

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Uso del 2,4-D (Ácido Diclorofenoxiacético) Dosis y Forma de Aplicación
en la Propagación de *Cordyline terminalis*

Por:

OGLER ENCARNACIÓN ROBLERO ROBLERO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Uso del 2,4-D (Acido Diclorofenoxiacético) Dosis y Forma de Aplicación
en la Propagación de *Crotalaria terminalis*

Por:

OGLER ENCARNACIÓN ROBLERO ROBLERO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Asesor Principal

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Coasesor

M.C. Blanca Elizabeth López Martínez

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinación
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por todas las bendiciones que me ha regalado, gracias por brindarme la oportunidad de tener otra nueva vida, después de varios accidentes. Mi Dios siempre te agradeceré por todo. Eres el gran amor de mi vida.

A mis padres.

Mi madre Rosalina Roblero Samayoa y Tereso Roblero Sánchez, por confiar en mí y apreciarme en los momentos que más apoyo he requerido y sobre todo por regalarme la oportunidad de vivir. Te amo madre mía.

A mi hermana querida.

Lusney Roblero Roblero eres parte fundamental de mi vida, te quiero siempre en mi vida. Gracias por estar para mí en los momentos en que sentí caer, pero gracias a tu apoyo seguí de pie. Tu completas mi vida, eres la otra mitad de mi corazón y siempre me haces falta te amo hermanita querida.

A mi Alma Terra Mater.

Por cobijarme en toda mi estancia fuera de casa y lo que más agradezco es el apoyo que la institución me brindó en el momento en que más lo requerí. De todo corazón mil gracias UAAAN.

Al Doctor Leobardo Bañuelos Herrera.

Gracias por confiar en mí y brindarme su amistad, a usted le debo mucho he adquirido conocimientos que me ayudaran en mi formación personal y laboral.

A mis coasesores.

A la M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez por todos los consejos y amabilidad hacia mí y al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa por todo su apoyo brindado y su grata amistad. Al M.C. Roberto Zapata Espinoza por su atención brindada.

En especial.

Gracias al Inge. Ángel Cerón y Don Rodo, por su colaboración en este experimento, al facilitarme el material de trabajo.

A mi amiga.

Yazmin Cabrera Arellano, por todos los momentos vividos en la bendita Narro, gracias por ser mi mejor amiga y apoyarme cada día mientras yo estaba a punto de caer, me ofreciste tu amistad y eso no tiene comparación.

A mis amigos.

Freddy Chipol Hernández, David, Fernando Navarro Campos, Magali Torres Fernández, Luis Hernández, Sandra, Froilán, Pedro, Isaac, Feliciano Senovio Pastor, Erick Valdivia, Erick de León, Fernando Orduñez, Juanito, Toñito, Dra. Yssu, Dra. Silvia, Marta Ochoa Balderas, Araceli Alva, Rosa María, ing. Edmundo, Rubí, Albino, Daniel Antúnez, Concepción, Paco, Carlos, Valeria, Rodrigo Vildozola, Tannya Valencia, Bernardino y a todo el equipo de rugby, gracias por apoyarme y estar conmigo en mis momentos de angustia y dolor. Gracias de corazón a todos amigos.

A mis hermanos.

Selene, Hildiberto, Elma, Álvaro y Lupita gracias por acompañarme y motivarme para seguir adelante. A mi hermanito Valentín por ser mi ángel que cuida de mí desde el cielo y por supuesto a mi sobrino Ronaldo, te estimo mucho.

DEDICATORIAS

Dedicado a Dios.

Tu compañía me hace muy feliz, no me has abandonado en los momentos de oscuridad, a pesar de que te he fallado, siempre me llevas de mi mano y me guías por el camino del bien. Yo te seguiré a ti mi Dios.

A mi madre.

Rosalina Roblero Samayoa, incondicionalmente eres la mejor mamá del mundo te amaré por toda mi vida, te dedico parte de mi esfuerzo en esta institución mil gracias madre mía, te llevo en mi corazón.

A mi hermana.

Parte de mis éxitos son dedicados a ti; Lusney Roblero Roblero, es grandioso saber que tienes a la mejor hermana del planeta, Dios te cuide mi querida hermanita, te adoro con mi alma.

A mi Alma Terra Mater.

Mis logros obtenidos hasta el momento se deben fundamentalmente al apoyo de mi querida universidad. Gracias, por tanto, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, es un privilegio ser buitre y siempre estaré muy orgulloso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.	3
1.2. Objetivos específicos.	3
1.3. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen.	4
2.2. Variedades de <i>Cordyline terminalis</i>	4
2.3. Clasificación taxonómica.	5
2.4. Cultivo.	5
2.5. Importancia económica.....	6
2.6. Las auxinas.....	7
2.6.1. Efectos de las auxinas.	8
2.6.2. Aplicaciones de las auxinas en la agricultura.	8
2.6.3. Auxinas sintéticas... ..	10
2.6.4. Generalidades de las auxinas.	10
2.7. Ácido 2,4-D (Diclorofenoxiacético).....	11
2.8. Principales enraizadores en el mercado para ornamentales	13
2.9. El acodo.....	13
2.9.1. Tipos de acodos.....	14
2.10. Propagación vegetativa de plantas.....	16
2.10.1. Formación de raíces adventicias.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación geográfica.	19
3.2. Material vegetativo.....	19

3.3. Establecimiento	19
3.4. Materiales utilizados	20
3.5. Metodología	20
3.6. Medición de las variables evaluadas	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Número de raíces	25
4.2. Longitud de raíces	28
4.3. Número de hojas nuevas después del trasplante	30
4.4. Largo de hojas nuevas después del trasplante	33
4.5. Ancho de hojas nuevas después del trasplante	35
4.6. Porcentaje de enraizamiento	38
4.7. Días de enraizamiento	40
4.8. Supervivencia de trasplante	42
V. CONCLUSIONES	46
VI. LITERATURA CONSULTADA	47
APÉNDICE	51
Anexo 1. ANVA para la variable número de raíces	52
Anexo 2. ANVA para la variable longitud de raíces	52
Anexo 3. ANVA para la variable número de hojas nuevas	52
Anexo 4. ANVA para la variable largo de hojas nuevas	53
Anexo 5. ANVA para la variable ancho de hojas nuevas	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables número de raíces, longitud de raíces, número de hojas nuevas, largo de hojas nuevas y ancho de hojas nuevas después del trasplante.....	24
4.2	Comparación de medias DMS (5%) en las variables evaluadas para el factor forma de aplicación	26
4.3	Comparación de medias DMS (5%) en las variables evaluadas, para el factor dosis del 2,4-D Amina	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
4.1	Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable número de raíces	26
4.2	Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable longitud de raíces	29
4.3	Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable número de hojas nuevas	31
4.4	Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable largo de hojas nuevas	34
4.5	Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable ancho de hojas nuevas	36
4.6	Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable porcentaje de enraizamiento	39
4.7	Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable días de enraizamiento	41
4.8	Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable sobrevivencia de trasplante.....	43

RESUMEN

Uno de los principales problemas que enfrenta un productor de ornamentales, es encontrar un enraizador efectivo y de bajo costo, que le permita obtener resultados satisfactorios, por ello se recurre a una alternativa práctica y económica que es, el uso de isoauxinas, en la que se encuentra el herbicida 2,4-D Amina, como promotor de raíces. El experimento se realizó, con la finalidad de obtener un alto porcentaje de raíces, usando el método de propagación por acodos aéreos en la especie ornamental *Cordyline terminalis*. Se inició en enero del 2017, en el vivero de la empresa Flores, Follajes y Plantas del Norte, S.A. de C.V., ubicado en Saltillo; Coahuila, México.

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial. Los tratamientos se definieron utilizando dos factores: el factor A; forma de aplicación, A1 sustrato humedecido y exprimido para eliminar el exceso de solución, A2 asperjado al tallo y el factor B; dosis del 2,4-D Amina, donde B1=200 ppm, B2=100 ppm, B3=50 ppm, B4=25 ppm, B5=12.5 ppm y B6=0 ppm. La combinación de los factores arrojó los siguientes tratamientos, T1= A1, B1, T2= A1, B2, T3= A1, B3, T4= A1, B4, T5= A1, B5, T6= A1, B6, T7= A2, B1, T8= A2, B2, T9= A2, B3, T10= A2, B4, T11= A2, B5, T12= A2, B6. Se emplearon para cada tratamiento 4 repeticiones, obteniendo un total de 48 unidades experimentales. Las variables evaluadas para conocer la respuesta de la influencia de las diferentes dosis del 2,4-D Amina y la forma en que se aplicó fueron las siguientes, número de raíces, longitud de raíces, días de enraizamiento, porcentaje de enraizamiento, número de hojas nuevas después del trasplante, largo de hojas nuevas después del trasplante, ancho de hojas nuevas después del trasplante y sobrevivencia de trasplante.

De acuerdo a los resultados obtenidos, usar el herbicida 2,4-D Amina como fitorregulador, funciona satisfactoriamente debido a que estimula la generación de raíces en acodos aéreos, las concentraciones que mejor éxito presentaron fueron 25 ppm y 200 ppm, combinado con la forma de aplicación sustrato humedecido y exprimido para eliminar el exceso de solución, de tal manera que las respuestas encontradas en estas dosis, fueron favorables en relación al porcentaje de enraizamiento y sobrevivencia después del trasplante.

Palabras claves: *Cordyline terminalis*, propagación, acodos, 2,4-D Amina.

I. INTRODUCCIÓN

El propósito fundamental de un vivero es la propagación de plantas con calidad, es decir, sanas y con buen atractivo visual. Las bases fundamentales de los viveros son, la producción de especies frutales, arbustos y principalmente ornamentales. La propagación de estas especies requiere de técnicas específicas para lograr un incremento poblacional y acelerado de las mismas. En los viveros se les proporciona el cuidado y manejo adecuado, hasta su venta. En esta actividad se utilizan muchas técnicas de propagación en las diferentes especies, la propagación por esquejes y el uso de acodos son las de uso más común.

Los principales estados de la República Mexicana, productores de especies ornamentales son; Baja California del Norte, Chiapas, Colima, Ciudad de México, Jalisco, Estado de México, Morelos, Puebla, Veracruz, Yucatán, Michoacán y Guerrero. La superficie cultivada, se estimó en el año 2008 con 15 mil hectáreas de plantas en contenedor (maceta y bolsa), flor de corte, follaje de corte, árboles, arbustos, enredaderas, setos, cubre suelos, exóticas, etc., con un estimado de producción de \$3,600 millones de pesos anuales, que aportan estos estados de la República y representan el 86% de la producción total del país. El impacto social, que genera esta actividad agrícola es el empleo de 8 a 12 personas por hectárea de manera permanentes beneficiando alrededor de 150 mil familias, además de tener un impacto ambiental, con la producción de oxígeno, colorido, armonía, belleza y vida.

Los costos en el mercado para *Cordyline terminalis* fluctúa alrededor de \$150.00 en bolsas de 3 kilogramos, esto es por venta en menudeo y en mayoreo, los precios van desde \$50.00 (CONAPLOR Morelos, 2017). Los principales estados de México que producen *Cordyline terminalis*: son Campeche, Ciudad

de México, Guerrero, Veracruz, Puebla, Querétaro, Nuevo León y Nayarit. (INEGI, 2007). A nivel mundial *Dracaena* o *Cordyline terminalis*, se cultiva en países como Australia, Malasia, India, Papua Nueva Guinea, Nueva Zelanda e Irlanda del Norte, como fuente de colorido, esto en museos, aeropuertos, clínicas y sobre todo son exhibidas en las ventanas de los hogares. Es precisamente la finalidad de estas especies ornamentales, cultivarlas y comercializarlas, para proveer de belleza principalmente utilizadas en la decoración de interiores o bien son preparadas para ser trasplantadas en los jardines.

Las dificultades que se afrontan en la propagación de especies ornamentales, son principalmente el poco éxito de propagación, esto implica muchos factores que afecta el enraizamiento. El costo de productos utilizados como fuentes de enraizamiento, es alto por lo mismo es conveniente el uso de alternativas con influencia en el enraizamiento, donde se espera tener precios accesibles para facilitar la propagación de especies ornamentales y aumentar en consecuencia la producción, tomando en cuenta, que no solo se puede incrementar la propagación, también es posible salvar especies en peligro de extinción, es muy importante hacer conciencia sobre la conservación de especies nativas de México y el mundo. Una de las posibles alternativas es el uso de acodos, de tal manera que se puedan obtener varias plantas de una misma y de esta manera se incrementará el número de plantas. Es importante en el proceso, considerar un enraizador muy barato que ayude a la multiplicación de estas especies, de tal forma que toda persona interesada en propagar, pueda tener la posibilidad de realizarlo y obtener un beneficio económico y así mismo ayude de manera indirecta a la preservación de cualquier especie de la cual se desee propagar y evitar su posible extinción, también colaborar con el medio ambiente ofreciendo un amplio colorido, además de obsequiar vida, (Colinas, 2003).

El uso del herbicida 2,4 D Amina, es una alternativa para propagar por acodos en especies ornamentales, debido a que es un fitorregulador y usado en pequeñas dosis, funciona como un promotor de raíz. Este herbicida, es ampliamente utilizado a nivel mundial por su eficacia al controlar maleza de hoja

ancha, es indispensable considerar en su uso la dosis correcta de este, que permita obtener buenos resultados. Se espera estimar la dosis idónea para propagar con éxito alternativo *Cordyline terminalis*, de tal forma que se pueda ofrecer al productor un producto que permita la producción de plantas a bajo costo, (<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/008454.pdf> "31/01/17, 6:05 pm").

1.1. Objetivo general.

Evaluar al 2,4-D Amina como enraizador, usado en la propagación por acodos de *Cordyline terminalis*.

1.2. Objetivos específicos.

1. Obtener información sobre la propagación por acodos de *Cordyline terminalis*.
1. Determinar la influencia del 2,4-D Amina, sobre el enraizamiento de *Cordyline terminalis* en la propagación por acodos.
2. Encontrar la dosis adecuada del 2,4-D Amina para la propagación exitosa de *Cordyline*.

1.3. Hipótesis.

1. Es posible propagar por acodos a *Cordyline terminalis*.
2. La especie *Cordyline terminalis*, sometida a diferentes dosis del enraizador 2,4-D Amina, presentará cambios positivos para formar raíces.
3. El método de aplicación de este herbicida en la propagación por acodos influirá sobre el enraizamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen.

Cordyline terminalis, es originario de Asia y se caracteriza por tener hojas muy grandes. Este género engloba a muchas especies de arbustos perennes originarios de las zonas tropicales de América del Sur, Polinesia, Malasia, India, las zonas templadas de Nueva Zelanda y Australia. Esta planta a menudo se vende con el nombre de *Dracaena terminalis*, es una planta de interiores o de media sombra, su tallo se caracteriza por ser corto, con hojas lanceoladas, alternadas y de colores diversos verde bronceado, rosa y rojo, (http://www.elicristo.it/es/como_cultivar/cordyline/ "09/02/17, 8:55 am").

2.2. Variedades de *Cordyline terminalis*.

En esta especie se encuentran numerosas variedades entre las que reconocemos: *C. terminalis* variedad *amabilis* con hojas anchas de color verde muy intenso punteado de blanco y de rosa y anchas, *C. terminalis* variedad *bartetii* con hojas rojo/negras, *C. terminalis* variedad *guilfoylei* con hojas inestablemente estriadas de rojo, rosa y blanco, *C. terminalis* variedad *liberation* con hojas primero de color rojo-violeta y luego bronce, *C. terminalis* variedad *rey Alberto* con hojas de color rosa intenso jaspeado de amarillo, *C. terminalis* variedad *tricolor* con hojas anchas y jaspeadas de rosa, rojo y blanco crema, *C. terminalis* variedad "Red Edge" de tamaño pequeño con hojas de color rojo intenso, (http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/cordyline/ 09/02/17,8:55 am).

2.3. Clasificación taxonómica.

Reino: **Vegetal.**

Phylum: **Magnoliophyta.**

Clase: **Liliopsida.**

Orden: **Liliales.**

Familia: **Dracaenaceae.**

Género: ***Cordyline.***

Especie: ***terminalis.***

(<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/117288/index.html>
"09/02/17,8:52 am").

2.4. Cultivo.

Las variedades de *Cordyline* de mayor tamaño son *C. stricta* y *C. australis*, empleadas principalmente en lugares públicos. *Cordyline* presenta un crecimiento lento de 10-15 cm anuales, alcanzan una altura de 50-80 cm en interior, son plantas que sobreviven largos periodos, aunque pierdan las hojas inferiores por causa del envejecimiento, dejando el tallo expuesto, algunos ejemplares florecen en los meses de verano, dando lugar a un tallo largo con numerosas flores estrelladas de color crema, (Cruz, 2010).

Existen dos técnicas de propagación vegetativa en esta especie, mediante esquejes apicales de tallo, o trozos de tallo de 5 a 8 cm de longitud, cuando el material vegetal es escaso, es el método más empleado en las principales variedades de *Cordyline*, mientras tanto la reproducción por semillas se realiza principalmente para *C. australis* y *C. indivisa*, y también para la obtención de nuevas variedades de *C. fruticosa*. Para obtener floración en la planta es necesario someterla a un período de temperaturas inferiores de 12 a 14°C, o usando un tratamiento con ácido giberélico, el rango óptimo de temperatura se encuentra en 20 a 25°C, así mismo las temperaturas superiores

a los 30°C suele repercutir en riesgos para la planta, en consecuencia las plantas de hojas verdes son las que mejor resisten en invernaderos sin calefacción e incluso a campo abierto pero sólo en zonas de clima templado, por ello se les denomina que son plantas de media sombra, así mismo requieren de luz necesaria para mantener el colorido de las hojas, por lo tanto, se recomienda no exponerlo a la radiación solar, principalmente durante las horas de máxima intensidad lumínica de los meses calurosos, en países tropicales algunas variedades comerciales de *Cordyline* son cultivadas directamente sobre el suelo. El tamaño de la planta, determina el número de trasplantes y el tamaño de los contenedores a emplear, las variedades de tamaño medio suelen plantarse en bolsas de plástico de 3 litros, en algunos invernaderos se cultiva directamente en las camas, realizando el trasplante poco antes de la venta, durante el período de crecimiento se regará cada tercer día. No tolera el exceso de humedad ni tampoco la falta de agua. Esta especie sufre ataques de plagas como cochinillas, araña roja y de enfermedades como manchas foliares causada por hongos principalmente *Fusarium* spp., podredumbres de hojas y tallos causados por bacterias dentro del que destaca el ataque de *Erwinia* spp. y clorosis de hojas, (http://canales.hoy.es/canalagro/datos/flores/plantas_ornamentales/cordiline.htm "09/02/17, 9:00 am").

2.5 Importancia económica.

En México *Cordyline* es una especie muy apreciada para ser exhibida en interiores de zonas ampliamente concurridas o bien para embellecer los hogares mexicanos, aunque en esta especie hace falta crear una asociación para producir y vender un producto con calidad, para tener más canales de distribución y comercialización. En términos generales la producción de ornamentales se ha incrementado paulatinamente en los últimos años, actualmente se cultivan alrededor de 15,000 hectáreas, principalmente de flores de corte, follajes y frutales, aportando un ingreso de \$3,600 millones de pesos, generando más empleos diarios, que ayudan a impulsar la economía del país, además de ofrecer

un amplio colorido, (<http://hidroponia.mx/la-floricultura-en-mexico-un-desarrollo-potencial-para-la-economia/> “18/01/18, 12:00 pm”).

2.6. Las auxinas.

Son un grupo de fitohormonas que actúan como reguladoras del crecimiento vegetal. Esencialmente provocan la elongación de las células. Se sintetizan en las regiones meristemáticas del ápice de los tallos y se desplazan desde allí hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la base, produciéndose así un concentrado de auxinas. Es decir, las auxinas tienden a concentrarse en los ápices y raíces de las plantas, donde se genera principalmente la elongación celular de los tejidos, (Amador, 1999).

La presencia e importancia de las hormonas vegetales se estableció por los estudios de las auxinas, junto con las giberelinas y las citocininas. Las auxinas regulan múltiples procesos fisiológicos en las plantas, su principal representante más abundante en la naturaleza es el ácido indolacético (IAA), derivado del aminoácido triptófano, las auxinas también son usadas en la agricultura para acelerar el crecimiento de las plantas, para promover la iniciación de raíces adventicias. Por lo tanto, a una auxina se le considera ser el componente activo de muchos productos comerciales utilizados en la fruticultura y ornamentales, para el enraizamiento de esquejes de tallos, para promover la floración y el cuaje de frutos, y para evitar la caída prematura de los frutos, (<https://www.horticultivos.com/4990/aplicacion-hormonas-vegetales/> “18/12/17, 12:00 pm”).

Según Amador (1999), las auxinas también son usadas a menudo en experimentos de micropropagación, ya que, al ser incorporadas a un medio nutritivo, son capaces de producir callos y regular la morfogénesis (formación de raíz y brotes).

2.6.1. Efectos de las auxinas.

Inhibe el crecimiento de las yemas laterales del tallo, promueve el desarrollo de raíces adventicias, y el crecimiento del fruto, produce el gravitropismo (crecimiento en función de la fuerza de gravedad), en combinación con los estatocitos (células especializadas en detectar la fuerza de gravedad, por contener amiloplastos), retrasa la caída de las hojas y actúa como herbicida.

Los efectos provocados por las auxinas se dividen en dos categorías: la elongación celular, que es la respuesta hormonal más rápida con una duración de 10 a 25 minutos, mientras tanto la división celular, la diferenciación y morfogénesis, se les considera de respuesta lenta con una duración de horas o incluso días, (Theologis, 1986). El inicio de la división celular transcurre en un aproximado de 10 a 24 horas después de haberse tratado con auxina y la diferenciación celular ocurre en un aproximado de 3 días, (Macdonald, 1997).

La dominancia apical se presenta cuando, una auxina que es producida en el meristemo apical impone un estado de dominio en las yemas axilares, que están localizadas cerca del área, inhibiendo así su crecimiento. En dado caso si se remueve el meristemo apical, entonces las yemas laterales se liberan de la dominancia y comienzan a crecer, (Amador, 1999).

Las auxinas intervienen en el desarrollo de callos induciendo la formación de raíces, es por eso que son usadas en trabajos de enraizamiento en diversas especies vegetales. Funciona expandiendo las células del tallo y coleóptilos, promoviendo la extensión de las paredes celulares en el proceso de división celular, (Cochram y Cox, 1987).

2.6.2. Aplicaciones de las auxinas en la agricultura.

Uno de los principales usos de las auxinas ha sido en la multiplicación o propagación vegetativa de plantas, bien por estacas o esquejes. El ácido indolbutírico (AIB) es la auxina más utilizada para propagar plantas por su estabilidad, la otra auxina utilizada ha sido el ácido 1-naftalenacético (ANA), se dice que es menos consistente, aunque estos dos compuestos son más potentes que el ácido indolacético, las auxinas pueden aumentar el amarre de frutos en

ciertas especies, la aplicación de auxinas en la etapa de crecimiento por división celular de los frutos, puede estimular y aumentar el tamaño final del fruto, esto se ha logrado sólo con el uso del ácido beta naftoxiacético en especies muy particulares como las uvas sin semilla. En algunos cultivos se requiere el aclareo de frutos, es decir, la inducción de su caída con la finalidad de lograr una producción de mayor calidad, el ácido 1-naftalenacético ha sido efectivo para este propósito. Todo se basa en el aclareo de frutos jóvenes para reducir la competencia y así mejorar el tamaño de los frutos que permanecen en el árbol o bien para reducir los efectos negativos que tendrían los frutos en la formación de flores del ciclo siguiente, la aplicación de auxinas induce la formación de etileno y causa el aborto de embrión, con lo que se detiene su desarrollo y se induce la caída de los frutos, las auxinas también pueden utilizarse para regular un proceso totalmente opuesto al anterior, inhibir la caída de frutos en etapa madura. Ese efecto se logra aplicando auxinas a los frutos próximos a madurar, los cuales por liberación natural de etileno pueden caer prematuramente antes de cosecha. Esto se utiliza en manzana, naranja, limón y toronja, usando el ácido 1-naftalenacético o 2,4-D, también actúan como herbicida de los cuales los compuestos 2,4-D y 2,4,5-T son hormonas que en bajas concentraciones actúan como el ácido indol-acético pero en altas dosis tienen una función tipo herbicida en algunas plantas, causando un doblado de hojas y detención del crecimiento, (<https://www.horticultivos.com/4990/aplicacion-hormonas-vegetales/> “18/12/17, 12:00 pm”).

La aplicación más práctica de las auxinas en la agricultura, es la estimulación de raíces laterales principalmente en tallos o en partes apicales de la planta a la que se desea multiplicar, es por eso que toma mucha importancia a nivel comercial, siendo comúnmente usadas en la propagación de plantas, aplicaciones para formar frutos y formación de semillas, (Rayen *et al.*, 1999; Zolman *et al.*, 2000).

2.6.3. Auxinas sintéticas.

Son aquellas que se obtienen a partir de precursores químicos en laboratorio. Ejercen acciones de características similares a las auxinas naturales. Entre ellas destacan, el Ácido 1-naftalenacético (ANA), el Ácido indol-butírico (AIB) y el Ácido 2,4-D (Diclorofenoxiacético), siendo las más usadas para propagar plantas, (<http://biologia.laguia2000.com/fisiologia-vegetal/hormonas-vegetales-auxinas> 22/03/17, 4:00 pm).

La aplicación de fitorreguladores de crecimiento del tipo auxinas hoy día es viable usarlas para la formación de raíces, debido que son responsables de la generación de raíces adventicias, adelantar la iniciación radical, incrementar el número de raíces y aumentar la uniformidad, (Ramírez *et al.*, 2004; Oliva, 2005).

El uso de fitorreguladores es una práctica común para promover, acelerar e incrementar el número de raíces en la propagación vegetativa. Bortolini, *et al.* (2008), realizaron ensayos en laurel de la india *Ficus benjamina* encontrando que las estacas no tratadas con fitorreguladores presentaron menor porcentaje de sobrevivencia.

El proceso de enraizamiento depende de la presencia de un cierto número de cofactores que en combinación con las auxinas permiten la formación de raíces. Estos cofactores pueden ser compuestos fenólicos, materiales nitrogenados y azúcares producidos en las hojas, (Bortolini *et al.*, 2008).

2.6.4. Generalidades de las auxinas.

Bidwell (1979), indica que las auxinas tienen una distribución basipétala y en consecuencia se forman raíces en zonas basales y apicales de los tallos, la misma que se sintetiza en las yemas apicales de hojas jóvenes.

Las auxinas son las fitohormonas responsables del crecimiento. Además, participan en una gran variedad de fenómenos dentro de la planta, así mismo en el desarrollo del fruto. De hecho, muchos agricultores inducen el crecimiento del fruto en flores no polinizadas, mediante la aplicación de auxinas a las flores. Otro fenómeno gobernado por las auxinas es la dominancia apical o inhibición del

desarrollo de las yemas laterales por la yema apical. Este hecho parece estar producido por el transporte descendente de auxina. La caída de las hojas y frutos, así como el comienzo de enraizamiento, se consideran gobernadas por las auxinas. En el primer caso se ha observado que demora su desprendimiento, mientras que en el segundo estimulan la aparición de raíces, como es el caso de las raíces adventicias, se observa que la participación de las auxinas en los procesos fisiológicos de una planta es muy variado y siempre estarán presentes, (<http://biologia.laguia2000.com/fisiologia-vegetal/hormonas-vegetales-auxinas> "22/03/17, 4:00 pm").

El uso de reguladores de crecimiento es una de las prácticas más comunes para inducir la formación de raíces adventicias, (Couvillon, 1988), y los más usados son las auxinas, tal como los ácidos indol-3-acético (AIA), naftalen-acético (ANA) e indol-butírico (AIB), (Gates, 1985; Morrison *et al.*, 2000). Kompen y Torres (1987), realizaron un trabajo de acodos aéreos en pino macho *Pinus caribaea* evaluando como auxina sintética al AIA combinándolo con Cinetina, mencionan que encontraron mejor efecto usando AIA al 1% y Cinetina al 0.001%, aumentando de esta forma el porcentaje de enraizamiento.

2.7. Ácido 2,4-D (Diclorofenoxiacético).

Fórmula molecular: $C_6H_6Cl_2O_3$, presentaciones en polvo y líquido. El ácido 2,4-D, fue desarrollado durante la II Guerra Mundial, por británicos de la Estación Experimental de Rothamsted, liderado por Judah Hirsch Quastel, con el propósito de incrementar los rendimientos de cultivos de una nación en armas. En 1946 se introdujo al comercio, siendo el primer herbicida selectivo exitoso, auxiliando el control de malezas en trigo, maíz, arroz, y otros, debido a su capacidad para controlar las especies dicotiledóneas, sin afectar las monocotiledóneas. Es ampliamente usado a nivel mundial por ser un herbicida que controla maleza de hoja ancha, usado principalmente para post-emergencia. El 2,4-D se vende en varias formulaciones bajo una amplia variedad de nombres registrados. Sigue usándose por su bajo costo, a pesar de

disponerse de productos más selectivos, más efectivos, y menos tóxicos. El 2,4-D Amina se clasifica como una auxina sintética, es decir, se le considera como fitorregulador, (Balagué *et al.*, 2001).

Las sales aminas tienen buena aceptación por su efectiva toxicidad, que presenta sobre la mayoría de maleza con hoja ancha, debido a su baja volatilidad. La forma en que estos herbicidas son absorbidos por las malezas es a través del follaje o por las raíces, (Toro *et al.*, 1985). El 2,4-D Amina pertenece al grupo de los ácidos fenoxiacéticos, siendo un herbicida postmergente, que controla malezas de hoja ancha y su absorción es vía radicular y foliar, (Noedi y Sousa, 1998).

El 2,4-D Amina, pertenece al grupo de los herbicidas hormonales, denominados de esta forma porque tienen la tendencia de afectar la fisiología de las plantas en la misma forma que lo hacen las auxinas, pero si es utilizado en concentraciones altas el efecto tiende a ser negativo provocando una fuerte toxicidad en las plantas tratadas, presentando los siguientes síntomas marchitamiento, clorosis, inhibición de crecimiento, necrosis e incluso llega a producir la muerte de aquellas plantas muy susceptibles, (Weed Science Society of America, 1994).

El 2,4-D es una potente auxina que es usada en el cultivo "In Vitro" para la formación de callos y la inducción de embriones somáticos. Siendo utilizado como fitorregulador de crecimiento en diversas especies de plantas, presentando buenos resultados, (Silva, 2006).

En un estudio realizado en frambuesa *Rubus idaeus* se encontró que el uso del 2,4-D ejerce un efecto positivo en la generación de raíces adventicias a partir de brotes caulinares, complementado con factores fisiológicos, anatómicos y ambientales que afectan el proceso de enraizamiento. Estos factores deben ser aprovechados para obtener un porcentaje de enraizamiento exitoso. Una sustancia producida en las hojas conocida como cofactor foliar, experimenta un transporte basipétalo en las estacas permitiendo la estimulación y desarrollo de los callos y diferenciándose así en raíces, es decir, la presencia de hojas en

estacas genera un efecto positivo en el enraizamiento, igual que el uso del 2,4-D siendo importante usar diferentes concentraciones porque, cada dosis genera distinta respuesta rizogénica, (López *et al.*, 2016).

2.8. Principales enraizadores en el mercado para ornamentales.

Radix 10,000, contiene ácido indol-3-butírico al 1.0%, funciona como fitorregulador de crecimiento vegetal, induce y acelera la formación de raíces en esquejes o estacas. Radix 5,000, contiene ácido indol-3-butírico, un fitorregulador del crecimiento vegetal, que promueve y acelera la formación de raíces en semillas, estacas y plantas. Radix 1,500, es un producto regulador de crecimiento vegetal, formulado en polvo impregnable, que contiene ácido Indol-3-butírico al 0.15% como ingrediente activo, siendo la auxina más eficaz en la promoción de la formación de raíces adventicias o laterales. Raizone plus, contiene ácido indol-3-butírico al 0.06%, estimula el enraizado de estacas de todas las especies ornamentales y frutícolas, siendo un auxiliar muy efectivo en la propagación vegetativa de plantas, incluso en plantas leñosas. Las estacas tratadas producen rápidamente raíces vigorosas y sanas.

2.9. El acodo.

Es un método artificial de propagación vegetativa, que consiste en hacer posible la aparición de raíces, usando sólo una parte vegetativa de la planta de tal manera que esa rama o tallo se mantiene vivo y es alimentado por la planta madre todo el tiempo que sea necesario hasta la generación de nuevas raíces. El acodo consiste en obligar por medio del calor, la humedad de la tierra preparada y de incisiones o ligaduras a que produzcan raíces las ramas acodadas, hasta que forman nuevos individuos dotados de características similares a las de la planta madre. La época del año más conveniente para acodar es la primavera, debido a que la savia empieza a ponerse en movimiento. La tierra o el sustrato con lo que se hace el acodo debe ser abundante y sobretodo libre de contaminantes, es indispensable siempre cubrirla con plástico para que conserve la humedad. Existen dos tipos de acodos el acodo aéreo y el acodo

terrestre, (<https://propagacionvegetal.wordpress.com/el-acodado/> “27/03/17, 12:31 pm”).

En cuanto al acodado aéreo, menciona Hartmann y Kester (1998), que es un método muy utilizado y confiable para propagar el ciruelo, membrillo y guayabo ya que, presentan numerosos brotes, próximos al cuello de la planta. Sin embargo, se considera una técnica muy laboriosa por eso es más utilizado el acodo terrestre.

El acodamiento se recomienda usarlo en aquellas especies que presenten dificultad para la formación de raíces o bien usarlo donde no se han encontrado las respuestas esperadas con otro tipo de técnica. La presencia de raíces adventicias depende de una humedad constante, buena aireación y temperaturas moderadas en la zona del acodado, (Rojas y Ramírez, 1987).

2.9.1. Tipos de acodos.

Acodo terrestre, es el método de acodado más sencillo; consiste en amontonar alrededor de la planta una porción de tierra, después debe cortarse a poca distancia de la misma la parte saliente del vegetal a fin de facilitar la formación de raíces. Una variante de este es el acodado de punta, donde el enraizamiento tiene lugar en la punta de las ramas acodadas, las cuales se doblan hacia el suelo. Otra variante es el acodado simple, que se efectúa doblando una rama hasta el suelo y cubriéndola parcialmente con tierra u otro medio para enraizar, pero dejando descubierto su extremo vertical, doblando la punta de la rama acodada. Otro caso es el acodado de banquillo, donde se necesita cortar la planta hasta el suelo, y amontonar en primavera tierra u otro medio para enraizar alrededor de la base de los brotes nuevos para estimular en ellos la formación de raíces. Se encuentra de igual forma el acodado de trinchera, que consiste en acodar una planta o una rama de la misma, en posición horizontal en la base de un surco, y cubrir con tierra los brotes nuevos a medida que crecen, de tal manera que se originen raíces nuevas.

Acodo aéreo, las raíces se forman en la parte aérea de la planta en donde el tallo se ha anillado o se le ha hecho un corte inclinado hacia arriba mejor conocido como corte de lengüeta. La porción lesionada se envuelve en el punto de la herida usando un sustrato, que se mantiene húmedo de manera continua. Se emplea para propagar cierto número de árboles y arbustos subtropicales, incluyendo entre ellos al lichi *Litchi chinensis* y al limón persa. Es necesario proteger el acodo con envolturas de plástico para sujetar de manera correcta la herida y de esta forma se originen raíces. Los acodos aéreos pueden hacerse en la primavera en ramas de crecimiento del año anterior o, en algunos casos, a fines del verano en ramas parcialmente endurecidas. En ocasiones, es posible usar ramas más viejas, pero la generación de raíces es menos satisfactoria y las plantas con mayor altura que se obtienen son más difíciles de manejar después del enraizamiento, (<https://jardinieraplantasyflores.com/que-es-la-propagacion-por-acodo-tecnicas-para-acodos/> “30/03/17, 4:40 pm”).

Maldonado (2007), reportó que el acodo aéreo, es un método de propagación vegetativa asexual, donde se realizan incisiones ya sea en el tallo, ramas o raíces de una planta, que debe protegerse con un sustrato y aportarle suficiente humedad, preferentemente usar un polietileno de color negro para evitar la alta intensidad lumínica y la pérdida de humedad.

El primer paso en el acodo aéreo es anillar o cortar la corteza del tallo en forma cilíndrica, en un sitio determinado, dependiendo del tipo de planta, se remueve por completo alrededor de la rama una tira de corteza. Puede ser conveniente raspar la superficie para asegurarse de que se ha removido todo el floema, y el cambium y retardar así la cicatrización. Otra manera de realizarlo consiste en hacer un corte inclinado de unos 5 cm, que llegue hasta el centro del tallo o en forma de lengüeta, manteniendo las dos superficies separadas con musgo. Posteriormente se procede a aplicar algún material que estimule el enraizamiento a la herida expuesta, ha resultado benéfica. Aumentando la concentración, hasta el 4% de ácido indol-butírico (AIB) en polvo, ha incrementado el enraizamiento y la sobrevivencia en acodos aéreos. Para cubrir

las superficies cortadas de la rama se colocan alrededor de ellas musgo ligeramente humedecido. Si el musgo está demasiado húmedo, pueden pudrirse los tejidos de la rama y esto no es conveniente. La mejor forma de determinar cuándo remover el acodo de la planta madre, es observando la formación de raíces a través del plástico transparente. En algunas plantas el enraizado se presenta en un período de 2 a 3 meses. Después del enraizamiento se procede a trasplantar el acodo, cortando la rama de la planta madre y obteniendo así una nueva planta similar a la anterior, el acodo enraizado se debe trasplantar en un recipiente adecuado, libre de contaminantes y se debe regar con frecuencia, (<https://propagacionvegetal.wordpress.com/el-acodado/> “27/03/17, 12:31 pm”).

Maldonado (2007), mencionó necesaria la aclimatación de todo acodo, debido a que es separado de la planta madre y los cambios bruscos de luminosidad, generalmente afectan a la planta nueva.

2.10. Propagación vegetativa de plantas.

Reproducir plantas de manera vegetativa propicia muchas ventajas, permitiendo la multiplicación de esa planta y formando plantas nuevas con las mismas características que la planta madre. En el clon repercute en reducir la etapa juvenil y de este modo se evitan posibles enfermedades en el estado de plántula y además que ese mismo individuo posea la capacidad de crecer rápidamente para pasar a la etapa de floración, según el tipo de vegetal que se esté propagando y la madurez fisiológica de la planta madre, esto es considerado debido a que la rama en un acodo no se desprende de la planta original. En algunos casos es posible la combinación de clones para formar injertos, (Fachinello *et al.*, 1994).

Pereira (2003), menciona la importancia de propagar un vegetal de forma vegetativa, ya que es un medio muy utilizado para producir material vegetal de manera masiva, incrementando la calidad, productividad, reduciendo el tiempo y conservando las características de la planta madre.

La propagación vegetativa de plantas es uno de los métodos más usados a nivel práctico además de poseer una gran importancia a nivel económico. Son diversas las razones y usos que este método de propagación aporta al momento de aplicarlo, (Pinedo, 2013).

Pereira (2003), señala que la propagación vegetativa es la vía para la conservación de especies vegetales, debido a que los clones provenientes de partes de la planta madre, contienen la misma información genética. Es útil en la propagación de árboles frutales, ornamentales y forestales, presentando resultados satisfactorios.

En el proceso de multiplicación de plantas que se lleva a cabo por medio de la división celular y diferenciación celular, interviene la genética de la planta debido a que estas tienen la capacidad de regenerar sus células meristemáticas y desarrollar un punto nuevo de crecimiento, además las células somáticas y por consecuencia los tejidos tienen la capacidad de regeneración de órganos adventicios o laterales, que es el punto de interés en la propagación vegetativa, (Fachinello *et al.*, 1994).

La propagación vegetativa tiene como finalidad clonar el genotipo de la planta madre, a través de células somáticas, debido a la multiplicación mitótica, usando distintos tejidos de una planta, entre ellos tallos, partes apicales, raíces u otras estructuras especializadas como meristemas, ápices caulinares, callos y embriones.

Existe riesgo de que la multiplicación vegetativa presente resultados adversos a los esperados ya que, la ausencia de variabilidad generada en el clon le resulta perjudicial aumentando problemas fitosanitarios o bien de adaptación climática, (Fachinello *et al.*, 1994).

2.10.1. Formación de raíces adventicias.

Al momento de producir una lesión en la planta, esta responde de manera inmediata, las células lesionadas son cubiertas con una placa necrótica de suberina que se encarga de sellar la herida expuesta, esta placa protege la lesión principalmente de la desecación. Posteriormente las células que están atrapadas en esa placa comienzan a dividirse formando una capa de células llamada callo, mientras tanto las células más próximas al cambium vascular y al floema empiezan a desarrollar raíces adventicias, (Hartmann y Kester, 1998).

Soto (2006), menciona que la formación de raíces adventicias se origina a partir de células divididas que están próximas al floema de los vasos conductores, los cuales forman un callo del que se diferencian luego las raíces. Si se produce una lesión en la planta, las células parenquimáticas próximas a la herida empiezan a diferenciarse y vuelven a dividirse para formar un callo, posteriormente comienzan a aparecer en algunas células del callo, ciertas diferenciaciones que conducen a un nuevo tejido, formando puntos vegetativos caulinares o radicales, restableciendo la unión con los elementos conductores.

En plantas perennes se desarrollan raíces adventicias primordialmente en tejidos jóvenes, por lo consiguiente se dificulta obtener un buen porcentaje de enraizamiento en plantas leñosas. Las raíces adventicias se originan principalmente dentro del tallo, cerca del cambium por lo que se recomienda al momento de realizar una lesión con interés de enraizamiento para clonación, dejar expuesto el cambium.

Para mejorar la formación de raíces adventicias se recomienda hacer aplicaciones de fitorreguladores de crecimiento, entre ellas destacan las auxinas que son esenciales en el proceso de enraizamiento ejerciendo mayor efecto en la iniciación de las raíces adventicias en estacas o esquejes, (Hartmann y Kester, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se realizó en el vivero de la empresa Flores, Follajes y Plantas del Norte S.A. de C.V., en Saltillo, Coahuila. La preparación de las soluciones se realizó el 21 de enero del 2017, se eligieron los ejemplares de las especies en estudio y se procedió a realizar los acodos aéreos, usando las diferentes dosis del 2, 4-D Amina.

3.1. Ubicación geográfica.

Calle Periférico Luis Echeverría A 443, con las coordenadas geográficas 25°26'52.5"N 100°59'38.8"W en Saltillo, Coahuila, México.

3.2. Material vegetativo.

Se utilizaron 12 ejemplares (plantas en macetas) de la especie ornamental *Cordyline terminalis* de la familia Dracaenaceae, es un arbusto perenne de media sombra, que crece hasta dos metros de altura, tiene hojas alternas, lanceoladas y de tamaños diversos, con distintos tonos: verde broceado, rosa y principalmente rojo.

3.3. Establecimiento.

En el vivero se realizó el experimento de propagación por acodos en la especie *Cordilyne terminalis*, se le dio el manejo correspondiente, riego y trasplante.

3.4. Materiales utilizados.

El producto comercial estimulador del enraizamiento usado, fue el herbicida 2,4-D Amina, que está hecho a base de 2,4-D-Diclorofenoxiacético, el cual pertenece al grupo de los ácidos Fenoxiacéticos, se utilizó una jeringa para extraer la dosis correcta del 2,4-D Amina, usando una navaja se procedió a realizar una incisión en el tallo de los ejemplares seleccionados, empleando un atomizador se humedeció el sustrato y se asperjó el tallo, luego se colocó el musgo humedecido en la herida, con las diferentes concentraciones o en su defecto agua para el testigo, posteriormente se cubrió con plástico de polietileno y rafia para sujetar los acodos realizados.

3.5. Metodología.

Para el manejo de los factores A y B, se realizaron diferentes dosis y/o concentraciones, para la preparación de los mismos, y así poder determinar los tratamientos que se establecieron. Una vez definidos los diferentes factores, se trabajó con la especie *Cordyline terminalis*, realizando los acodos aéreos de tipo lengüeta, usando 0.43 cc/L del 2,4-D Amina. Se utilizaron 12 tratamientos con 4 repeticiones cada una, obteniendo un total de 48 unidades experimentales, para dos formas de aplicación; sustrato humedecido y exprimido para quitar el exceso de solución y asperjado al tallo, usando las siguientes concentraciones de la isoauxina 2,4-D Amina (0 ppm, 12.5 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm).

Factor “A” Forma de aplicación

A₁= 2,4-D Sustrato humedecido y exprimido.

A₂= 2,4-D Asperjado al tallo.

Factor “B” Dosis

B₁: 200 ppm del 2,4-D.

B₂: 100 ppm del 2,4-D.

B₃: 50 ppm del 2,4-D.

B₄: 25 ppm del 2,4-D.

B₅: 12.5 ppm del 2,4-D.

B₆: 0 ppm del 2,4-D.

Tratamientos utilizados.

Mediante las combinaciones de los factores "A" x "B" se obtuvieron los siguientes tratamientos:

T1, A₁, B₁= Sustrato humedecido y exprimido a una dosis de 200 ppm del 2,4-D.

T2, A₁, B₂= Sustrato humedecido y exprimido a una dosis de 100 ppm del 2,4-D.

T3, A₁, B₃= Sustrato humedecido y exprimido a una dosis de 50 ppm del 2,4-D.

T4, A₁, B₄= Sustrato humedecido y exprimido a una dosis de 25 ppm del 2,4-D.

T5, A₁, B₅= Sustrato humedecido y exprimido a una dosis de 12.5 ppm del 2,4-D.

T6, A₁, B₆= Testigo utilizando agua.

T7, A₂, B₁= Asperjado al tallo a una dosis de 200 ppm del 2,4-D.

T8, A₂, B₂= Asperjado al tallo a una dosis de 100 ppm del 2,4-D.

T9, A₂, B₃= Asperjado al tallo a una dosis de 50 ppm del 2,4-D.

T10, A₂, B₄= Asperjado al tallo a una dosis de 25 ppm del 2,4-D.

T11, A₂, B₅= Asperjado al tallo a una dosis de 12.5 ppm del 2,4-D.

T12, A₂, B₆= Testigo utilizando agua.

Modelo estadístico (ME).

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (A x B). Se analizó con el paquete estadístico The SAS System for Windows 9.0 (2002), las medias estimadas se compararon usando la prueba de medias DMS a una probabilidad de $P=0.05$, con el modelo siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada.

μ = Efecto de la media.

α_i = Efecto de la *i*-ésima aplicación.

β_j = Efecto de la *j*-ésima dosis.

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción *i*-ésima forma de aplicación por la *j*-ésima dosis.

ε_{ijk} = Error experimental.

3.6. Medición de las variables evaluadas.

Número de raíces (NR): Se procedió a contar las raíces por cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Longitud de raíces (LR): Se utilizó una regla para medir cada una de las raíces de las diferentes repeticiones y se reportó en centímetros.

Días de enraizamiento (DE): En esta variable se contabilizaron los días totales, hasta que los acodos presentaron raíces en cada tratamiento.

Porcentaje de enraizamiento (PE): Para conocer el porcentaje de enraizamiento se observaron, todas las repeticiones de cada tratamiento, asegurándose que cada unidad experimental presentara raíz.

Número de hojas nuevas después del trasplante (NHN): Se trasplantaron los acodos con raíz, para determinar el amarre de cada tratamiento y se contó el número de hojas nuevas por cada repetición.

Largo de hojas nuevas después del trasplante (LHN): Se utilizó una regla para medir la longitud de las hojas nuevas, los resultados se reportaron en centímetros.

Ancho de hojas nuevas después del trasplante (AHN): Se midió con una regla el ancho de las hojas nuevas, los resultados se reportaron en centímetros.

Sobrevivencia de trasplante (ST): En esta variable fue necesario esperar 30 días después del trasplante, para observar de manera más precisa el porcentaje de sobrevivencia de los acodos trasplantados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de varianza de acuerdo a los resultados obtenidos se procedió a realizar un análisis estadístico y una prueba de medias DMS (5%). Se discuten los resultados observados en las variables evaluadas, de acuerdo al experimento realizado. A continuación, se presentan los cuadrados medios de las variables analizadas y posteriormente se describen cada una de ellas.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables número de raíces, longitud de raíces, número de hojas nuevas, largo de hojas nuevas y ancho de hojas nuevas después del trasplante.

FV	GL	NR	LR	NHN	LHN	AHN
Aplicación	1	40.1502**	0.6302 ^{NS}	6.7500**	0.0013 ^{NS}	0.9633*
Dosis	5	94.4827**	2.7517**	1.3000**	3.5020*	1.1895**
Aplicación*dosis	5	47.2577**	0.6467 ^{NS}	1.0000*	22.1780**	0.9838**
EE	36	3.7953	0.2767	0.3055	1.2597	0.1430
Total	47					
C.V.		27.0970	29.0572	26.0127	8.4144	11.8195

EE= Error experimental, FV= Fuentes de variación, GL= Grados de libertad, NR= Número de raíces, LR= Longitud de raíces, NHN= Número de hojas nuevas, LHN= Largo de hojas nuevas, AHN= Ancho de hojas nuevas, C.V.= Coeficiente de variación, NS= No significativo, **= Altamente significativo, *= Significativo.

4.1. Número de raíces.

Es importante que las plantas presenten excelente calidad de masa radical, es decir, vigorosas, sanas y con buen volumen, obteniendo así un óptimo desarrollo y crecimiento, es fundamental tomar en cuenta, que la raíz es el órgano que absorbe los nutrientes requeridos por la planta y eso lo hace indispensable.

Se encontraron diferencias altamente significativas (Cuadro 4.1) para el factor A (Forma de aplicación de la isoauxina 2,4-D), lo que indica que esta variable fue altamente influenciada por la forma en que se aplicó, sustrato humedecido o bien asperjado al tallo, en donde el método de aplicación asperjado superó por 30.2% al método humedecido. Al realizar el acodo, es importante tomar en cuenta el método a usar para esta variable, preferentemente optar por la forma de aplicación asperjado al tallo, debido a que arrojó una respuesta estadística más favorable, se plantea esta opción porque en la práctica es probable que al momento de asperjar la solución tiene más penetración en el tallo, lo que incrementa el porcentaje de raíces.

Para el factor B (Dosis de la isoauxina 2,4-D), se encontraron también diferencias altamente significativas (Cuadro 4.1), lo que indica que la variable estuvo fuertemente influenciada con las diferentes dosis del enraizador que se utilizaron. La dosis de 200 ppm del 2,4-D Amina arrojó un valor de 13.9 raíces superando a todas las concentraciones, el testigo reportó el valor más bajo y es superado ampliamente por la dosis más alta de 200 ppm en un 68%. Es conveniente, usar el enraizador antes mencionado para esta variable, debido a las respuestas obtenidas, donde se observa que las concentraciones usadas de la isoauxina reportaron una mejor generación de las raíces adventicias en relación al testigo (0 ppm del 2,4-D) en el proceso de enraizamiento.

En la interacción de los factores (A por B), se encontraron diferencias altamente significativas (Cuadro 4.1), el factor A condiciona la respuesta del factor B y viceversa, el método de aplicación y las distintas dosis usadas, reportaron una interacción en la dosis de 25 ppm (Figura 4.1).

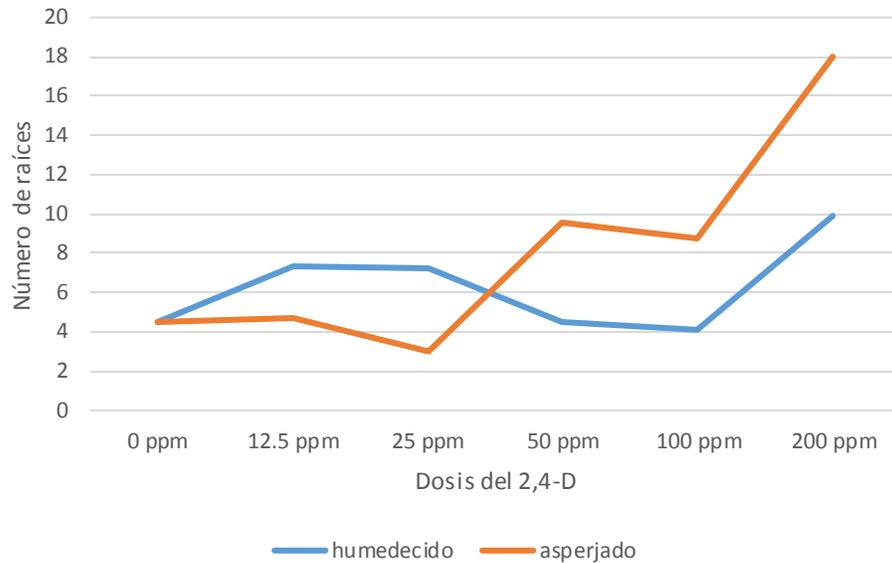


Figura 4.1

Efecto de la interacción de las dosis y forma de aplicación del 2,4-D, en la variable número de raíces.

Debido a las diferencias encontradas en los análisis de varianza, se procedió a realizar una prueba de medias DMS (Cuadro 4.2). Para el factor A reportó dos grupos de significancia, ubicándose en el nivel “a” el método de aplicación asperjado que fue superior al método humedecido, quedando ubicado en el nivel “b”.

Cuadro 4.2. Comparación de medias DMS (5%) en las variables evaluadas, para el factor forma de aplicación.

FA	NR	LR	DE	PE	NHN	LHN	AHN	ST
Humedecido	6.27 b	1.92 a	60.00 a	91.66 a	2.50 a	13.34 a	3.05 b	41.67 a
Asperjado	8.10 a	1.69 a	62.17 b	91.66 a	1.75 b	13.33 a	3.34 a	33.33 b

FA= Forma de aplicación, NR= Número de raíces, LR= Longitud de raíces, DE= Días de enraizamiento, PE= Porcentaje de enraizamiento, NHN= Número de hojas nuevas, LHN= Largo de hojas nuevas, AHN= Ancho de hojas nuevas, ST= Supervivencia de trasplante, Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (DMS, 0.05).

Para el factor B se reportaron tres grupos de significancia (Cuadro 4.3), en el nivel “a” se ubica la dosis de 200 ppm del 2,4-D, seguido por las dosis 50 ppm, 12.5 ppm, 25 ppm y 100 ppm que son estadísticamente iguales ubicándose

en el nivel “b”, ubicado en el último nivel de significancia “c” se encuentra el testigo reportando el menor número de raíces, lo que demostró que el uso de este fitorregulador incrementa la generación y porcentaje de raíces. Esta variable mostró una respuesta lineal con la siguiente ecuación $y = 4.4326 + 0.0426x$, donde $x =$ dosis del enraizador usado.

Cuadro 4.3. Comparación de medias DMS (5%) en las variables evaluadas, para el factor dosis del 2,4-D Amina.

DOSIS	NR	LR	DE	PE	NHN	LHN	AHN	ST
0 ppm	4.50 c	1.85 b	70.00 f	75.00 c	2.25 a	14.30 a	3.22 ab	50.00 a
12.5 ppm	6.06 bc	2.93 a	57.50 b	100.00 a	2.00 a	13.20 abc	3.51 a	25.00 b
25 ppm	5.12 bc	1.58 bc	52.50 a	100.00 a	2.37 a	13.09 bc	3.10 b	50.00 a
50 ppm	7.06 b	1.27 c	60.00 c	87.50 b	2.25 a	13.58 ab	3.60 a	25.00 b
100 ppm	6.43 bc	1.72 bc	61.50 d	100.00 a	1.37 b	12.30 c	2.51 c	25.00 b
200 ppm	13.95a	1.48 bc	65.00 e	87.50 b	2.50 a	13.55 ab	3.25 ab	50.00 a

NR= Número de raíces, LR= Longitud de raíces, DE= Días de enraizamiento, PE= Porcentaje de enraizamiento, NHN= Número de hojas nuevas, LHN= Largo de hojas nuevas, AHN= Ancho de hojas nuevas, ST= Supervivencia de trasplante, Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (DMS, 0.05).

Según lo reportado por Hartmann *et al.*, (2000), quienes indicaron que el acodamiento aéreo es una técnica exitosa en la propagación de muchas plantas debido a que la rama al no ser separada de la planta madre, sigue recibiendo agua y nutrientes. Sin embargo, al combinar esta técnica con aplicaciones de fitorreguladores, observaron una mayor cantidad de raíces. En este caso el uso del fitorregulador 2,4-D Amina, al ser sometido como promotor de raíces en la técnica de propagación por acodamiento aéreo, resultó factible al presentarse un buen número de raíces en cada concentración usada, de acuerdo a lo esperado.

4.2. Longitud de raíces.

La raíz es uno de los principales órganos de la planta que, al momento de estar en contacto con el suelo tiene como funciones esenciales la absorción de nutrientes, agua, anclaje, síntesis de hormonas y reguladores de crecimiento, (Curtis y Barnes, 1997).

El análisis de varianza reportó que no existieron diferencias significativas (Cuadro 4.1) para el factor A (Forma de aplicación de la isoauxina 2,4-D), lo que indica que en la práctica es lo mismo usar el sustrato húmedo con una dosis determinada del enraizador o bien hacer el acodo y asperjarle al tallo la isoauxina a determinada dosis.

Para el factor B (Dosis de la isoauxina 2,4-D), se encontraron diferencias altamente significativas (Cuadro 4.1), indicando que esta variable estuvo fuertemente influenciada con la dosis de la isoauxina que se utilizó. El testigo arrojó un valor de 1.85 cm y es superado por el nivel de 2,4-D a una concentración de 12.5 ppm con un 58.4% y a medida que se incrementó la dosis del enraizador la longitud de raíces se vio afectada, reportando valores menores al testigo que variaron de un 7% a un 31.4%. Conforme se incrementa la dosis del enraizador arriba de 12.5 ppm del 2,4- D Amina, se manifiesta como consecuencia una reducción en la longitud de las raíces.

En la interacción del factor A por el factor B, se encontró que no existen diferencias estadísticas (Cuadro 4.1), que indica una independencia entre los dos factores. El factor A, no condiciona a la respuesta del factor B y viceversa, el factor B muestra un comportamiento totalmente independiente del factor A, en la Figura 4.2 se observa un comportamiento diferente al análisis de varianza presentando una interacción en la dosis de 25 ppm.

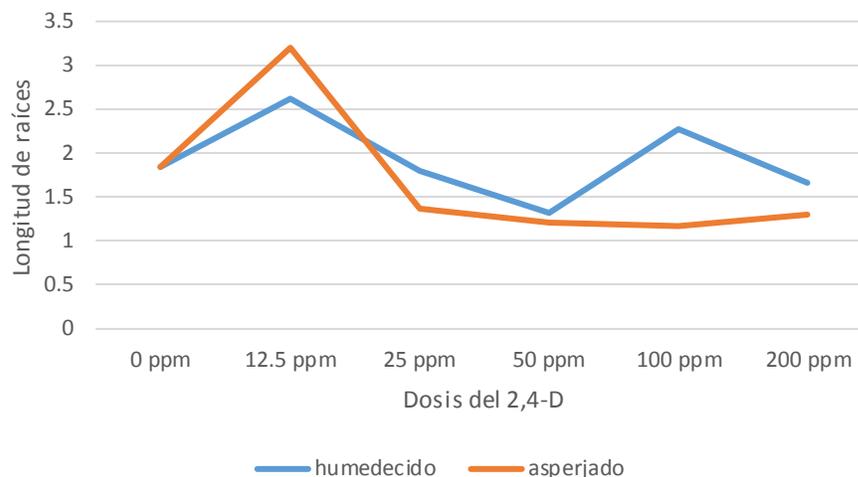


Figura 4.2
Efecto de la interacción de las dosis y forma de aplicación del 2,4-D, en la variable longitud de raíces.

La prueba de medias DMS (Cuadro 4.3) para el factor B, reportó tres grupos de significancia, en el nivel “a” se ubica la dosis de 12.5 ppm del 2,4-D seguido por el testigo (0 ppm del 2,4-D) y las dosis de 25 ppm, 100 ppm, 200 ppm que son estadísticamente iguales ubicados en el nivel “b” y finalmente con la respuesta menos favorable la dosis de 50 ppm del 2,4-D con un nivel de significancia “c”. La longitud de raíces en las concentraciones altas del 2,4-D, no presentaron un efecto favorable probablemente debido al corto tiempo en que se realizaron las mediciones, pero estos tratamientos tenían raíces vigorosas y aparentemente sanas. Esta variable mostró una tendencia lineal con la siguiente ecuación $y = 2.0149 + 0.0032x$, donde $x =$ dosis del enraizador usado.

Estos resultados coinciden con Buitrago y Ramírez (2003), quienes encontraron el mayor porcentaje de enraizamiento, número y longitud máxima de raíces adventicias en guayaba, *Psidium guajava* al aplicar 400 ppm de ácido naftalen-acético (ANA), es decir, al aplicar un estimulante al acodo, en este caso un fitorregulador favorece a tener un mejor enraizamiento y longitud radical.

Para este trabajo realizado se encontró que el uso del 2,4-D Amina, como enraizador y el que tradicionalmente se usa como herbicida, favorece a esta

variable al presentar una buena longitud de raíces, que está de alguna manera relacionada con el inicio del enraizamiento, suponemos que una raíz más larga se empezó a generar con anticipación, al verse favorecido su enraizamiento.

Por otra parte (Aldaz y Ochoa, 2011), quienes trabajando con acodos aéreos del arbusto uva camarona, *Macleania rupestris* obtuvieron una considerable masa de callos, número de raíces y longitud de raíces, sin necesidad de usar algún fitorregulador, se considera esta respuesta debido a que la especie estudiada en su país de origen, Ecuador está clasificada como un arbusto, que no presenta madera leñosa y es de fácil enraizamiento

4.3. Número de hojas nuevas después del trasplante.

Las hojas en los vegetales son un órgano de vital importancia, debido a que en ellas se lleva a cabo la fotosíntesis y la transpiración, procesos vitales para su sobrevivencia.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza, arrojaron una respuesta estadística altamente significativa (Cuadro 4.1) para el factor A (Forma de aplicación de la isoauxina 2,4-D), lo que indica para esta variable que el método de aplicación utilizado tuvo una fuerte influencia, es decir, no es lo mismo aplicar el sustrato humedecido o asperjar la solución al tallo. La forma de aplicación humedecido y exprimido para eliminar el exceso de solución es superior al método asperjado al tallo en un 30%, de tal modo que para esta variable se debe considerar el método de aplicación a usar, si se desea obtener mejores resultados, con respecto a la generación de hojas.

Analizando el factor B (Dosis de la isoauxina 2,4-D), los resultados obtenidos señalan que existe una respuesta estadística altamente significativa (Cuadro 4.1) para esta variable, reportando que las dosis influyen de manera directa en el número de hojas nuevas después del trasplante. La dosis 200 ppm del 2,4-D reportó un valor de 2.50 hojas nuevas, en el período de trasplante

superando a todas las dosis, mientras tanto el testigo fue superado por la dosis anterior en un 10%, de igual manera fue inferior a la concentración de 25 ppm en un 4.8%, sin embargo, el testigo superó a las concentraciones 12.5 ppm y 100 ppm en un 10% y 35.2% respectivamente. En consecuencia, a lo observado para esta variable se plantea usar la dosis 200 ppm del fitorregulador usado, tomando en cuenta el trabajo realizado, se espera encontrar resultados satisfactorios en los brotes de hojas nuevas.

En la interacción de los factores (A por B), se encontró una respuesta estadística significativa (Cuadro 4.1), reportando que la respuesta del factor A condiciona el comportamiento del factor B y viceversa. Sugiriendo que la forma de aplicación y las diferentes dosis usadas mostraron un comportamiento diferente al análisis de varianza al no observarse interacción entre los factores (Figura 4.3).

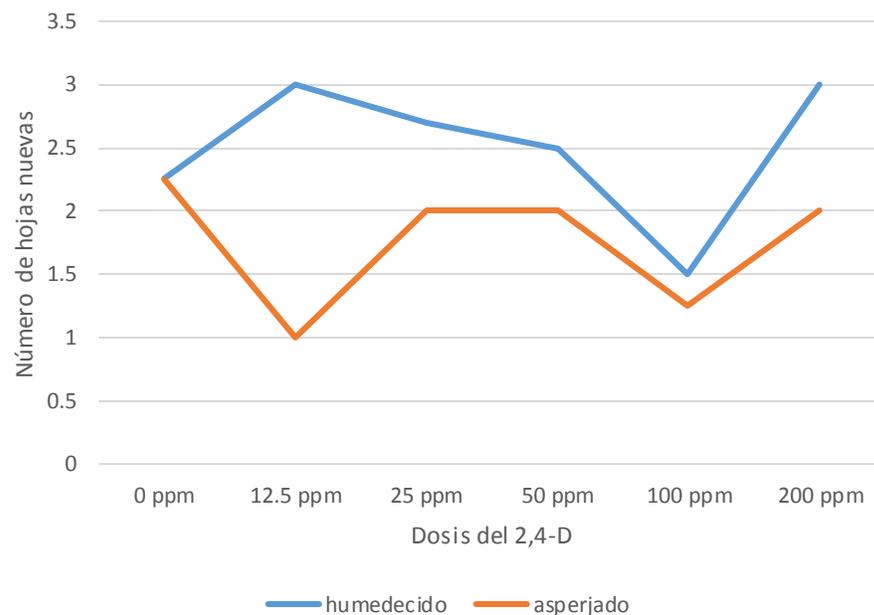


Figura 4.3
Efecto de la interacción de las dosis y forma de aplicación del 2,4-D, en la variable número de hojas nuevas.

Existen diferencias encontradas en el análisis de varianza, por lo tanto, se procedió a realizar una prueba de medias DMS (Cuadro 4.2) para esta variable, donde se observa que el factor A, reportó dos grupos de significancia el método de aplicación humedecido es superior al método de aplicación asperjado, ubicándose así en el nivel “a”, entonces se considera usar el método de aplicación humedecido al sustrato para esta variable, debido a que se obtiene respuestas más favorables. Es posible que el método humedecido presentó mejor respuesta a esta variable, dado que la solución aplicada se concentró en mayor medida en un sitio determinado, provocando raíces más vigorosas.

La prueba de medias DMS (Cuadro 4.3) para el factor B, reportó dos grupos de significancia, en el nivel “a” se ubican las concentraciones 200 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 0 ppm y 12.5 ppm del 2,4-D, con la respuesta estadística menos favorecida en el nivel “b” se ubica la concentración de 100 ppm del 2,4-D, siendo la concentración con menor efecto en la respuesta de brotes de hojas nuevas después de haberse trasplantado. Se plantea que la concentración 100 ppm del 2,4-D no presentó buen efecto en esta variable, dado que existen otros factores que intervienen en el proceso de amarre de raíz y sobrevivencia de los acodos, entre ellos destacan problemas fitosanitarios, climáticos y mecánicos.

Para esta variable es conveniente usar una dosis alta o bien emplear dosis bajas, en este experimento se observa que la concentración de 200 ppm fue la que mejor reaccionó, pero las dosis más bajas se mantuvieron en el mismo nivel de significancia tal es el caso de las concentraciones 12.5 ppm y 25 ppm. En promedio esta variable mostró una tendencia lineal con la siguiente ecuación $y = 2.0983 + 0.0004x$, donde $x =$ dosis del enraizador usado.

Según lo citado por Amador (1999), menciona que las auxinas se concentran en los ápices y raíces de las plantas, lo cual favorece la generación de raíces y coexiste una fuerte relación entre el área foliar y la masa radical en este caso, el uso de la isoauxina promovió un efecto positivo para esta variable, solo descartando una concentración.

Debido a la falta de estudios realizados para esta variable se considera que el porcentaje de amarre en relación raíz-área foliar, se debe a la calidad del sistema radical, es decir, vigorosas, sanas y preferentemente de longitud deseada para asegurar el éxito en el trasplante, evitando así la muerte de los acodos trasplantados debido a lesiones de raíces, (Aldaz y Ochoa, 2011).

4.4. Largo de hojas nuevas después del trasplante.

En los vegetales la parte aérea suele inclinarse a buscar los rayos del sol, mientras que la parte radical hace lo contrario y crece en sentido opuesto alejándose del sol, pero ambos están relacionados siendo indispensables en las plantas, existen diferentes formas y colores de hojas vegetales, y se considera la longitud de hojas, así como su estructura fisiológica importantes para los procesos fisiológicos realizados por este órgano.

Al analizar los resultados se encontró, que no existen diferencias significativas (Cuadro 4.1) para el factor A (Forma de aplicación de la isoauxina 2,4-D), lo que indica en la práctica, al realizar el acodado aéreo en la especie *Cordyline* en la variable evaluada, es lo mismo utilizar el sustrato humedecido con cierta dosis determinada o bien asperjarle determinada dosis del enraizador al tallo. Cabe mencionar que ambos métodos de aplicación funcionan de manera satisfactoria en este caso.

Los resultados obtenidos para el factor B (Dosis de la isoauxina 2,4-D), reportó una respuesta estadística significativa (Cuadro 4.1), lo que indica que las concentraciones del fitorregulador que se utilizaron influyeron en esta variable. El testigo arrojó un valor de 14.3 cm de largo en la hoja, superando a todas las concentraciones usadas del 2,4-D Amina con un 14% sobre la dosis más baja, de tal manera que al usar solamente agua para humedecer el sustrato presenta mejores respuestas que usando una dosis determinada de la isoauxina, en el caso específico para esta variable. Es posible que las concentraciones del 2,4-D presentaran menor longitud de hoja, en relación al testigo dado que, al momento

de trasplantar los acodos, efectos secundarios causados por la aplicación de la isoauxina hayan repercutido en el largo de hojas nuevas.

En la interacción de los factores (A por B) se encontraron diferencias altamente significativas (Cuadro 4.1), el método de aplicación y las distintas dosis usadas reportaron una interacción en la dosis 50 ppm (Figura 4.4).

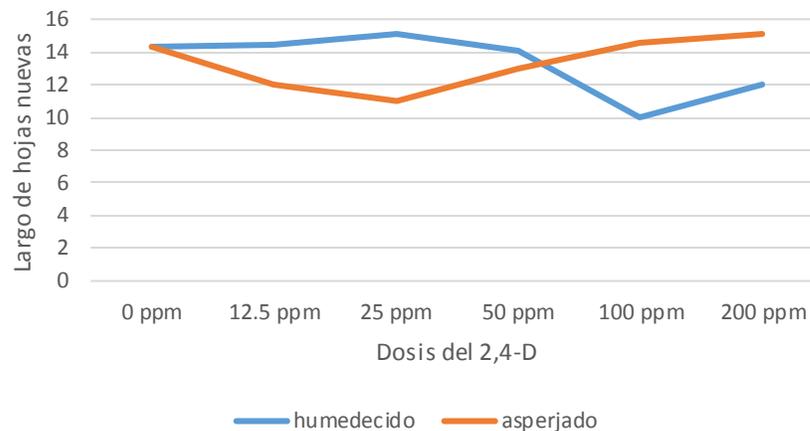


Figura 4.4
Efecto de la interacción de las dosis y forma de aplicación en la variable largo de hojas nuevas.

Se realizó una prueba de medias DMS (Cuadro 4.3) para el factor B, que reportó tres grupos de significancia, en el nivel “a” se ubicaron el testigo y las dosis de 200 ppm, 50 ppm, 12.5 ppm que son estadísticamente iguales, la dosis de 25 ppm se ubica en el nivel “b” y finalmente la dosis 100 ppm se ubica en el nivel “c”. En esta variable se observa que existe relación con el número de hojas nuevas, debido a que la concentración de 100 ppm es la dosis menos favorable, siendo semejante la respuesta encontrada con la variable anterior. En promedio esta variable mostró una tendencia lineal de acuerdo a la siguiente ecuación $y = 13.473 + 0.0022x$, donde $x =$ dosis del enraizador usado. Es probable encontrar este efecto desfavorable, a causa de un mal manejo de los acodos enraizados al momento del trasplante o bien por problemas de adaptabilidad. Según lo mencionado por Maldonado (2007), considera necesaria la aclimatación de los acodos, dado que al ser separado de la planta madre presentan dificultades para

adaptarse, o bien que el uso de la isoauxina, de alguna manera afecta el arranque posterior de las plantas, lo que posiblemente se supere con el tiempo.

En la propagación por acodos, para esta variable es posible que usar el enraizador no es necesariamente indispensable, con base a la respuesta obtenida por el testigo, que presentó mayor longitud de hojas nuevas después de haberse trasplantado. Se considera posible obtener resultados satisfactorios solo usando agua, para acodar en esta especie.

4.5. Ancho de hojas nuevas después del trasplante.

Las hojas de las plantas regulan múltiples procesos importantes, la parte área presenta una relación estrecha con la masa radical, siendo importante que se encuentren equilibradas y en forma proporcional.

Al analizar los resultados, se encontró una respuesta estadística significativa (Cuadro 4.1) para el factor A (Forma de aplicación de la isoauxina 2,4-D), lo que indica que en esta variable influye de manera directa el método de aplicación del fitorregulador usado, reportando que el método asperjado supera en un 8.7% al método humedecido. En lo práctico se debe considerar el impacto que tiene la forma en que se aplicó, siendo viable usar el método asperjado al tallo por presentar mejor efecto en la respuesta relacionada con el ancho de hojas después del trasplante.

Para el factor B (Dosis de la isoauxina 2,4-D), reportó una respuesta estadística altamente significativa (Cuadro 4.1), lo que indica que el ancho de hojas nuevas después del trasplante estuvo fuertemente influenciado por las dosis que se usaron. La dosis 50 ppm del 2,4-D, fue superior a las otras concentraciones arrojando un valor de 3.6 cm, reportándose así por ser la concentración con mayor área foliar. Obteniéndose valores menores que varían de 2.5% a 30.3%, quedando con la respuesta menos favorecida la dosis de 100 ppm del 2,4-D Amina.

En la interacción de los factores (A por B), se encontraron diferencias altamente significativas (Cuadro 4.1), el comportamiento del factor A condiciona el comportamiento del factor B, el método de aplicación y las distintas dosis usadas, reportaron una interacción en las dosis 12.5 ppm y 50 ppm (Figura 4.5).

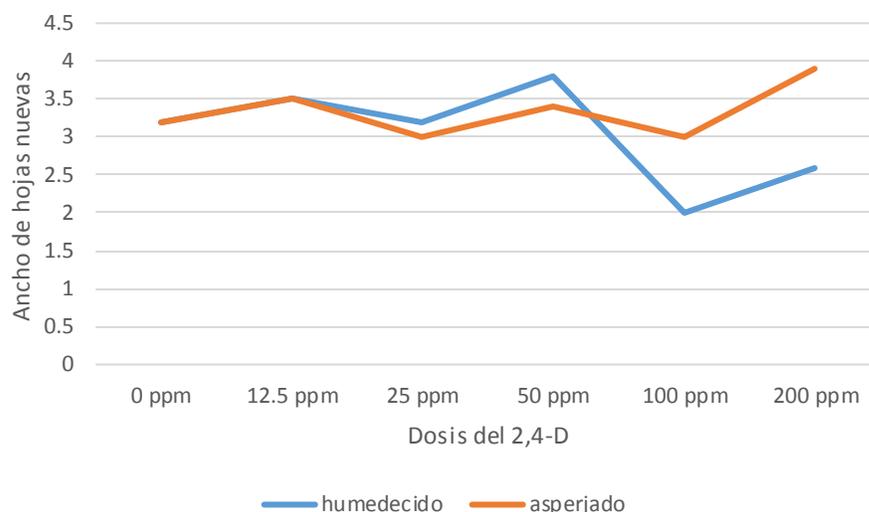


Figura 4.5
Efecto de la interacción de las dosis y la forma de aplicación del 2,4-D, en la variable ancho de hojas nuevas.

Los resultados obtenidos reportaron diferencias en el análisis de varianza, por ello se procedió a realizar una prueba de medias DMS (Cuadro 4.2), para conocer el agrupamiento de los factores. En el factor A se generaron dos grupos de significancia, se ubica en el nivel “a” el método de aplicación asperjado al tallo que fue superior al método de aplicación sustrato humedecido y exprimido. Tomando en cuenta estos resultados, en la práctica para esta variable es preferible usar el método asperjado al ofrecer una mejor respuesta al momento de realizar la aplicación al acodo. Se considera este comportamiento debido a que, al momento de aplicar la solución, la forma asperjada tiene mejor penetración en el tallo de la planta, por consecuencia influye en el amarre de las

raíces, en la planta nueva y es probable que origine un ensanchamiento de hojas posterior al enraizamiento.

La prueba de medias DMS (Cuadro 4.3) para el factor B, reportó tres grupos de significancia en el primer nivel "a" se ubican las dosis 50 ppm, 12.5 ppm, 200 ppm del 2,4-D y el testigo que son estadísticamente iguales, seguido del nivel "b" donde se ubica la concentración de 25 ppm del 2,4-D, y reportando la respuesta menos favorable en el nivel "c" se ubica la dosis de 100 ppm. Después del trasplante se observa que la concentración de 100 ppm del 2,4-D fue la menos favorecida en tres de las variables evaluadas, número de hojas nuevas, largo de hojas nuevas y ancho de hojas nuevas, por consecuencia para esta concentración, usada en la técnica de propagación por acodos, no se encontraron resultados satisfactorios después de haberse realizado el trasplante. Esta variable en promedio mostró una respuesta de tendencia lineal con la siguiente ecuación $y = 3.2829 + 0.0013x$, donde x = dosis del enraizador usado.

Según lo citado por Fachinello *et al.*, (1994), mencionaron que la propagación vegetativa, tendrá resultados adversos debido a que la variabilidad del clon no presenta resistencia con los factores de adaptación o fitosanitarios, al momento de realizar el trasplante del acodo.

Se considera negativo el efecto de la dosis 100 ppm del 2,4-D Amina, por muchos factores que intervienen en el proceso de amarre de las raíces, trasplante y sobrevivencia de la planta nueva, propagar por acodos presenta ventajas, pero existen desventajas y una de ellas es la adaptación de los acodos, desafortunadamente no todos los clones presentan resistencia para sobrevivir en condiciones desfavorables.

En general las formas alteradas de los brotes de hojas nuevas fueron de la naturaleza misma de la planta, al momento del trasplante esto puede indicar efectos negativos y no necesariamente efectos causados por el uso del 2,4-D como enraizador.

4.6. Porcentaje de enraizamiento.

El impacto que tiene el volumen de raíces en los vegetales es de suma importancia debido a que es el órgano que proporciona el anclaje y absorción de nutrientes y agua por la planta para su sobrevivencia.

Los resultados observados en esta variable, reportaron para el factor A (Forma de aplicación de la isoauxina 2,4-D), una respuesta estadística no significativa, lo que indica que utilizar el método de aplicación humedecido en el acodamiento presenta el mismo efecto que acodar y/o asperjar una dosis determinada. Quedando ubicados en el mismo grupo de significancia.

Para el factor B (Dosis de la isoauxina 2,4-D), se reportó una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que las diferentes dosis afectan de manera directa a esta variable, el testigo presenta un porcentaje de 75% de enraizamiento, siendo superado por los tratamientos donde se usaron diferentes concentraciones del 2,4-D, las dosis que mejor respuesta al enraizamiento presentaron fueron 12.5 ppm, 25 ppm y 100 ppm del 2,4-D, con un porcentaje de enraizamiento del 100%. Se presupone que el porcentaje de enraizamiento con las dosis 50 ppm y 200 ppm no tuvieron el éxito esperado debido a que al momento de realizar los acodos en estos tratamientos no se aplicó de manera correcta la solución o bien los tallos de *Cordyline* no eran lo suficientemente jóvenes.

Para la interacción de los factores (A por B) se encontraron diferencias altamente significativas, el factor A condiciona el comportamiento del factor B y viceversa, el factor B manifiesta una respuesta dependiente del factor A, reportando una interacción en las dosis 12.5 ppm, 25 ppm y 100 ppm (Figura 4.6).

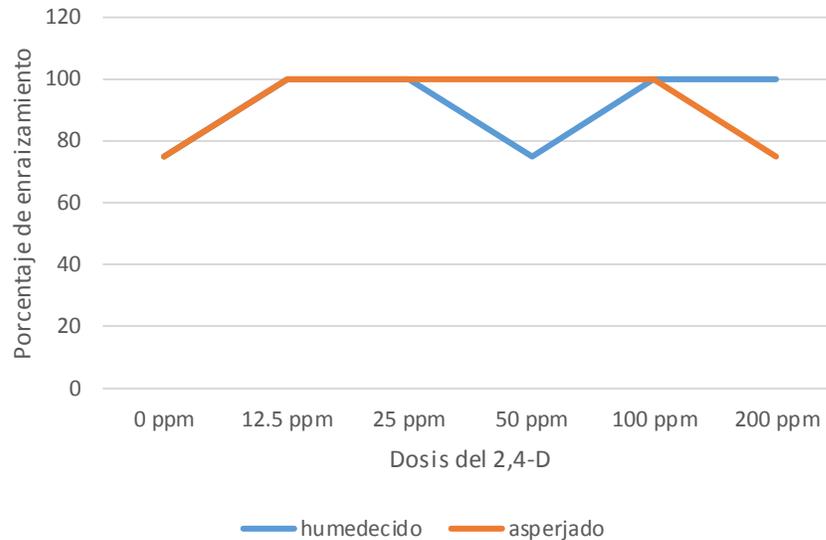


Figura 4.6
Efecto de la interacción de las dosis y forma de aplicación del 2,4-D, en la variable porcentaje de enraizamiento.

Al analizar los resultados se encontraron diferencias en los análisis de varianza, por lo tanto, se procedió a realizar una prueba de medias DMS (Cuadro 4.3) para el factor B, resultando tres grupos de significancia, en el nivel “a” se ubican las concentraciones 12.5 ppm, 25 ppm, y 100 ppm del 2,4-D, seguidos del siguiente nivel “b” donde se ubican las concentraciones de 50 ppm y 200 ppm, en la posición menos favorable se encuentra el testigo ubicado en el nivel “c”. En promedio esta variable mostró una respuesta lineal con la siguiente ecuación $y = 91.429 + 0.0037x$, donde $x =$ dosis del enraizador usado.

Resultó satisfactorio el uso del herbicida 2,4-D Amina como alternativa de enraizador, ya que en este trabajo las dosis utilizadas funcionaron eficazmente en la generación de las raíces adventicias. Las distintas concentraciones del 2,4-D Amina si intervienen en el enraizamiento, lo que fue citado por (Kompen y Torres, 1987) en un caso similar encontraron mayor porcentaje de enraizamiento y número de raíces en pino macho *Pinus caribaea* al aplicar ácido indol-acético (AIA) como auxina sintética y posteriormente cinetina.

Se plantea esta respuesta favorable de enraizamiento probablemente debido a que, al usar un fitorregulador en el proceso de acodamiento aéreo en un arbusto como lo es *Cordyline*, presentan cierta tendencia a enraizar, lo que fue citado por Aldaz y Ochoa, (2011) quienes trabajando con la especie conchita *Cavendishia bracteata* que es un arbusto nativo de Ecuador, reportan que el 100% de los acodos realizados llegaron a formar callos, pero de los cuales solamente un 67% correspondiente a 20 acodos, presentaron éxito en el trasplante y sobrevivencia, usando el fitorregulador Hormonagro 1.

4.7. Días de enraizamiento.

Cabe señalar que es importante acortar el lapso de enraizamiento en la propagación vegetativa de plantas, resaltando que existen otras técnicas y de esta se puede obtener cierta ventaja reduciendo los días en el proceso de generación de raíces.

Analizando los resultados obtenidos para el factor A (Forma de aplicación de la isoauxina 2,4-D), reportó una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que la forma de aplicación influye directamente en esta variable, el método de aplicación sustrato humedecido presenta una media de 60 días en relación al inicio del enraizamiento, siendo superior al método de aplicación asperjado al tallo, por lo consiguiente en la práctica para esta variable se sugiere emplear el método de aplicación humedecido.

Para el factor B (Dosis de la isoauxina 2,4-D), los resultados obtenidos reportaron una respuesta estadística altamente significativa, el testigo es ampliamente superado en un 33.3% por el tratamiento que menos días demoró en presentar raíz 25 ppm del 2,4-D, siendo esta concentración la más efectiva para acelerar el proceso de enraizamiento, incluso fue superior a las otras concentraciones. Lo que indica que a medida de tener una dosis alta como el caso de 200 ppm que reportó una media de 65 días, retrasa la iniciación de raíces y se observa que si no se usa algún enraizador (testigo) el tiempo para la formación de raíces de igual modo se prolonga.

Para la interacción del factor A por el factor B, se encontraron diferencias altamente significativas, la respuesta del factor A condiciona al factor B y viceversa, presentando una interacción en la dosis 50 ppm (Figura 4.7).

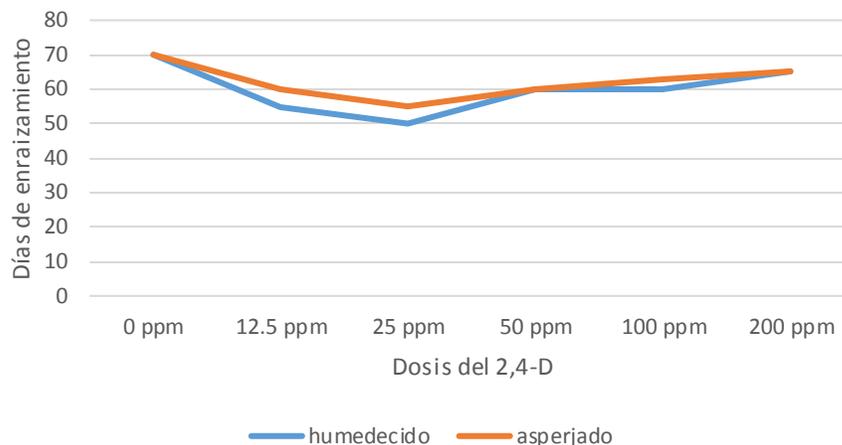


Figura 4.7
Efecto de la interacción de las dosis y forma de aplicación del 2,4-D, en la variable días de enraizamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que existen diferencias significativas y se procedió a realizar una prueba de medias DMS (Cuadro 4.2) para el factor A, reportó dos grupos de significancia en donde el método de aplicación sustrato humedecido supera al método de aplicación asperjado al tallo ubicándose en el nivel “a”, por consecuencia en la técnica de propagación por acodos para esta variable, es conveniente usar la forma de aplicación sustrato humedecido, debido a que presentó mejor respuesta, considerando que fueron menos días para la generación de raíces.

Se realizó una prueba de medias DMS (Cuadro 4.3) para el factor B, donde reportó seis grupos de significancia obteniendo el siguiente agrupamiento, en el nivel “a” se ubica la dosis de 25 ppm del 2,4-D, seguido de la dosis 12.5 ppm, ubicado en el nivel “c” se encuentra la dosis 50 ppm, en el siguiente nivel se ubica la dosis 100 ppm, la dosis 200 ppm se localiza en el nivel “e” y finalmente con la respuesta menos favorecida se encuentra ubicado en el último nivel “f” el

testigo. Los resultados obtenidos indican que, en la propagación por acodos para esta especie al no utilizar un fitorregulador de enraizamiento, prolonga el proceso para la formación de raíces, en este trabajo se encontró al testigo con la respuesta menos favorable reportando una duración de 70 días. En promedio esta variable mostró una tendencia lineal con la siguiente ecuación $y = 59.914 + 0.0181x$, donde $x =$ dosis del enraizador usado.

Lo que coincide con lo reportado por Ramírez *et al.*, (2004); Oliva, (2005), quienes trabajando con acodos aéreos aplicaron fitorreguladores de crecimiento de tipo auxina, encontrando que adelanta la generación de raíces, además de incrementar el número y vigor de estas. En este experimento usar el herbicida 2,4-D Amina como promotor de raíces en el acodamiento de *Cordyline* presenta respuestas positivas reduciendo el tiempo de enraizamiento, lo que hace factible su uso.

4.8. Supervivencia de trasplante.

Esta variable expresa el éxito obtenido en la propagación por acodos en la especie *Cordyline terminalis* usando como isoauxina promotora de raíces el que tradicionalmente es conocido como un herbicida 2,4-D Amina.

Al analizar los resultados obtenidos para el factor A (Forma de aplicación de la isoauxina 2,4-D), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que la variable observada estuvo fuertemente influenciada por la forma de aplicación que se utilizó. El método de aplicación humedecido es superior al método de aplicación asperjado en un 25%, esta respuesta se debe probablemente a que, en la práctica de acodamiento aéreo al aplicar el sustrato humedecido, la solución se concentra más uniforme y no se presentan pérdidas, mientras en el método asperjado al momento de asperjar al tallo es probable que la solución usada no moje de manera uniforme provocando una respuesta menos favorable.

Para el factor B (Dosis de la isoauxina 2,4-D), reportó una respuesta estadística altamente significativa, para la variable porcentaje de supervivencia

después del trasplante generando lo siguiente, las concentraciones 25 ppm, 200 ppm y el testigo superan en un 50% a las concentraciones 12.5 ppm, 50 ppm y 100 ppm del 2,4-D Amina. Se observa que el porcentaje de sobrevivencia de las concentraciones anteriores son relativamente bajas, se presupone que la respuesta desfavorable encontrada para esta variable, fue afectada por factores externos principalmente el clima o bien problemas fitosanitarios.

Para la interacción del factor A por el factor B, se encontró que existen diferencias altamente significativas, reportando un comportamiento dependiente, lo que indica que la respuesta del factor A afecta al factor B. El método de aplicación y las distintas dosis usadas reportaron una interacción en la dosis de 50 ppm (Figura 4.8).

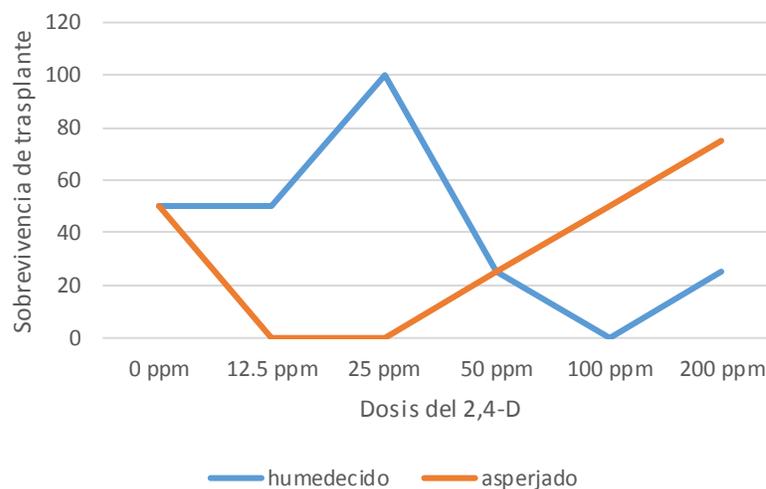


Figura 4.8
Efecto de la interacción de las dosis y forma de aplicación del 2,4-D, en la variable sobrevivencia de trasplante.

Se procedió a realizar una prueba de medias DMS (Cuadro 4.2), para conocer el agrupamiento del factor A en esta variable, se encontraron dos grupos de significancia, en el nivel “a” se ubica el método de aplicación sustrato humedecido y exprimido, seguido del método de aplicación asperjado al tallo que se ubicó en el nivel “b”. En el acodado aéreo de *Cordyline* para el porcentaje de sobrevivencia, se considera usar el método de aplicación sustrato humedecido,

porque arrojó una respuesta más favorable en cuanto al amarre de raíz después de haberse realizado el trasplante. Es posible obtener mejor respuesta en este método de aplicación porque al momento de realizar la práctica, es menos probable que la solución utilizada se disperse al no ser asperjada como en el caso del otro método de aplicación.

Al encontrar diferencias en el análisis de varianza se realizó una prueba de medias DMS (Cuadro 4.3), para el factor B arrojando dos grupos de significancia, las concentraciones 25 ppm, 200 ppm del 2,4-D y el testigo se ubicaron en el nivel "a", siendo estas las mejores concentraciones que presentaron mayor efecto para esta variable, las concentraciones 12.5 ppm, 50 ppm y 100 ppm de la isoauxina usada se ubicaron en el nivel "b". Para esta variable en promedio se mostró una respuesta lineal con la siguiente ecuación $y = 35.714 + 0.0276x$, donde $x =$ dosis del enraizador usado.

La propagación de *Cordyline* por acodo aéreo es factible, usando como promotor de raíces al 2,4-D Amina, los resultados obtenidos demuestran el efecto positivo que este herbicida presentó al ser utilizado como alternativa de un enraizador, basándose en el experimento realizado se propone usar el método de aplicación sustrato humedecido combinado con las dosis 25 ppm y 200 ppm del 2,4-D Amina para esta variable, que condiciona el éxito de sobrevivencia para los acodos aéreos en la especie ornamental *Cordyline terminalis*.

De acuerdo a lo observado, el uso fitoreguladores es una forma de mejorar la magnitud de enraizamiento de diversas especies vegetales y en el caso de *Cordyline* el efecto de las concentraciones del herbicida 2,4-D Amina, indujo buen porcentaje de enraizamiento y sobrevivencia al momento de realizar el trasplante de los tallos acodados. Según Gavilanes (2006), expone que en la propagación de Moral Fino *Chlorophora tinctoria* L. trabajo de investigación, donde se usó fitoreguladores de enraizamiento ANA y AIB empleando 4 concentraciones de isoauxinas, reportó que la combinación de 2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB, influyeron en las variables sobrevivencia con un 70% y porcentaje de enraizamiento con un 100%.

En contraste a los resultados obtenidos por Solano (2000), quien trabajando en acodos aéreos de la especie arrayán de Quito *Myrcianthes hallii* obtuvo baja sobrevivencia y adaptabilidad, sólo presentando un 6.66% de éxito, debido probablemente a que las ramas de la planta madre acodadas eran muy leñosas.

En este trabajo al momento de realizar el trasplante no se podaron las raíces, existe la probabilidad que esto causara la baja sobrevivencia de los acodos trasplantados, según Rojas *et al.*, (2004), quienes mencionaron que para obtener mayor éxito en la sobrevivencia del acodo enraizado, se debe realizar una poda de las raíces para estimular su crecimiento, días antes del corte del acodo, posteriormente se recomienda trasplantarlas en un medio húmedo y bajo sombra para reducir la deshidratación, como consecuencia de la disminución de la tasa de transpiración.

V. CONCLUSIONES

La propagación de *Cordyline terminalis* es factible por el método de acodamiento aéreo.

El uso como isoauxina del herbicida 2,4-D Amina, favorece la propagación por acodos aéreos de *Cordyline*, acelerando el enraizamiento, incrementando el número de raíces, y obteniendo un aceptable porcentaje de sobrevivencia de los acodos.

La forma de aplicación de la isoauxina, presentó efectos positivos en la generación de raíces, se considera que el método de aplicación sustrato humedecido y exprimido para eliminar el exceso de solución, es más eficiente en la propagación por acodos, debido probablemente a que en la práctica el sustrato se humedece de manera más uniforme obteniendo resultados más favorables.

VI. LITERATURA CONSULTADA

- Aldaz, L. y Ochoa, L. 2011. Propagación Asexual de diez especies Forestales y Arbustivas en el Jardín Botánico "Reinaldo Espinoza". Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. pp 27-35.
- Amador, D. 1999. Reguladores del crecimiento utilizados en cultivo de tejidos vegetales: términos y conceptos fundamentales. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 12 p.
- Balagué, C., Sturtz, N., Duffard, R. & Evangelista de Duffard, A. M. 2001. Effect of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid herbicide on *Escherichia coli* growth, chemical composition and cellular envelope. Marzo 21, 2017, de Environ. Toxicol. 16: pp.35-45 Sitio web: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-37432006000100004
- Bidwell, R. 1979. Fisiología Vegetal. Primera edición en español. México, D.F. pp. 285 - 298, 301- 325, 328- 461.
- Bortolini, M., Zuffellato-Ribas, K., Koehler, H., Carpanezzi, A., Deschamps, C., Oliveira, M., Bona, C., Mayer, J. 2008. *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.: Enraizamiento, anatomia e análises bioquímicas nas quatro estações do ano. *Ciência Florestal*, Santa Maria. pp 159-171.
- Buitrago, N. y Ramírez, M. 2003. Enraizamiento de acodos aéreos del guayabo (*Psidium guajava* L.) con ácido naftaleno acético. Memorias del XI Congreso Venezolano de Botánica. Mérida, Venezuela. pp 123-126.
- Cochram, WG; Cox, GM. 1987. Diseños experimentales. México, Trillas. p. 120-132.
- Colinas, M.T. 2003. Importancia de los estudios postcosecha de plantas ornamentales nativas en México, pp. 175-179. Diciembre, 23, 2017, de Universidad Autónoma Chapingo Sitio web: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshXI111.pdf>
- CONAPLOR Morelos. 2017. Productos archivo-CONAPLOR. Recuperado de <http://conaplor.com.mx/acerca-de-conaplor/> "20/12/17- 4:00 pm".
- Couvillon, G.A. 1998. Rooting response to different treatments. Diciembre 4, 2017, de Acta Hort. 227, pp.187-196. Sitio web: <http://www.bdigital.unal.edu.co/18159/1/13912-40660-1-PB.pdf>
- Cruz, M.C. 2010. Desarrollo de plantas ornamentales *Cordyline* en cultivo "In Vitro". Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. pp 16-18.

- Curtis, H. y S. Barnes. 1997. Introducción a la Biología. Quinta Edición. Editorial Panamericana. Madrid, España. 166 p.
- Fachinello, J. C., Nachtigal, J.C., Hoffmann, A. 1994. Propagação da Goiabeira serrana *Feijoa sellowiana* Berg, a través da mergulhia de cepa. 1994. *Scientia Agricola*. (Piracicaba). 49(1): pp 37-39.
- Gates, J.C. 1985. Effects of the cytokinin 6-(γ , γ -dimethylallylamino)-purine on rhizome development of lowbush blueberry. Diciembre 4, 2017, de Tesis de maestría, University of Maine. 200 p. Sitio web: <http://www.bdigital.unal.edu.co/18159/1/13912-40660-1-PB.pdf>
- Gavilanes, L. 2006. Empleo de hormonas (ANA y AIB) estimuladoras del enraizamiento para la propagación vegetativa del Moral fino (*Chlorophora tinctoria* L. Gaun) en el Litoral Ecuatoriano. Xalapa, MX. pp. 9-12.
- Hartmann H. & D. Kester. 2000. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Octava Edición. Editorial Continental. México. 760 p.
- Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1998. Propagación de plantas; principios y prácticas. 6ª reimp. México, Continental. 785 p.
- INEGI, Censo. 2007. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte. Tercera edición. México. Vol. 1, 648 p.
- Kompen, M. y R. Torre. 1987. Interacciones entre algunos reguladores de crecimiento y su influencia en el enraizamiento de acodos aéreos en *Pinus caribaea* Mor. *Acta Científica Venezolana* 38(4): pp 459-464.
- López, E.M., Diez, C.M., De la Cruz, J.C., Zabatela, C.S., Rodríguez M.B., Gonza, A.C. 2016. Efecto de la concentración del 2,4-D en el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus*, en condiciones de invernadero. *Pueblo Cont.* Vol, 27. México. pp 105-111.
- Macdonald, H. 1997. Auxin perception and signal transduction. *Physiologia Plantarum*. pp. 423-430.
- Maldonado, S.D. 2007. Propagación sexual y asexual de plantas leñosas. Facultad de Ciencias Agrarias-Escuela Profesional de Agronomía. UNSM-T. San Martín, Perú. 34 p.
- Morrison, S., G.M. Smagula, & W. Litten. 2000. Morphology, growth, and rhizome development of *Vaccinium angustifolium* Ait. seedlings, rooted softwood cuttings, and micropropagated plantlets. Diciembre 4, 2017, de *HortScience* 4, pp 550-570. Sitio web: <http://www.bdigital.unal.edu.co/18159/1/13912-40660-1-PB.pdf>
- Noedi, B. y Sousa, F. 1998. Guía de herbicidas: Butachlor. Tercera Edición. Londrina-PR-Brasil. p 111-116.

- Oliva, C. 2005. Efecto de fitorreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estaquillas de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, camu camu arbustivo. Ucayali, Perú. *Folia Amazonica*. pp 19 – 25.
- Pereira, M. 2003. Propagagao via estaquillas apicais, caracterizagao morfológica e molecular de jabuticabeiras (*Myrciariaspp*). Tese de Doutorado. Piracicaba. Escala Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de Sao Paulo. Brasil. 86 p.
- Pineda, L. 2013. Enrizamiento de estaquilla de estoraque (*Myroxylon balsamum* Harmans.), a través de la hormona AIB en cámara de sub irrigación, en el IAP-SAN MARTÍN. Perú. 25 p.
- Ramírez-Villalobos, M.; Urdaneta-Fernández, A.; Vargas-Simón, G. 2004. Tratamientos con ácido indolbutírico y lesionado sobre el enraizamiento de estaquillas de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.). *Agronomía Tropical*, 54: pp 203 – 218.
- Rayen, P.H.; Evert, R.F. y Eichhorn, S.E. 1999. *Biology of Plants*. Sixth edition. W.H. Freeman and Company Worth Publishers. pp. 686-693.
- Rojas G.M. y H. Ramírez. 1987. Control hormona del desarrollo de las plantas. Editorial LIMUSA. México, D.F. 239 p.
- Rojas, G.S., García, L.J. y Alarcón, R.M. 2004. Propagación asexual de plantas: Conceptos básico y experiencia con especies Amazónicas. Bogotá, Colombia. CORPOICA. pp 7-9 y 26-27.
- Silva, J.J. 2006. Establecimiento de una metodología para la embriogénesis somática en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao*, L.). Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma, Cuba. 98 pp.
- Solano, R. 2000. Propagación por acodaduras aéreas de Ocho Especies Vulnerables en el Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. UNL. Loja-Ecuador. 16 p.
- Soto, L.E. 2006. Efecto de Diferentes Dosis de AIB sobre el Enraizamiento de *Ficus benjamina* L. en Diferentes Épocas del año. Universidad Autónoma 62 Indígena de México. El Fuerte, México. Ra Ximhai, vol. 2, número 003. pp 795-814.
- Theologis, A. 1986. Rapid gene regulation by auxin. *Ann. Rev. Plant Physiologia*. pp 407-438.
- Toro, J., Briones, J. y Pinargote M. 1985. Las malas hierbas: Su conocimiento y manejo. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. 107 p.

Weed Science Society of America. 1994. Herbicide handbook: Butachlor y 2,4-D. Séptima Edición. U.S.A, Illinois. pp 41-42 y 77-81.

Zolman, B.K.; Yoder, A. y Bartel, B. 2000. Genetic analysis of índole-3-butyric acid responses in Arabidopsis thaliana reveals four mutant clases. Genetics, Vol. 156, pp 1323-1337.

Citas de internet.

(<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/008454.pdf> 31/01/17, 6:05 pm).

(<https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshXl111.pdf> 28/11/17-11:40 am).

(http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/cordyline/ 09/02/17, 8:55 am).

(<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/117288/index.html> 09/02/17, 8:52 am).

(http://canales.hoy.es/canalagro/datos/flores/plantas_ornamentales/cordiline.htm 09/02/17, 9:00 am).

(<https://www.horticultivos.com/4990/aplicacion-hormonas-vegetales/> 18/12/17, 12:00 pm).

(<http://biologia.laguia2000.com/fisiologia-vegetal/hormonas-vegetales-auxinas> 22/03/17, 4:00 pm).

(<https://propagacionvegetal.wordpress.com/el-acodado/> 27/03/17, 12:31 pm).

(<https://jardinerialplantasyflores.com/que-es-la-propagacion-por-acodo-tecnicas-para-acodos/> 30/03/17, 4:40 pm).

(<http://hidroponia.mx/la-floricultura-en-mexico-un-desarrollo-potencial-para-la-economia/> 18/01/17, 12:00 pm).

APÉNDICE

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable número de raíces.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
FA	1	40.1502	40.1502	10.58	0.0025 **
Dosis	5	472.4135	94.4827	24.89	0.0001 **
FA x D	5	236.2885	47.2577	12.45	0.0001 **
EE	36	136.6325	3.7953		
Total	47	885.4847			

C.V: 27.0970

FA= Forma de aplicación, **FA x D**= Forma de aplicación por dosis, **EE**= Error experimental, **FV**= Fuente de variación, **GL**= Grados de libertad, **SC**= Suma de cuadrados, **FC**= Valor calculado de f, **P>F**= Probabilidad de f, **C.V.**= Coeficiente de variación, **= Altamente significativo.

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable longitud de raíces.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
FA	1	0.6302	0.6302	2.28	0.1400 ^{NS}
Dosis	5	13.7585	2.7517	9.94	0.0001 **
FA x D	5	3.2335	0.6467	2.34	0.0617 ^{NS}
EE	36	9.9625	0.2767		
Total	47	27.5847			

C.V: 29.0572

FA= Forma de aplicación, **FA x D**= Forma de aplicación por dosis, **EE**= Error experimental, **FV**= Fuente de variación, **GL**= Grados de libertad, **SC**= Suma de cuadrados, **FC**= Valor calculado de f, **P>F**= Probabilidad de f, **C.V.**= Coeficiente de variación, **= Altamente significativo, NS= No significativo.

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable número de hojas nuevas.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
FA	1	6.7500	6.7500	22.09	0.0001 **
Dosis	5	6.5000	1.3000	4.25	0.0038 **
FA x D	5	5.0000	1.0000	3.27	0.0155 *
EE	36	11.0000	0.3055		
Total	47	29.2500			

C.V: 26.0127

FA= Forma de aplicación, **FA x D**= Forma de aplicación por dosis, **EE**= Error experimental, **FV**= Fuente de variación, **GL**= Grados de libertad, **SC**= Suma de cuadrados, **FC**= Valor calculado de f, **P>F**= Probabilidad de f, **C.V.**= Coeficiente de variación, **= Altamente significativo, *= Significativo.

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable largo de hojas nuevas.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
FA	1	0.0013	0.0013	0.00	0.9745 ^{NS}
Dosis	5	17.5102	3.5020	2.78	0.0319 *
FA x D	5	110.8902	22.1780	17.61	0.0001 **
EE	36	45.3493	1.2597		
Total	47	173.7511			

C.V: 8.4144

FA= Forma de aplicación, **FA x D**= Forma de aplicación por dosis, **EE**= Error experimental, **FV**= Fuente de variación, **GL**= Grados de libertad, **SC**= Suma de cuadrados, **FC**= Valor calculado de f, **P>F**= Probabilidad de f, **C.V.**= Coeficiente de variación, **= Altamente significativo, *= Significativo, **NS**= No significativo.

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable ancho de hojas nuevas.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
FA	1	0.9633	0.9633	6.73	0.0136 *
Dosis	5	5.9475	1.1895	8.31	0.0001 **
FA X D	5	4.9191	0.9838	6.88	0.0001 **
EE	36	5.1500	0.1430		
Total	47	16.9800			

C.V: 11.8195

FA= Forma de aplicación, **FA x D**= Forma de aplicación por dosis, **EE**= Error experimental, **FV**= Fuente de variación, **GL**= Grados de libertad, **SC**= Suma de cuadrados, **FC**= Valor calculado de f, **P>F**= Probabilidad de f, **C.V.**= Coeficiente de variación, **= Altamente significativo, *= Significativo.