

RESUMEN

Aclimatacion de vitro plantas de Maruba para sistemas agroforestales:

El presente trabajo, ha surgido de una necesidad de obtener plantas provenientes de cultivos vegetales libres de enfermedades con enfoque agroforestal en el municipio de San Benito del departamento de Cochabamba. Considerando que el cultivo de manzano es recientemente introducido a la región del Valle Alto, de los cuales en las parcelas implementadas se han obtenido altos rendimientos de producción de frutos de buena calidad. A raíz de esta necesidad se planteò el trabajo dirigido, que consiste en la aclimatación de vitroplantas de Maruba (*Malus prunifolia*) en vivero provenientes de laboratorio, el presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar el porcentaje de prendimiento, determinar la dosis y la frecuencia optima de AG3 (acido giberelico), en vitroplantas de Maruba, los resultados obtenidos durante el trabajo de investigación fueron los siguientes: el porcentaje de prendimiento que alcanzo un 97,2%, como también se determinó la dosis de AG3 (ácido giberelico) y frecuencia optima, el cual fue la dosis de 2,5 ml de AG3 a una frecuencia de 15 días. En conclusión, que la mejor dosis es de 2,5 ml a los 15 días después de la aclimatación. Al realizar aplicaciones de AG3 se indujo al desarrollo de brotes en vitroplantas de Maruba, al aplicar dosis mínimas no se registró un desarrollo significativo y al aplicar dosis elevadas se presentó quemaduras en los bordes de las hojas. Registrando como la mejor, una dosis intermedia (2,5 ml).

Palabras claves: *In vitro*, Deshidratación, Prendimiento, Material vegetal.

SUMMARY

In vitro acclimatization of Maruba plants for agroforestry systems: This work has arisen from a need to obtain plants from disease-free plant crops with an agroforestry approach in the municipality of San Benito in the department of Cochabamba. Considering that the cultivation of apple tree is recently introduced to the upper valley region, from which in the implemented plots high yields of production of good quality fruits have been obtained. As a result of this need, the directed work was proposed, which consists of the acclimatization of Maruba (*Malus prunifolia*) vitroplants in the nursery from the laboratory, the present research work was carried out with the objective of evaluating the percentage of seizure, determining the dose and the optimal frequency of AG3 (gibberelic acid), in Maruba vitroplants, the results obtained during the research work were the following: the percentage of seizure that reached 97.2%, as well as the dose of AG3 (acid gibberelic) and optimal frequency, which was the 2.5 ml dose of AG3 at a frequency of 15 days. In conclusion, the best dose is 2.5 ml 15 days after acclimatization. When making applications of AG3, the development of shoots was induced in Maruba vitroplants, when applying minimal doses no significant development was registered and when applying high doses burns were presented on the edges of the leaves. Recording as the best, an intermediate dose (2.5 ml).

Key words: In vitro, Dehydration, Detachment, Plant material.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Capítulo	Tema N°	Pág.
I. INTRODUCCIÓN			1
1.1. Objetivos			3
1.1.1. Objetivo general			3
1.1.2. Objetivos específicos			3
II. REVISIÓN DE LITERATURA			4
2.1. El manzano			4
2.1.1. Historia – origen			4
2.1.2. Morfología			5
2.1.2.1. <i>Árbol</i>			5
2.1.2.2. <i>Sistema radicular</i>			5
2.1.2.3. <i>Hojas</i>			5
2.1.2.4. <i>Flores</i>			5
2.1.2.5. <i>Fruto</i>			5
2.1.3. Taxonomía del manzano.			6
2.1.4. Evaluación de las plántulas proporcionadas en laboratorio y verificación de presencia de hongos y otros tipos de bacterias			6
2.2. Sustrato			8
2.2.1. Funciones del sustrato			8
2.2.2. Propiedades físicas y químicas de los sustratos			8
2.2.2.1. <i>Propiedades químicas</i>			8
2.2.3. Propiedades físicas			10
2.3. Disponibilidad de nutrientes			11
2.4. Propiedades microbiológicas			11
2.4.1. Velocidad de descomposición			12
2.4.2. Efectos de los productos de descomposición			12
2.4.3. Actividad reguladora del crecimiento			13
2.4.3.1. <i>Propiedades supresivas</i>			13
2.4.4. Características de los sustratos para el estudio o ensayo			13 vii

2.5. Clasificación de tipos sustrato	14
2.5.1. Criterios de elección de un sustrato	14
2.6. Repique en invernadero de las plántulas de pies de injerto proporcionadas de laboratorio in vitro	15
2.6.1. Repique de Plántulas	15
2.7. Cultivo <i>in vitro</i>	16
2.7.1. Aclimatación de los explantes enraizados a sustrato	17
2.7.2. La aclimatación de vitroplantas	18
2.7.3. Aclimatación de los explantes enraizados	19
2.8. Micro propagación	19
2.9. AG3 (ácido giberélico)	20
2.9.1. Campo de actividad	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación.....	21
3.2. Materiales	22
3.2.1. Material vegetal	22
3.2.2. Material de campo	22
3.2.3. Material quirúrgico	22
3.2.4. Material de reactivos	22
3.2.5. Material de gabinete	23
3.3. Metodología.....	23
3.4. Diseño experimental	23
3.4.1. Factores de estudio	23
3.4.2. Modelo estadístico lineal aditivo	24
3.4.3. Croquis experimental	24
3.4.4. Variables de respuesta	24
3.5. Desinfección del vivero	25
3.5.1. Preparado del sustrato	25
3.5.2. Esterilización del sustrato.	26
3.5.3. Repique de plantines de Maruba	27
3.5.3.1. Aplicación de AG3	30
	viii

3.6. Riego	31
3.7. Evaluaciones	31
3.8. Labores culturales	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Evaluar el porcentaje de prendimiento de vitroplantas de Maruba	33
4.2. Determinar la dosis y frecuencia optima de aplicación de AG3 (Acido giberelico) en vitroplantas de Maruba.	35
4.3. Evaluar el efecto de la dosis de aplicación en el desarrollo (en función al numero de hojas) de las vitroplantas de Maruba	37
4.4. Evaluar el efecto de la frecuencia de aplicación en el desarrollo de las vitroplantas de Maruba	38
V. CONCLUSIONES	43
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VIII. ANEXOS	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Nº Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación	21
Figura 2. Preparado del sustrato	26
Figura 3. Estilización del sustrato	26
Figura 4. Extracción de las plántulas	27
Figura 5. Limpieza del material vegetal	28
Figura 6. Selección del plantines	28
Figura 7. Aclimatación de plántulas	29
Figura 8. Plántulas cubiertas con vasos de Polietileno	29
Figura 9. Aplicación de AG3	30
Figura 10. Plántula aplicada con AG3	30
Figura 11. Riego por microaspersión	31
Figura 12. Riego con manguera.....	31
Figura 13. Medición de vitroplantas	32
Figura 14. Deshierbe	32
Figura 15. Deshierbe	32
Figura 16. Porcentaje de prendimiento entre la relación de dosis de AG3 y frecuencia de aplicación	34
Figura 17. Porcentaje de prendimiento	36
Figura 18. Número de hojas	38
Figura 19. Número de hojas	39
Figura 20. Altura de la vitroplanta	40
Figura 21. Altura de vitroplantas con la dosis de aplicación de AG3.	41
Figura 22. Altura de vitroplanta	42 x

ÍNDICE DE CUADROS

	Nº Pág.
Cuadro 1. Taxonomía	6
Cuadro 2. Dosis y frecuencia de aplicación	23
Cuadro 3. Tratamientos resultantes de la combinación de factores y niveles	23
Cuadro 4. Croquis experimentales	24
Cuadro 5. Tabla de dosificación	30
Cuadro 6. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento.	33
Cuadro 7. Prueba de Duncan del porcentaje de prendimiento por efecto de la dosis de AG3	35
Cuadro 8. Prueba de Duncan del porcentaje de prendimiento por efecto de la frecuencia de aplicación	36
Cuadro 9. Prueba de Duncan del número de hojas con la aplicación de dosis de AG3 en ml.	37
Cuadro 10. Prueba Duncan para número de hojas por efecto de la frecuencia de aplicación en días.....	38
Cuadro 11. Análisis de varianza de altura de vitroplanta.	39
Cuadro 12. Prueba Duncan para altura de vitroplantas de Maruba por efecto de la aplicación de dosis de AG3	40
Cuadro 13. Prueba Duncan de altura de vitroplanta en la frecuencia de aplicación de AG3.	42
	1

I. INTRODUCCIÓN

Los frutales de pepita junto a los citrus, los frutales de carozo y la uva de mesa son las frutas más conocidas y consumidas en el mundo. En las últimas décadas las frutas tropicales y exóticas están compitiendo o complementando a las mencionadas anteriormente, por ejemplo palta, kiwi, mango, los citrus constituyen el grupo de frutas mas producido mundialmente. De acuerdo a los datos de la FAO durante el año 2013, se produjo 168.274.687 t de los cuales las más importantes son naranja y mandarina, mientras que de manzanas y peras se produjo 103.442.237 t a nivel mundial, en la producción y comercialización de manzanas, se están produciendo cambios muy importantes. Uno de ellos, es la gran disponibilidad de nuevas variedades “club” que, en los casos exitosos, están logrando precios diferenciales sobre las variedades tradicionales, esto le ha permitido a Nueva Zelanda posicionarse nuevamente al tope de los países líderes en la producción y comercialización de esta especie (Toranzo 2016).

Paéz (2005) indica que en Latinoamérica, los países más importantes son: Argentina en menor porcentaje y Brasil, principalmente para mercado interno, en Bolivia, el consumo per cápita es de 1,89 kg/persona/año, en comparación con España (10,6) o Argentina (6,4), la superficie estimada de manzano en el mundo es de 3200000 hectáreas, siendo China el país con mayor cantidad aunque sus niveles productivos son deficientes y Nueva Zelanda con mayores rendimientos por unidad de superficie, en Latinoamérica los países más importantes en producción de manzano son Argentina, Chile y Brasil con cerca de 100000 hectáreas, Chile dedica su producción a la exportación.

Según Gil *et al.* (2017), la aclimatación de plantas provenientes de cultivo de tejidos vegetales es una etapa muy importante, considerada como la fase crítica, ya que las vitroplantas son muy sencibles a las condiciones ambientales de vivero, donde no se presentan las condiciones adecuadas, como un ambiente estéril, elevada humedad relativa y un medio rico en nutrientes. Es fundamental que las plántulas *in vitro* sean de buena calidad, porque de ello depende el porcentaje de supervivencia *ex vitro*;

para esto, se deben seleccionar las plántulas que presenten un buen desarrollo. 2

En el valle alto del departamento de Cochabamba, la producción frutícola es de gran importancia siendo que muchas familias se dedican a la producción de durazno y manzana. Siendo esta una de las razones que ha generado la demanda de plántulas de manzana en la región, en particular de plántulas de procedencia genética que se adapte a la región. Por este motivo que con la finalidad de garantizar su sanidad se propuso realizar la aclimatación de plántulas *in vitro* de pie de injerto de Maruba (***Malus prunifolia***) y alcanzar su aclimatación en vivero empleando distintos niveles y frecuencias de aplicación de ácido gibérelico y así satisfacer las necesidades de la comunidad.