.89	0.87	0.87	
S1= 0.81							S2= 0.81						
T1= 0.78				T2= 0.80				T3= 0.86					
C0= 0.79			C1= 0.82				C2= 0.81			C3= 0.83			

ANEXO 42. Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.98	0.91	1.02	0.99	0.96	
II	0.89	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.95	0.91	0.99	1.00	1.00	
Total	1.80	1.83	1.81	1.82	1.82	1.82	1.84	1.92	1.82	2.01	1.99	1.96	
Promedio	0.90	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.96	0.91	1.01	1.00	0.98	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.91	0.90	0.90	0.91	0.91	0.92	0.90	0.95	0.91	1.00	0.99	1.01	22.46
II	0.92	0.89	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.94	0.90	1.02	1.02	0.99	22.43
Total	1.83	1.79	1.80	1.83	1.82	1.82	1.80	1.89	1.81	2.02	2.01	2.00	44.9
Promedio	0.92	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.90	0.95	0.90	1.01	1.01	1.00	
S1= 0.94							S2= 0.93						
T1= 0.91				T2= 0.92				T3= 0.98					
C0= 0.91			C1= 0.94				C2= 0.94			C3= 0.95			

ANEXO 43. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0008	1	0.0008	1.47	0.24 NS
S	0.0003	1	0.0003	0.53	0.47 NS
T	0.0002	2	0.0001	0.14	0.87 NS
C	0.0044	3	0.0015	2.57	0.08 NS
S*T	0.0008	2	0.0004	0.69	0.51 NS
S*C	0.0003	3	0.0001	0.19	0.90 NS
T*C	0.0055	6	0.0009	1.62	0.19 NS
S*T*C	0.0028	6	0.0005	0.83	0.56 NS
Error	0.0131	23	0.0006		
Total	0.0282	47			

C.V. = 4.81%

ANEXO 44. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00083	1	0.00083	9.27	0.01 *
S	0.00001	1	0.00001	0.09	0.76 NS
T	0.0002	2	0.0001	1.14	0.34 NS
C	0.00005	3	0.00002	0.19	0.91 NS
S*T	0.00015	2	0.00008	0.86	0.44 NS
S*C	0.00014	3	0.00005	0.53	0.67 NS
T*C	0.00066	6	0.00011	1.23	0.33 NS
S*T*C	0.00035	6	0.00006	0.64	0.70 NS
Error	0.00207	23	0.00009		
Total	0.00447	47			

C.V. = 1.5%

ANEXO 45. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.000002	1	0.000002	0.01	0.91 NS
S	0.000019	1	0.000019	0.13	0.72 NS
T	0.051538	2	0.025769	177.03	0.01 *
C	0.010923	3	0.003641	25.01	0.01 *
S*T	0.000012	2	0.000006	0.04	0.96 NS
S*C	0.000373	3	0.000124	0.85	0.48 NS
T*C	0.020746	6	0.003458	23.75	0.01 *
S*T*C	0.000771	6	0.000128	0.88	0.52 NS
Error	0.003348	23	0.000146		
Total	0.087731	47			

C.V. = 1.45%

ANEXO 46. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Illpa INIA 406, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00001	1	0.00001	0.06	0.81 NS
S	0.00003	1	0.00003	0.24	0.63 NS
T	0.04182	2	0.02091	150.67	0.01*
C	0.01301	3	0.00434	31.25	0.01*
S*T	0.00062	2	0.00031	2.22	0.13 NS
S*C	0.00022	3	0.00007	0.52	0.67 NS
T*C	0.01867	6	0.00311	22.42	0.01*
S*T*C	0.00123	6	0.00021	1.48	0.23 NS
Error	0.00319	23	0.00014		
Total	0.07879	47			

C.V. = 1.26%

ANEXO 47. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.30	0.29	0.30	0.29	0.31	0.30	0.31	0.33	0.26	0.30	0.28	0.30	
II	0.33	0.32	0.29	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.30	0.33	
Total	0.63	0.61	0.60	0.60	0.62	0.60	0.61	0.63	0.57	0.61	0.58	0.63	
Promedio	0.32	0.30	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.32	0.28	0.31	0.29	0.31	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.35	7.24
II	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.32	0.30	0.30	0.31	0.29	7.33
Total	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.63	0.60	0.60	0.60	0.64	14.6
Promedio	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	0.32	
S1= 0.30							S2= 0.30						
T1= 0.30				T2= 0.31					T3= 0.30				
C0= 0.30			C1= 0.30			C2= 0.30			C3= 0.31				

ANEXO 48. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.50	0.52	0.51	0.51	0.51	0.48	0.51	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	
II	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.51	0.51	
Total	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	0.98	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.01	
Promedio	0.50	0.51	0.50	0.51	0.51	0.49	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.52	0.50	0.50	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.52	0.44	12.04
II	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.51	0.50	0.50	12.15
Total	1.02	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.01	1.01	1.00	1.01	1.02	0.94	24.2
Promedio	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.51	0.51	0.47	
S1= 0.51							S2= 0.50						
T1= 0.50				T2= 0.50				T3= 0.50					
C0= 0.51			C1= 0.50			C2= 0.51			C3= 0.50				

ANEXO 49. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.75	0.73	0.75	0.75	0.75	0.75	0.74	0.82	0.75	0.84	0.84	0.80	
II	0.75	0.74	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.81	0.75	0.83	0.83	0.82	
Total	1.49	1.47	1.48	1.49	1.49	1.49	1.48	1.63	1.50	1.67	1.67	1.63	
Promedio	0.75	0.74	0.74	0.74	0.75	0.75	0.74	0.81	0.75	0.84	0.84	0.81	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.74	0.75	0.74	0.76	0.74	0.74	0.75	0.79	0.74	0.83	0.80	0.82	18.49
II	0.75	0.75	0.73	0.74	0.74	0.76	0.74	0.80	0.72	0.84	0.84	0.82	18.46
Total	1.49	1.50	1.47	1.50	1.48	1.50	1.49	1.59	1.46	1.68	1.64	1.65	37.0
Promedio	0.75	0.75	0.74	0.75	0.74	0.75	0.74	0.80	0.73	0.84	0.82	0.82	
S1= 0.77							S2= 0.77						
T1= 0.74				T2= 0.76				T3= 0.81					
C0= 0.74			C1= 0.78			C2= 0.77			C3= 0.79				

ANEXO 50. Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	0.80	0.78	0.82	0.79	0.80	0.79	0.79	0.94	0.81	0.94	0.92	0.92	
II	0.81	0.80	0.79	0.81	0.80	0.78	0.81	0.91	0.80	0.95	0.95	0.95	
Total	1.61	1.58	1.60	1.61	1.60	1.57	1.60	1.84	1.61	1.89	1.87	1.87	
Promedio	0.80	0.79	0.80	0.80	0.80	0.79	0.80	0.92	0.81	0.95	0.93	0.93	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	0.81	0.80	0.79	0.81	0.80	0.80	0.79	0.88	0.80	0.95	0.90	0.94	20.15
II	0.83	0.81	0.80	0.81	0.81	0.80	0.79	0.91	0.80	0.94	0.96	0.95	20.37
Total	1.64	1.60	1.59	1.62	1.61	1.60	1.58	1.79	1.60	1.89	1.86	1.89	40.5
Promedio	0.82	0.80	0.80	0.81	0.81	0.80	0.79	0.89	0.80	0.95	0.93	0.95	
S1= 0.84							S2= 0.84						
T1= 0.80				T2= 0.82				T3= 0.90					
C0= 0.81			C1= 0.84				C2= 0.84			C3= 0.88			

ANEXO 51. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 8 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.000102	1	0.0001	0.42	0.52 NS
S	0.000019	1	0.00002	0.08	0.78 NS
T	0.000267	2	0.00013	0.55	0.58 NS
C	0.000773	3	0.00026	1.07	0.38 NS
S*T	0.00015	2	0.00008	0.31	0.74 NS
S*C	0.000123	3	0.00004	0.17	0.92 NS
T*C	0.001433	6	0.00024	0.99	0.45 NS
S*T*C	0.000483	6	0.00008	0.33	0.91 NS
Error	0.005548	23	0.00024		
Total	0.008898	47			

C.V. = 5.12%

ANEXO 52. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0001	1	0.00013	0.91	0.35 NS
S	0.0002	1	0.00021	1.42	0.25 NS
T	0.0001	2	0.00004	0.27	0.77 NS
C	0.0004	3	0.00014	0.95	0.43 NS
S*T	0.0003	2	0.00013	0.87	0.43 NS
S*C	0.0002	3	0.00008	0.55	0.65 NS
T*C	0.0011	6	0.00019	1.28	0.31 NS
S*T*C	0.0009	6	0.00016	1.08	0.40 NS
Error	0.0034	23	0.00015		
Total	0.0068	47			

C.V. = 2.4%

ANEXO 53. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 24 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00001	1	0.00001	0.08	0.78 NS
S	0.00007	1	0.00007	0.72	0.40 NS
T	0.0317	2	0.01585	152.45	0.01 *
C	0.01322	3	0.00441	42.37	0.01 *
S*T	0.00016	2	0.00008	0.78	0.47 NS
S*C	0.00044	3	0.00015	1.42	0.26 NS
T*C	0.02115	6	0.00352	33.89	0.01 *
S*T*C	0.00082	6	0.00014	1.32	0.29 NS
Error	0.00239	23	0.0001		
Total	0.06997	47			

C.V. = 1.33%

ANEXO 54. Análisis de Varianza (ANVA) para Ancho promedio de hoja mayor (cm.) a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00083	1	0.00083	4.29	0.05 NS
S	0.00001	1	0.00001	0.04	0.84 NS
T	0.09122	2	0.04561	234.85	0.01 *
C	0.03768	3	0.01256	64.67	0.01 *
S*T	0.00032	2	0.00016	0.82	0.45 NS
S*C	0.00061	3	0.0002	1.04	0.39 NS
T*C	0.05795	6	0.00966	49.73	0.01 *
S*T*C	0.00112	6	0.00019	0.96	0.47 NS
Error	0.00447	23	0.00019		
Total	0.19419	47			

C.V. 1.65%

ANEXO 55. Número promedio de Hojas a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	6.00	5.88	6.00	6.00	6.00	6.00	5.88	6.00	5.88	5.88	6.00	6.00	
II	5.75	5.83	5.89	5.86	5.89	5.83	6.00	5.88	6.00	5.86	5.88	6.00	
Total	11.75	11.71	11.89	11.86	11.89	11.83	11.88	11.88	11.88	11.73	11.88	12.00	
Promedio	5.88	5.85	5.94	5.93	5.94	5.92	5.94	5.94	5.94	5.87	5.94	6.00	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	5.89	6.00	6.00	5.89	6.00	5.89	5.89	6.00	5.89	5.88	5.89	5.89	142.60
II	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.88	5.89	6.00	6.00	5.89	142.31
Total	11.89	12.00	12.00	11.89	12.00	11.89	11.89	11.88	11.78	11.88	11.89	11.78	284.9
Promedio	5.94	6.00	6.00	5.94	6.00	5.94	5.94	5.94	5.89	5.94	5.94	5.89	
S1= 5.92							S2= 5.95						
T1= 5.94				T2= 5.95				T3= 5.93					
C0= 5.93			C1= 5.92				C2= 5.95				C3= 5.94		

ANEXO 56. Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total
	T1				T2				T3				
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
I	9.00	9.57	10.29	9.43	9.50	9.71	10.17	13.00	9.43	12.57	12.29	12.50	Total
II	9.50	9.67	10.43	9.29	9.00	10.83	10.00	12.17	9.43	12.33	12.57	13.50	
Total	18.50	19.24	20.71	18.71	18.50	20.55	20.17	25.17	18.86	24.90	24.86	26.00	
Promedio	9.25	9.62	10.36	9.36	9.25	10.27	10.08	12.58	9.43	12.45	12.43	13.00	
Bloque	S2												
	T1												
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
I	9.50	10.57	10.28	10.33	9.22	10.13	10.46	12.63	9.21	13.13	12.00	12.11	257.02
II	9.63	10.63	9.86	9.88	8.88	9.38	10.42	12.25	9.50	12.43	13.33	12.38	257.25
Total	19.13	21.20	20.14	20.21	18.10	19.50	20.88	24.88	18.71	25.55	25.33	24.49	514.3
Promedio	9.56	10.60	10.07	10.10	9.05	9.75	10.44	12.44	9.36	12.78	12.67	12.24	
S1= 10.67							S2= 10.75						
T1= 9.86				T2= 10.48				T3= 11.79					
C0= 9.32			C1= 10.91			C2= 11.01			C3= 11.62				

ANEXO 57. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 16 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.00187	1	0.00187	0.31	0.59 NS
S	0.00701	1	0.00701	1.15	0.30 NS
T	0.003	2	0.0015	0.25	0.78 NS
C	0.00643	3	0.00214	0.35	0.79 NS
S*T	0.01713	2	0.00856	1.4	0.27 NS
S*C	0.01929	3	0.00643	1.05	0.39 NS
T*C	0.01068	6	0.00178	0.29	0.94 NS
S*T*C	0.00922	6	0.00154	0.25	0.95 NS
Error	0.14063	23	0.00611		
Total	0.21527	47			

C.V. = 1.32%

ANEXO 58. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	0.0015	1	0.0015	0.01	0.92 NS
S	0.0842	1	0.0842	0.55	0.47 NS
T	30.8181	2	15.409	100.56	0.01 *
C	35.1636	3	11.7212	76.49	0.01 *
S*T	0.7505	2	0.3753	2.45	0.11 NS
S*C	0.1593	3	0.0531	0.35	0.79 NS
T*C	22.3162	6	3.7194	24.27	0.01 *
S*T*C	1.749	6	0.2915	1.9	0.12 NS
Error	3.5244	23	0.1532		
Total	94.5668	47			

C.V. = 3.65%

ANEXO 59. Porcentaje de supervivencia (%) a los 40 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Bloque	S1												Total	
	T1				T2				T3					
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		
I	70	70	70	70	60	70	60	60	70	70	70	60		
II	80	60	70	70	70	60	70	60	70	60	70	60		
Total	150	130	140	140	130	130	130	120	140	130	140	120		
Promedio	75.00	65.00	70.00	70.00	65.00	65.00	65.00	60.00	70.00	65.00	70.00	60.00		
Bloque	S2													
	T1													
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3		
	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23		
I	80	70	80	90	90	80	80	80	90	80	80	90	1790	
II	80	80	70	80	80	80	90	80	80	70	90	80	1760	
Total	160	150	150	170	170	160	170	160	170	150	170	170	3550	
Promedio	80.00	75.00	75.00	85.00	85.00	80.00	85.00	80.00	85.00	75.00	85.00	85.00		
S1= 66.67							S2= 81.25							
T1= 74.38				T2= 73.13					T3= 74.38					
C0= 76.67			C1= 70.83				C2= 75.00				C3= 73.33			

ANEXO 60. Análisis de Varianza (ANVA) para Número promedio de Hojas a los 35 ddt Var. Cupi, Aclimatación de plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi e Illpa INIA 406 con aplicaciones de colchicina bajo condiciones de microinvernadero en dos diferentes sustratos. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Bloque	18.75	1	18.75	0.59	0.45 NS
S	2552.08	1	2552.08	80.27	0.01 *
T	16.67	2	8.33	0.26	0.77 NS
C	222.92	3	74.31	2.34	0.10 NS
S*T	216.67	2	108.33	3.41	0.05 NS
S*C	122.92	3	40.97	1.29	0.30 NS
T*C	183.33	6	30.56	0.96	0.47 NS
S*T*C	83.33	6	13.89	0.44	0.85 NS
Error	731.25	23	31.79		
Total	4147.92	47			

C.V. 7.62%

ANEXO 61. Plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 a los 8, 16, 24 y 35 ddt.



ANEXO 62. Plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 con 3 diferentes tamaños; enana, normal, alta.



ANEXO 63. Plántulas aclimatadas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Illpa INIA 406 y Var. Cupi.



ANEXO 64. Plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Cupi a los 8, 16, 24 y 35 ddt.



ANEXO 65. Plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Cupi con 3 diferentes tamaños; alta, normal y enana.



ANEXO 66. Diferencia en el área foliar en plántulas de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Var. Cupi, Testigo VS Plántula con aplicación de colchicina al 4%.

