

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**EFFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS EN
LA CAPACIDAD DE ENRAIZAMIENTO DE
ESTAQUILLAS JUVENILES DE *Dipteryx*
*odorata***

Presentado por:

Diego Patricio Zavaleta Gómez

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. DIEGO PATRICIO ZAVALA GÓMEZ, intitulado “EFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LA CAPACIDAD DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS JUVENILES DE *DIPTERYX ODORATA*”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia, queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 28 de Septiembre de 2017

.....
Mg. Sc. Víctor Manuel Barrera Arroyo
Presidente

.....
Ing. Carlos Fernando Bulnes Soriano
Miembro

.....
Lic. Daysi Rocío Guzmán Loayza
Miembro

.....
Ing. Ignacio Rómulo Lombardi Indacochea
Asesor

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la aplicación exógena del ácido indol-3-butírico (AIB), medios de enraizamiento, posición de la estaquilla en el brote y área foliar en la propagación vegetativa por estaquillas de *Dipteryx odorata* (Fabaceae: Papilionoideae), realizándose en dos ensayos consecutivos usando propagadores de sub-irrigación. En el experimento 1, las estaquillas fueron tratadas con diferentes concentraciones de AIB (0, 1000, 3000, 5000 y 7000 mgL⁻¹) y sembradas en tres medios de enraizamiento (arena fina, arena media y arena gruesa). La aplicación de AIB resultó significativa ($p < 0,05$, ANOVA) para la capacidad de enraizamiento, observándose los mejores resultados con 3000 mgL⁻¹ de AIB en arena fina. En el experimento 2, las estaquillas se agruparon según su posición en el brote (basal, media y apical) y recorte de área foliar (1000, 2000 y 3000 mm²). Las estaquillas fueron tratadas con 3000 mgL⁻¹ de AIB y puestas en arena fina. La interacción entre posición de estaquilla y área foliar fue significativa ($p < 0,05$, ANOVA) para el enraizamiento y número de raíces por estaquilla, mientras que la posición de estaquilla resultó significativa ($p < 0,05$, ANOVA) para la longitud promedio de raíces. Se alcanzó un enraizamiento aceptable de 73,3 por ciento con $2,33 \pm 0,33$ raíces de $38,1 \pm 7,3$ mm de longitud con el uso de estaquillas de posición apical, 3000 mm² de área foliar, 3000 mgL⁻¹ de AIB y arena fina. Se concluye que es posible la propagación vegetativa de la especie considerando el efecto de los tratamientos en estudio.

Palabras claves: *Dipteryx odorata*, Propagación vegetativa, Enraizamiento, AIB, Medios de enraizamiento.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	5
1. Descripción de la especie	5
1.1. Clasificación Sistemática	5
1.2. Descripción Botánica	6
1.3. Distribución.....	7
1.4. Ecología.....	7
1.5. Características Silviculturales	8
1.6. Productos y Usos	10
2. Propagación vegetativa	11
2.1. Propagación vegetativa mediante el enraizamiento de estaquillas	12
2.2. Factores externos que influyen en el enraizamiento de estaquillas	13
2.2.1. Efecto del sistema de propagación.....	13
2.2.2. Efecto del microambiente de propagación.....	14
2.2.3. Efecto del sustrato de enraizamiento.....	16
2.3. Factores internos que influyen en el enraizamiento de estaquillas.....	17
2.3.1. Efecto de la aplicación de auxinas	17
2.3.2. Efecto de la variación del área foliar.....	18
2.3.3. Efecto de la posición de la estaquilla en el brote.....	19
2.3.4. Efecto de la actividad fotosintética.....	20
2.4. Factores relacionados a la condición de la planta madre.....	21
2.4.1. Efecto del estado nutricional de la planta madre.....	21
2.4.2. Efecto del estado de maduración.....	22
2.4.3. Efecto del ambiente	23
2.5. Consideraciones anatómicas y fisiológicas sobre la formación de raíces adventicias en estaquillas.....	24
2.5.1. Aspectos anatómicos en la formación de raíces adventicias.....	24
2.5.2. Aspectos fisiológicos en la formación de raíces adventicias.....	27
3. Antecedentes sobre la propagación vegetativa de especies forestales tropicales en propagadores de Sub-Irrigación	32
4. Antecedentes sobre la propagación vegetativa de especies del género <i>Dipteryx Schreb.</i>	33
III. Materiales y Métodos	35
1. Materiales	35
1.1. Ubicación del área experimental.....	35
1.2. Materiales y Equipos.....	35
2. Metodología	37
2.1. Antecedentes del material experimental.....	37
2.2. Procedimiento experimental para sustratos y Concentraciones de ácido indol-3-Butírico.....	38
2.2.1. Acondicionamiento del sistema de propagación	38
2.2.2. Acondicionamiento de las estaquillas	38
2.2.3. Preparación y aplicación del ácido 3-indol butírico en las estaquillas	39
2.2.4. Instalación de las estaquillas en el propagador.....	40
2.3. Diseño experimental y análisis estadísticos de las variables	41
2.3.1. Diseño experimental	41
2.3.2. Variables evaluadas	43

2.3.3.	Procesamiento y análisis estadístico	44
2.4.	Procedimiento experimental para la posición de estaquilla y área foliar	46
2.4.1.	Acondicionamiento del sistema de propagación	46
2.4.2.	Acondicionamiento de las estaquillas	46
2.4.3.	Instalación de las estaquillas en el propagador.....	47
2.5.	Diseño experimental y análisis estadístico de las variables	47
2.5.1.	Diseño experimental	47
2.5.2.	Variables evaluadas	49
2.5.3.	Procesamiento y análisis de datos.....	50
IV.	Resultados y Discusión	53
1.	Efecto de los sustratos y concentraciones de ácido Indol-3-Butírico.	53
1.1.	Condiciones microclimáticas del proceso.....	53
1.2.	capacidad de enraizamiento en estaquillas juveniles de <i>Dipteryx odorata</i>	54
1.3.	Efectos de las concentraciones del ácido indol-3-butírico	55
1.3.1.	Enraizamiento	57
1.3.2.	Número de raíces por estaquilla	60
1.3.3.	Longitud promedio de raíces	61
1.3.4.	Formación de callos	63
1.3.5.	Formación de brotes.....	65
1.4.	Efectos de los sustratos	67
1.4.1.	Sobrevivencia	67
1.4.2.	Formación de callos	69
1.5.	Efectos de interacción entre factores.....	70
2.	Efecto de la posición de la estaquilla y el área foliar.	74
2.1.	Condiciones microclimáticas del proceso.....	74
2.2.	Capacidad de enraizamiento en estaquillas juveniles de <i>Dipteryx odorata</i>	75
2.3.	Efectos de interacción entre la posición de estaquilla y área foliar	76
2.3.1.	Enraizamiento	77
2.3.2.	Número de raíces por estaquilla	81
2.3.3.	Sobrevivencia	83
2.3.4.	Defoliación.....	85
2.4.	Efectos de la posición de estaquilla	86
2.4.1.	Longitud promedio de raíces	87
2.4.2.	Formación de brotes.....	89
2.4.3.	Formación de callos	90
V.	Conclusiones.....	93
VI.	Recomendaciones	95
VII.	Referencias bibliográficas.....	97
VIII.	Anexos.....	107

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Clasificación de suelos propuesto por Kopecky según el tamaño de partículas de sus componentes.	17
Tabla 2: Medidas para la preparación de 100 ml solución fitohormonal de ácido indol-3-butírico (AIB).	40
Tabla 3: Descripción de tratamientos evaluados en la primera etapa experimental.	41
Tabla 4: Descripción de tratamientos evaluados en la segunda etapa experimental.	48
Tabla 5: Condiciones microclimáticas en el propagador de sub-irrigación y en el ambiente de propagación registradas durante 45 días, Puerto Inca (Huánuco, Perú).	53
Tabla 6: p-valor y significancia estadística obtenidos en el análisis de la varianza individual para el efecto de los sustratos y las concentraciones de ácido indol-3-butírico (AIB).	55
Tabla 7: Efectos de la concentración de ácido indol-3-butírico en la capacidad de enraizamiento y variables relacionados a la rizogénesis en estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i>	56
Tabla 8: Efectos los medios de enraizamiento en variables relacionados al enraizamiento de estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i>	67
Tabla 9: Condiciones microclimáticas en el propagador de sub-irrigación y en el ambiente de propagación registradas durante 30 días, Puerto Inca (Huánuco, Perú).	74
Tabla 10: P-valor y significancia estadística obtenidos en el análisis de la varianza individual para el efecto de la posición de estaquilla y el área foliar.	75
Tabla 11: Efectos de interacción de la posición de estaquilla y el área foliar en variables relacionados al enraizamiento de estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i>	77
Tabla 12: Efectos las posiciones de estaquilla en variables relacionados al enraizamiento de estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i>	87

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Estructuras químicas correspondientes a algunas auxinas de ocurrencia natural encontradas en diferentes especies vegetales y auxinas sintéticas. Fuente: Acosta <i>et al.</i> (2013).....	28
Figura 2: Croquis de distribución de tratamientos dentro del propagador de sub-irrigación usados en el primer ensayo.	42
Figura 3: Croquis de distribución de tratamientos dentro del propagador de sub-irrigación usados en el segundo ensayo.....	48
Figura 4: Efecto de las concentraciones de ácido indol-3-butírico (AIB) sobre el enraizamiento de estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i>	58
Figura 5: Efecto de las concentraciones de ácido indol-3-butírico (AIB) en el número de raíces por estaquilla.	60
Figura 6: Efecto de las concentraciones del ácido indol-3-butírico (AIB) en la longitud promedio de raíces.	62
Figura 7: Comparativo del número y longitud de raíces por estaquilla de <i>Dipteryx odorata</i> según tratamiento hormonal. Ambas estaquillas fueron instaladas en arena fina.	63
Figura 8: Efectos del ácido indol-3-butírico (AIB) en la formación de callos en la base de las estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i>	64
Figura 9: Efecto de la presencia de callos en la emisión de raíces. En la estaquilla enraizada (derecha) la raíz emerge opuesta al callo.....	65
Figura 10: Efectos del ácido indol-3-butírico (AIB) en la formación de brotes o yemas laterales en estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i> después de 45 días.	66
Figura 11: Estaquilla de <i>Dipteryx odorata</i> que evidencia la necrosis del tejido desde la base hasta la parte apical.	69
Figura 12: Comparativo entre sistemas radiculares de estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i> según el medio de enraizamiento, ambas fueron tratadas con la misma concentración de AIB.....	72
Figura 13: Efecto de interacción de la posición de la estaquilla y el área foliar sobre el enraizamiento de estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i>	78
Figura 14: Efecto de interacción de la posición de la estaquilla y el área foliar sobre el número de raíces por estaquilla en <i>Dipteryx odorata</i>	81
Figura 15: Efectos de la interacción de la posición de la estaquilla y el área foliar sobre el número promedio de raíces por estaquilla de <i>Dipteryx odorata</i>	82
Figura 16: Efecto de interacción de la posición de estaquilla y el área foliar sobre la sobrevivencia de estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i>	84

Figura 17:	Distribución de la longitud promedio de raíces en estaquillas de <i>Dipteryx odorata</i> después de 30 días.....	88
Figura 18:	Estaquilla apical de <i>Dipteryx odorata</i> enraizada, se observa la presencia de brotes aéreos sin afectar el sistema radicular.	90
Figura 19:	Formación de callos en especies del género <i>Dipteryx</i> durante su propagación vegetativa.	91

Índice de anexos

	Página
Anexo 1 Requerimientos para la construcción y habilitado del propagador de Sub-Irrigación.....	107
Anexo 2 Efecto de los sustratos y concentraciones del ácido Indol-3- Butírico. Análisis estadístico para el enraizamiento	109
Anexo 3 Análisis estadístico para el número de raíces por estaquilla	112
Anexo 4 Análisis estadístico para la longitud promedio de raíces	115
Anexo 5 Análisis estadístico para la sobrevivencia	118
Anexo 6 Análisis estadístico para la formación de callos.....	122
Anexo 7 Análisis estadístico para la formación de brotes	125
Anexo 8 Análisis estadístico para la defoliación	128
Anexo 9 Efecto de la posición de estaquilla y el área foliar Análisis estadístico para el enraizamiento	131
Anexo 10 Análisis estadístico para el número de raíces por estaquilla	135
Anexo 11 Análisis estadístico para Sobrevivencia	138
Anexo 12 Análisis estadístico para la defoliación	141
Anexo 13 Análisis estadístico para la longitud promedio de raíces	144
Anexo 14 Análisis estadístico para la formación de brotes	147
Anexo 15 Análisis estadístico para la formación de callos.....	150

*El contenido completo
esta bajo embargo
provisional, hasta la
recepción del ejemplar
impreso, Esto debido a
la restricción de
atención presencial por
el COVID-19*