



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SEDE SANTO DOMINGO

“DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE TRES FITORREGULADORES PARA ESTIMULAR EL ENRAIZAMIENTO EN ESQUEJES DE *Eucalyptus urograndis*”

Tutor: Ing. Patricio Lenin Jiménez Mgs.

Autores: Bermeo Vanegas Darwin Daniel
Castillo Troya Luis Ángel

INTRODUCCIÓN

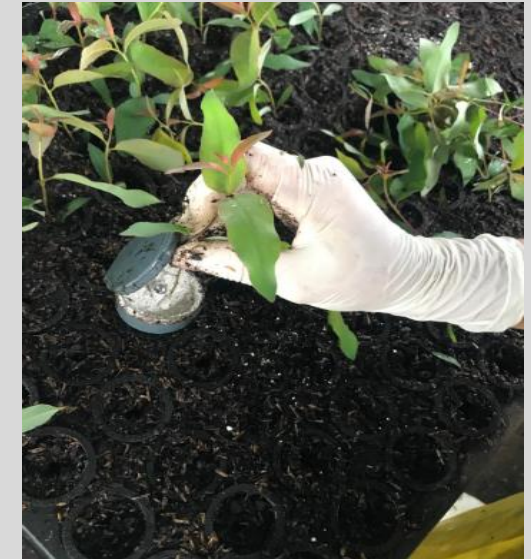
La reproducción asexual en el ámbito forestal es una de las técnicas más utilizadas a nivel nacional, debido al corto tiempo de producción, esta técnica no ha resultado efectiva al 100%



La falta de un protocolo estandarizado y eficiente para mejorar el enraizamiento de *Eucalyptus urograndis*, en las provincias mas húmedas a nivel nacional.

Cuando las raíces de una planta experimentan fricción, compresión o algún otro tipo de daño, pueden desarrollar tejido cicatricial en forma de callo para protegerse y reparar el área afectada (Lallana, 2003).

Se afirma que la reducción de la luz natural a un 40% y la irrigación dentro del propagador que mantenga una humedad relativa entre 90 y 100% esto constituye una condición ideal para el enraizamiento de estacas de eucalipto (Quintanilla, 2009).



OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el efecto de tres fitorreguladores para estimular el enraizamiento en esquejes de *Eucalyptus urograndis*

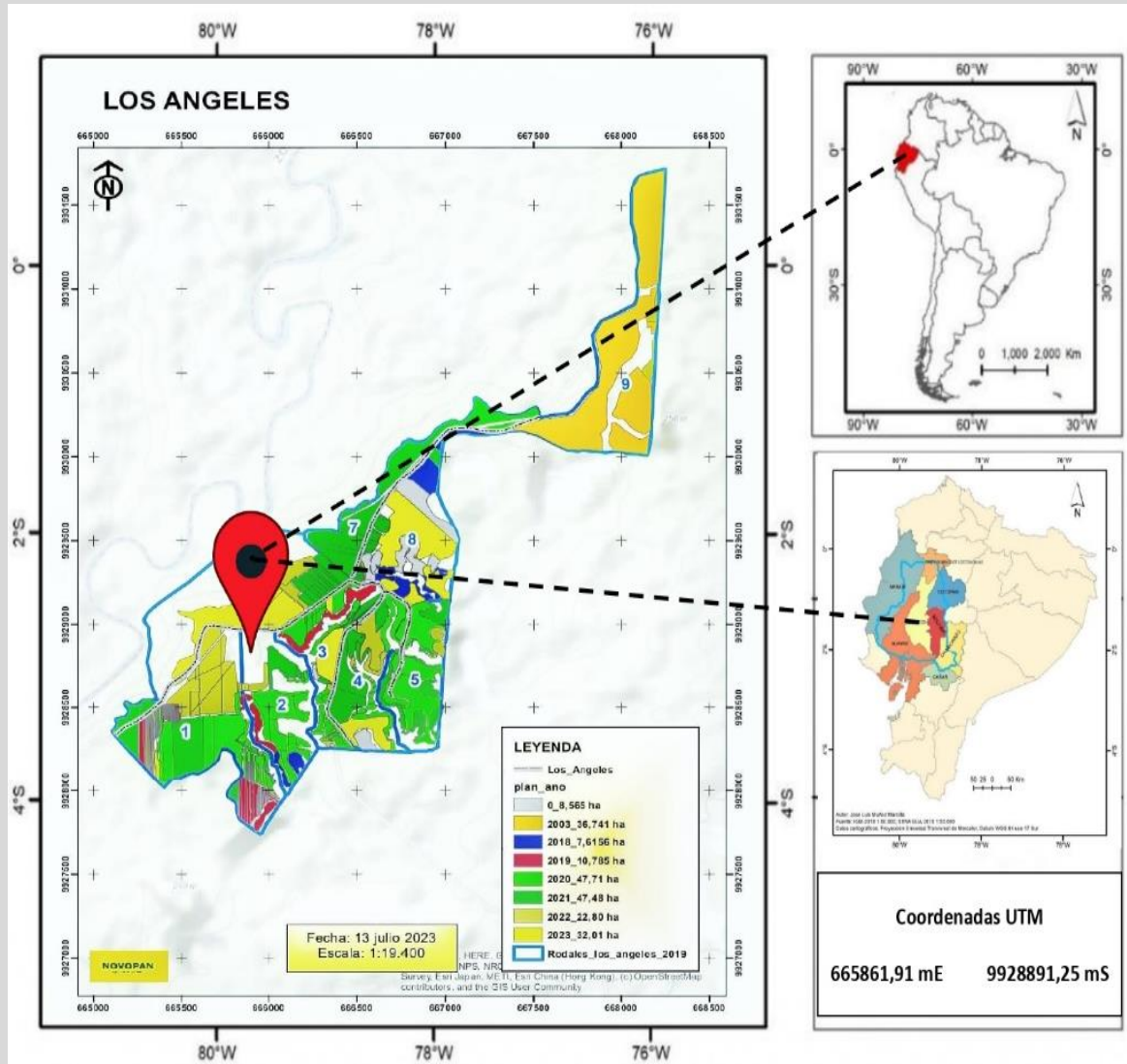
Objetivos Específicos

- Evaluar de manera sistemática la eficacia de las dosis y métodos de aplicación de fitorreguladores en esquejes, empleando las pautas recomendadas por las casas comerciales, con el fin de optimizar el proceso de enraizamiento en esquejes de *Eucalyptus urograndis*.
- Establecer condiciones de enraizamiento en ambientes de propagación vegetativa que proporcionen condiciones óptimas para asegurar un desarrollo óptimo de los esquejes de *Eucalyptus urograndis*
- Establecer la relación costo/beneficio de los enraizadores y su efectividad sobre el clon aplicado.

Hipótesis

- **Hipótesis 0.** Los enraizadores utilizados son estadísticamente similares, en la estimulación de raíces en esquejes de *eucalipto urograndis* del clon La157.
- **Hipótesis alternativa.** Al menos uno de los enraizadores utilizados es estadísticamente diferente, para la estimulación de raíces en los esquejes de *eucalipto urograndis* del clon LA157.

UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



Ubicación Política

País	Ecuador
Provincia	Los Ríos
Cantón	Buena Fe
Parroquia	Patricia Pilar
Lugar	Novopan Sa, hda Los Ángeles

Ubicación Ecológica

Zona de Vida	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Altitud	139 m.s.n.m.
Temperatura	26,7°C
Precipitación	2265 mm/año
Humedad relativa	86,6 %

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Bandejas
- Tubetes
- Gaveta
- Varetas (Clones /esquejes)
- Paletas de Ensayo
- Etiquetas



Equipos

- Bomba de 4 L
- Balanza gramera
- Cinta métrica
- Calibrador o pie de rey
- Cartulina
- Probeta

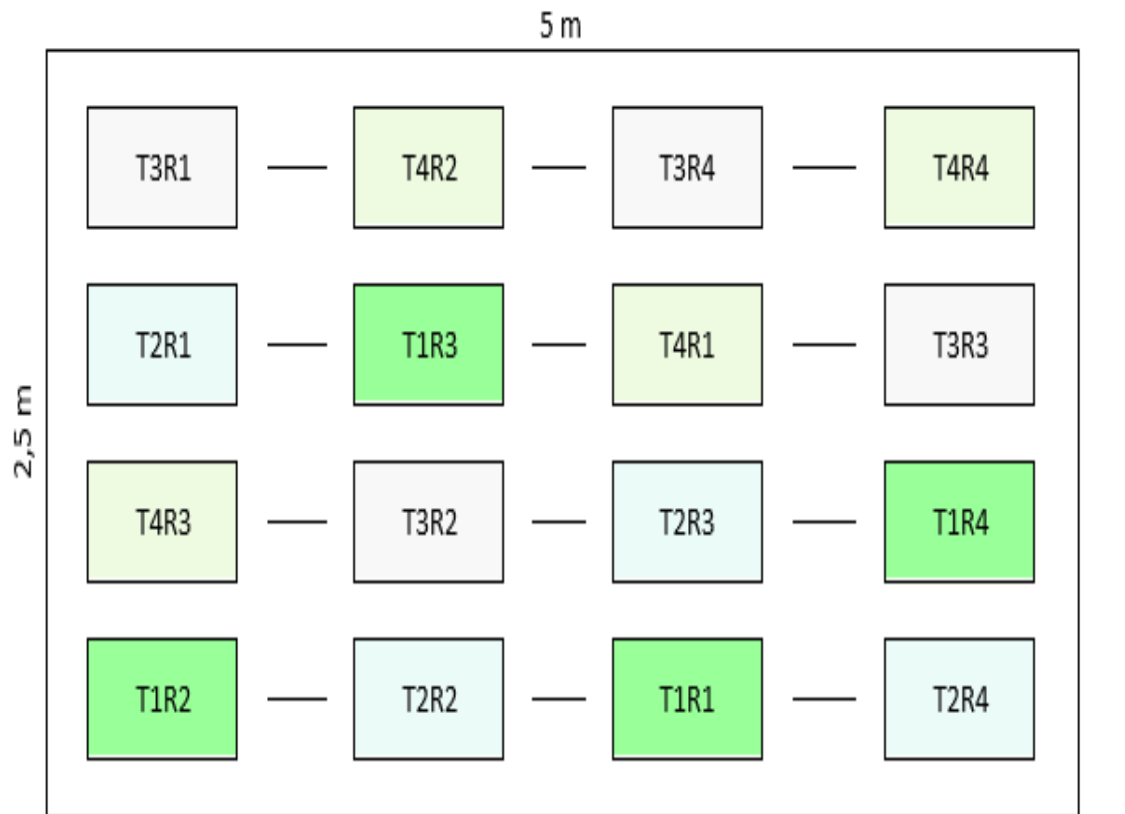


Insumos

- Sustratos
- AIB (Hormona Enraizaste)
- Turbo Root
- Phyllum Max R
- Vitalex



DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS



TRATAMIENTOS EVALUADOS

Tratamientos	Producto	Dosis	Aplicación	Frecuencia
T1	AIB	3%	.	-
T2	Turbo Root	5ml/L	3	15 días
T3	Phyllum Max R	5ml/L	3	15 días
T4	Vitalex	5ml/L	3	15 días

Diseño experimental

- Se utilizó un DCA; teniendo 3 tratamientos + un testigo con 4 repeticiones cada uno.

Tipo de diseño

- Se utilizó un diseño unifactorial enfocado únicamente en la evaluación de fitorreguladores como único factor. Se contaron con 16 unidades experimentales, cada una compuesta por 70 plantas, sumando un total de 1120 plantas en el estudio.

PROBLEMAS FITOSANITARIOS PRESENTADO

Mortalidad



Callo Radicular



APLICACIÓN DEL PRODUCTO

Tratamientos	Producto	Dosis
T1	AIB	3%
T2	Turbo Root	5ml/L
T3	Phyllum Max R	5ml/L
T4	Vitalex	5ml/L



5 ml/L vía drench



5 ml/L Inmersión/drench



5 ml/L vía drench

Producto	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Turbo Root	2.65%	2.82%	4.66%
Phyllum Max R	0.23%	13%	3.60%
Vitalex	8%	8%	8%

Producto	Hierro (Fe)	Zinc (Zc)	Manganes o (Mn)	Boro (B)	Magnes io (Mg)	Cobre (Cu)	Molibde no (Mo)
Turbo Root	0.0171%	0.05%	0.10%	-	-	-	0.05%
Phyllum Max R	0.010%	0.004%	-	0.004%	0.07%	-	-
Vitalex	0,055%	0,045%	0,016%	0,015%	0,054%	0,06%	0,012%

Producto	Ácidos húmicos	Ácidos fúlvicos	Aminoácid os libres	Materia orgánica	Proteína s	Azúcares
Turbo Root	5.76%	1.44%	3.54%	-	-	-
Phyllum Max R	-	-	-	-	-	-
Vitalex	-	-	-	4,5%	1,5%	0,12%

MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

Varetas Clones /esquejes en camas clonal La-157



Aplicación de Enraizadores



AIB 3%

Recolección de varetas



Preparación de bandejas



Phyllum Max R inmersión



Turbo Root y Vitalex via drench

MODO DE APLICACIÓN

Días:

5-Dic-2023

12-Dic-2023

19-Dic-2023

Frecuencia :

7 días

Modo de aplicación:

Drench.



VARIABLES A EVALUAR

Longitud Radicular



Peso Radicular



**Diámetro a la
Altura del Cuello**



Altura de la Planta



**Porcentaje de
Mortalidad**



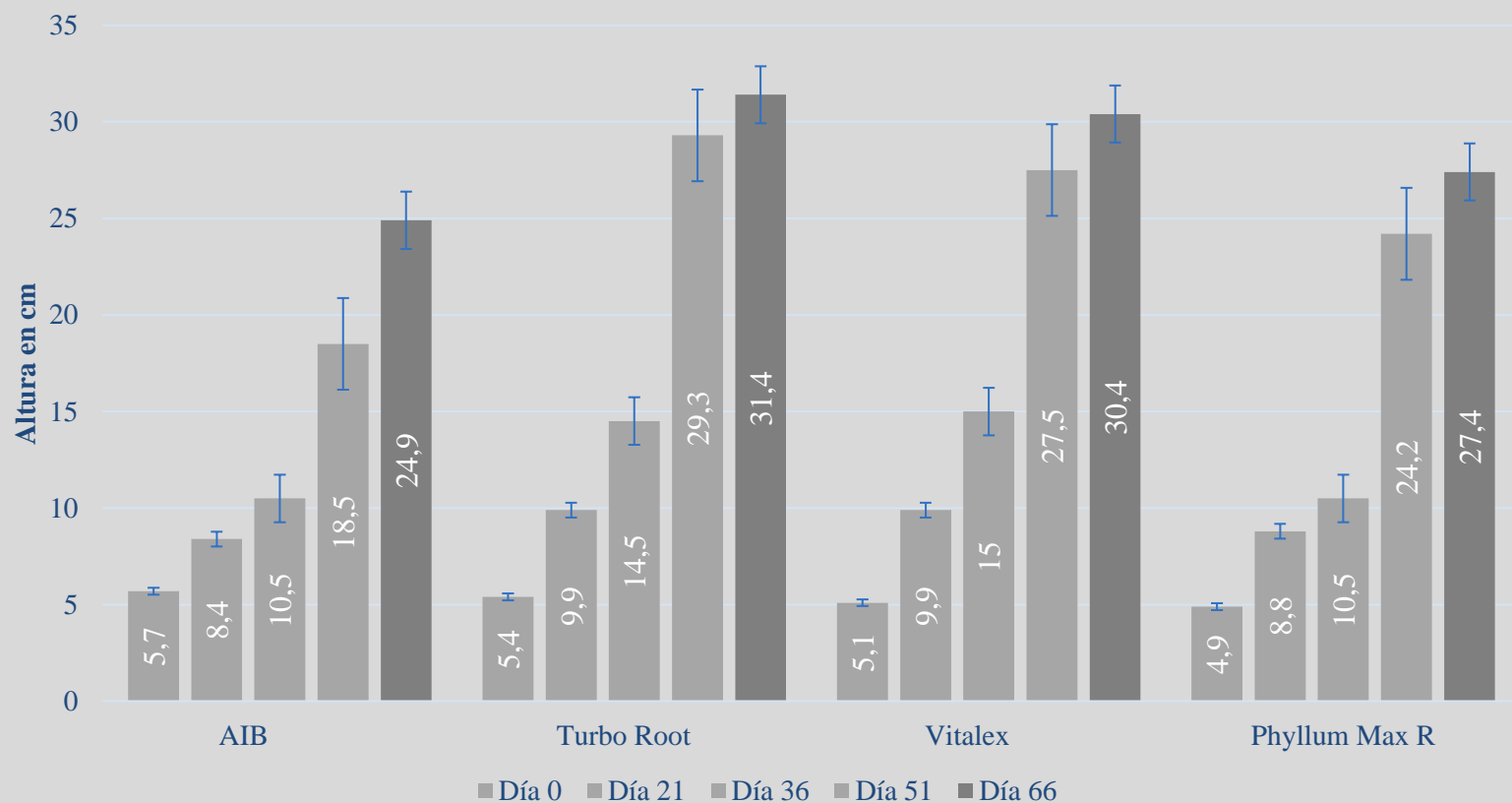


RESULTADOS

Altura de la planta

Se presenta la prueba de significancia de la altura de la planta, verificó que existe diferencia estadística, destacándose el T2 (31,4 cm) y el T4 (30,4 cm), a diferencia del T1 (24,9 cm).

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	213,93	3	71,31	6,32	0,001
Testigo vs Resto	210	1	210	18,6	0,6868
T3 vs T2, T4	1,93	1	1,93	0,17	0,6813
T2 vs T4	2	1	2	0,18	0,0081
Error	135,47	12	11,29		
Total	349,4	18		CV	12,61



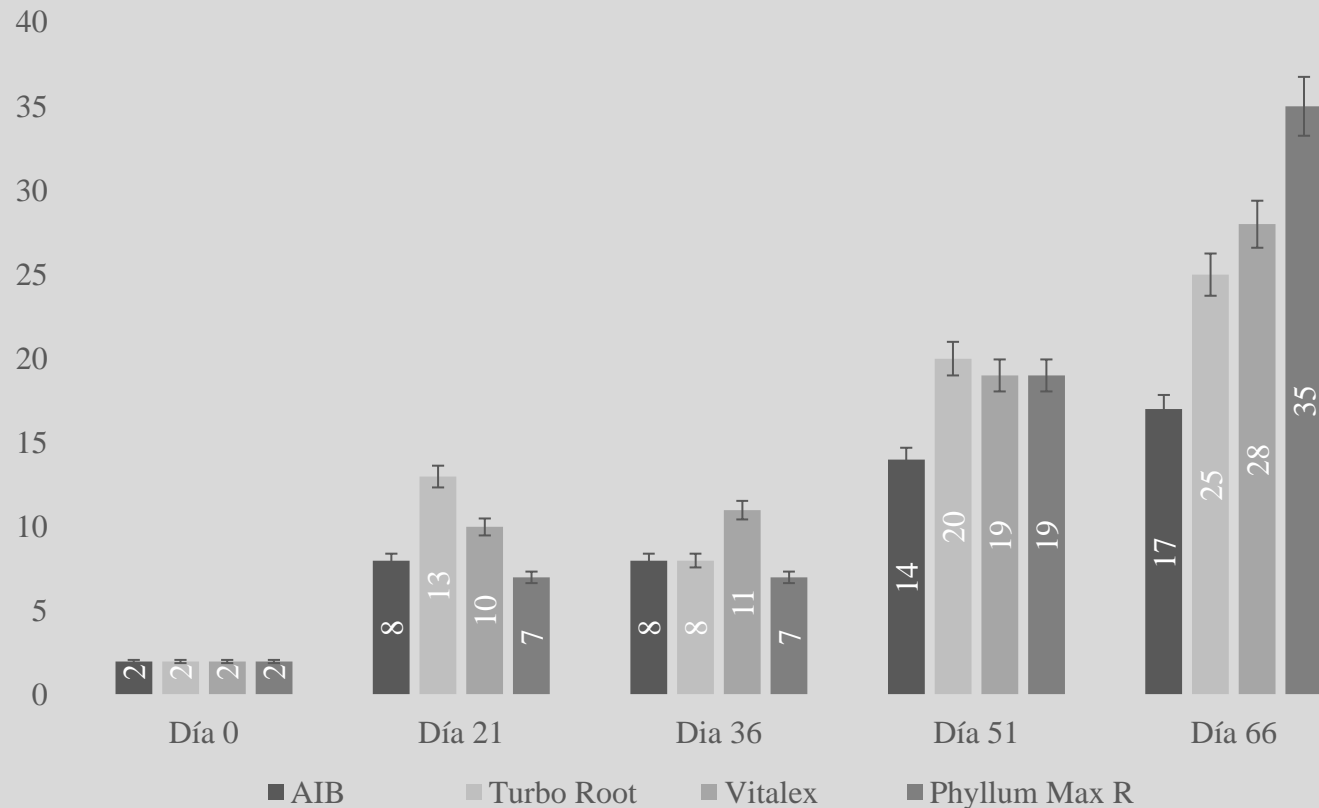
Autor: (Lallana, 2003)

Es importante tener en cuenta que esquejes tomados de plantas muy maduras pueden tener una lignificación excesiva, lo que puede dificultar el enraizamiento, es importante equilibrar esto con la posibilidad de que las plantas muy vigorosas produzcan esquejes con un crecimiento excesivo que pueda dificultar el enraizamiento

Número de hojas

El Análisis de varianza nos muestra que el número de hojas es estadísticamente similar en todos los tratamientos, a pesar de que visualmente se observa que el testigo tiene una evolución lenta en el incremento de número de hojas, llegando al día 66 con un promedio de 17 hojas.

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	285	3	95	1,6	0,3311
Testigo vs Resto	280,33	1	4,17	3,73	0,0776
T3 vs T2, T4	4,17	1	4,17	0,06	0,8179
T2 vs T4	0,5	1	0,5	0,01	0,9364
Error	903	12	75,25		
Total	1188	15		CV	12,76



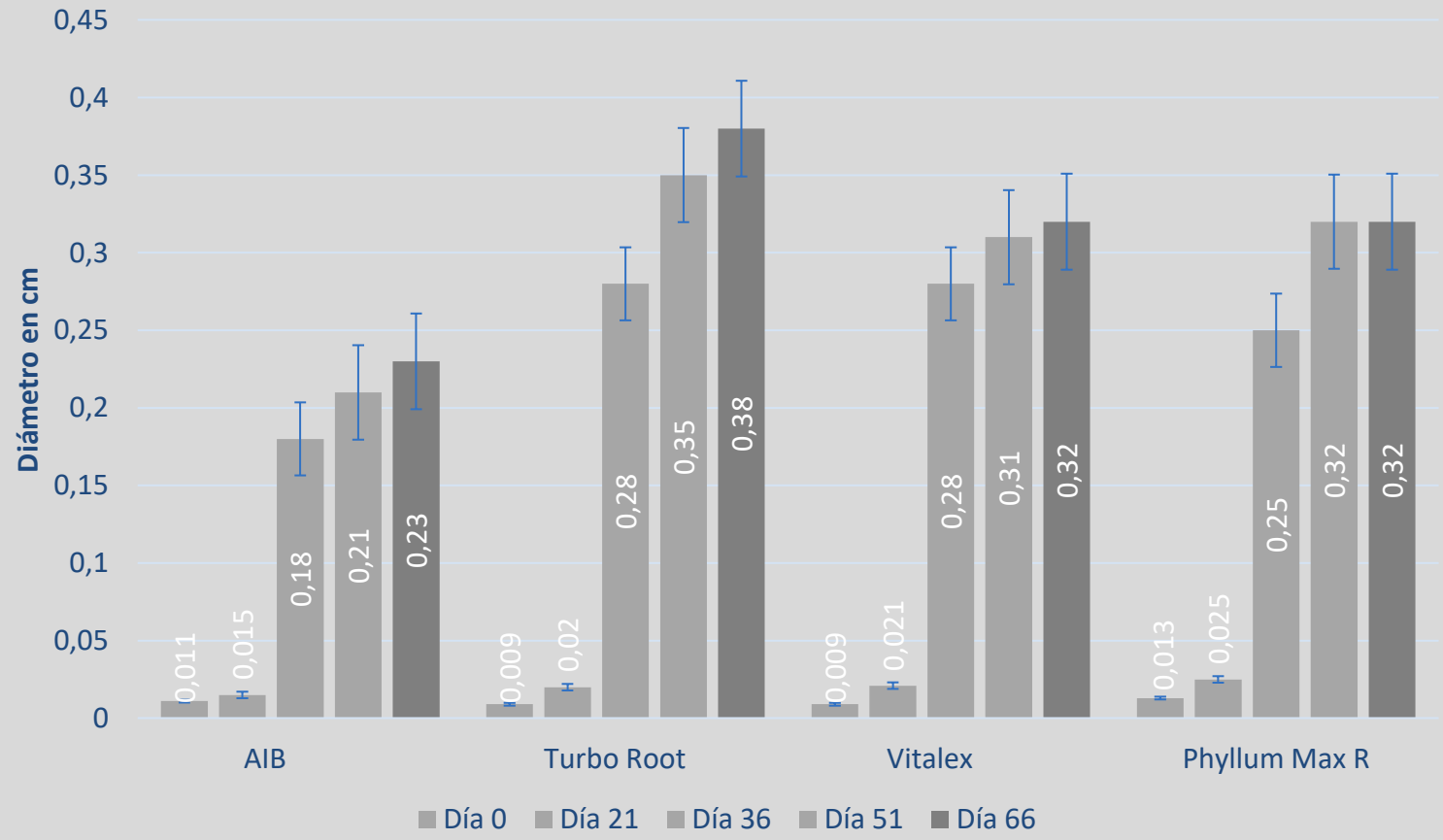
Autor: (Lopez, 2005)

Los esquejes aprovechan las reservas de carbohidratos para desarrollar nuevas raíces, un mayor número de hojas puede aumentar la función fotosintética del esqueje, que en paralelo que va a consumir más energía y puede afectar directamente al desarrollo radicular, ya que, las hojas también siguen implicadas en el proceso de transpiración, enraizamiento, los esquejes necesitan mantener el agua para evitar la desecación lo cual retrasa el desarrollo radicular

Diámetro del tallo

Realizando el análisis de varianza, se llega a la conclusión de que si existe diferencia estadística entre los tratamientos, se puede observar en el contraste comparando al testigos vs el resto de tratamientos existe una diferencia bastante notoria en el diámetro del tallo desde el día 21 al día 66.

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	0,02	3	0,01	21,78	0,0001
Testigo vs Resto	0,02	1	0,02	64,8	0,0001
T3 vs T2, T4	0,01	1	0	0,06	0,9999
T2 vs T4	0,0002	1	0,0002	0,53	0,4792
Error	0,0045	12	0,00038		
Total	0,03	18		CV	7,31



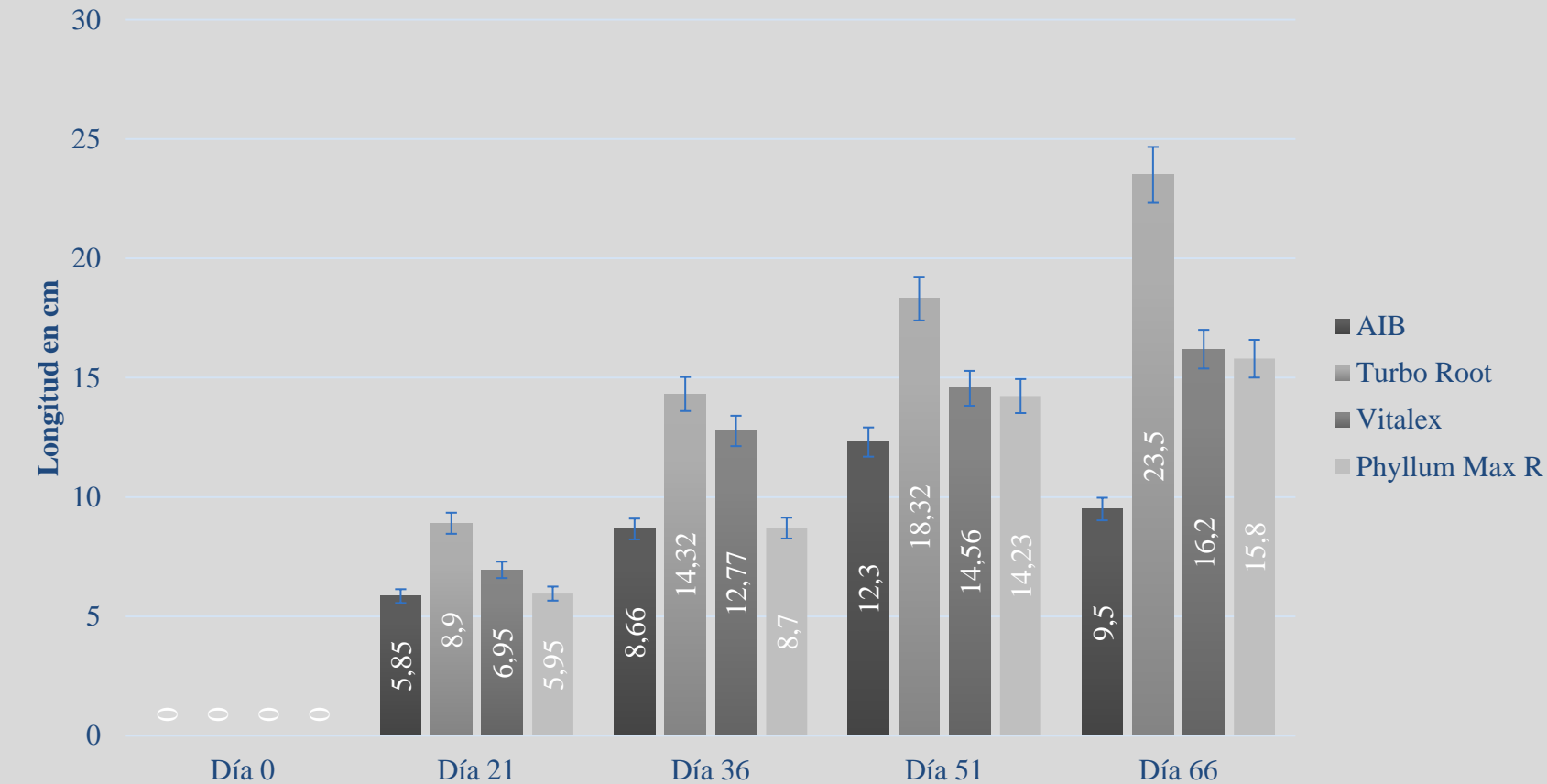
Autor: (Orozco, Ayala, & Aramendiz, 2012)

Los esquejes más gruesos generalmente tienen una mayor cantidad de tejido vascular, lo que puede significar una mayor reserva de carbohidratos. Estas reservas pueden ser importantes para el desarrollo de nuevas raíces, ya que proporcionan la energía necesaria para el crecimiento inicial antes de que las raíces puedan establecer una fuente independiente de nutrientes, un esqueje más grueso puede tener una mayor área de superficie, lo que potencialmente significa más sitios disponibles para el enraizamiento.

Longitud radicular

Se puede analizar que el enraizante Turbo Root obtuvo las mayores longitudes radiculares empezando desde el día 21 hasta el día 66 que fue el trasplante a la fase de campo, realizando el análisis estadístico (Prueba de Tukey), con una fiabilidad del 95%, se corrobora que existe diferencia estadística significativa, se llega a la conclusión de que el T2 y T4 se destacan ante el resto.

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	32,61	3	10,87	5,98	0,0098
Testigo vs Resto	30,56	1	30,56	16,82	0,0015
T3 vs T2, T4	1,93	1	1,93	1,06	0,3235
T2 vs T4	0,13	1	0,13	0,07	0,7976
Error	21,81	12	1,82		
Total	54,42	18		CV	12,32



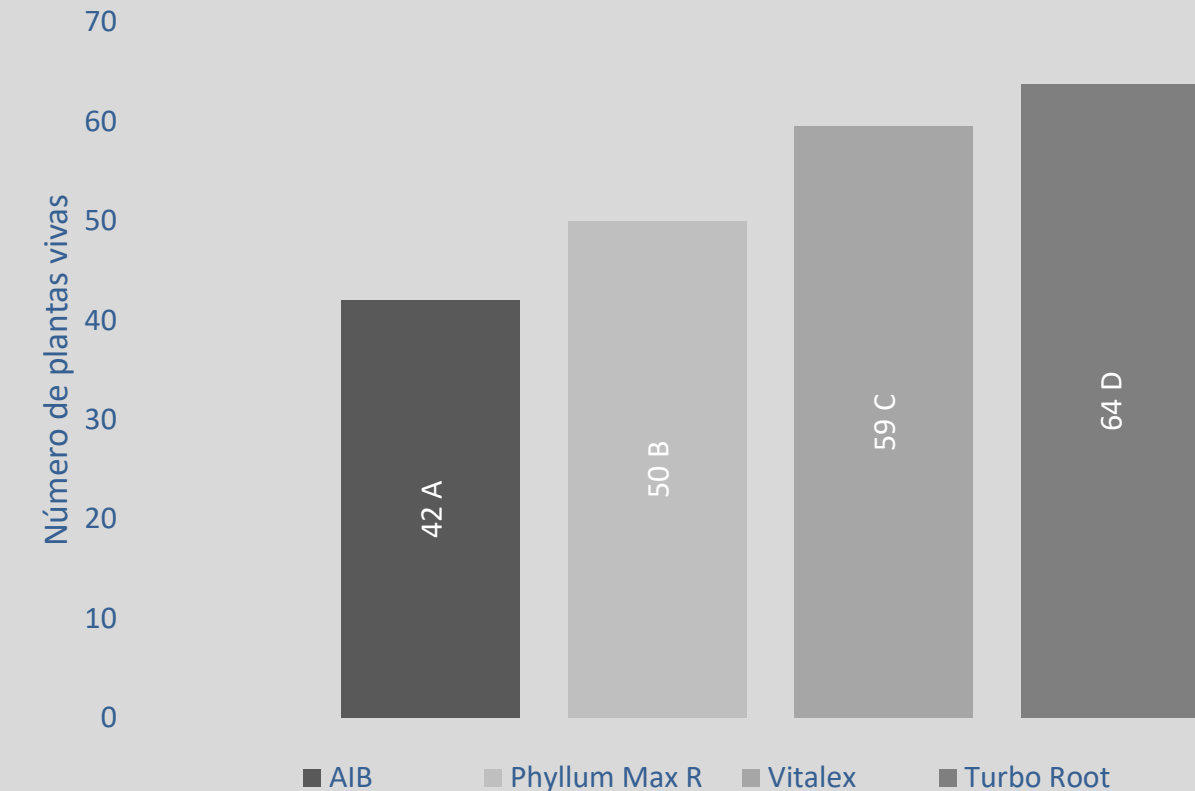
Autor: (Gutierrez & Chung, 2007)

Cada especie y variedad tiene una capacidad de enraizamiento diferente, al ser la misma variedad puede influir factores como, genética, condiciones ambientales, como la temperatura, humedad, la luz, calidad del suelo, las condiciones en el ensayo fueron lo mas homogéneas posibles, para corroborar que los fitorreguladores influyeron directamente en el desarrollo radicular.

Número de plantas vivas

Se presenta la prueba de significancia para el número de plantas vivas desde el día cero el cual inició con 70 plantas por bandeja, del cual se sacó un promedio de las 4 repeticiones realizadas hasta el día 66, se concluye que existe diferencia estadística significativa en todos los Tratamientos, destacando que el T2 obtuvo la menor mortalidad con un promedio de (6 plantas muertas y 64 vivas)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	1140,69	3	380,23	99,73	0,0001
Testigo vs Resto	744,19	1	744,19	195,2	0,0001
T3 vs T2, T4	360,38	1	360,38	94,52	0,0001
T2 vs T4	36,13	1	36,13	9,48	0,0096
Error	1140,69	12	3,81		
Total	1186,44	18		CV	3,63



Autor: (Hernandez, 2020)

Es importante seleccionar esquejes de plantas maduras y saludables para maximizar las posibilidades de supervivencia, las plantas más vigorosas suelen producir esquejes con mayor capacidad para enraizar y sobrevivir, lo cual concuerda con el ensayo realizado, un factor fundamental al momento de la siembra de esquejes es el tipo de fitorregulador que se va aplicar, en este caso las plantas madres y esquejes recolectados fueron similares, mismo numero de hojas y diámetro homogéneo, de esta forma se le puede atribuir el número de plantas que llegaron a la fase de trasplante al fitorregulador aplicado en cada tratamiento.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Considerando el Tratamiento testigo el cual alcanza un costo de \$ 8,49. Realizando una relación costo beneficio se considera no rentable, ya que la mortalidad alcanzada hasta el trasplante a campo supera el 50 %, por ende el gasto en mano de obra es demasiado, alcanzando una producción de 0,115 centavos por bandeja.

El tratamiento donde se utilizó Turbo Root demostró el menor costo de producción, alcanzando únicamente 0.058 centavos por cada 140 plantas, al igual que una producción muy destacada ante los demás tratamientos ya que va seguido del producyo Vitalex, con un costo de 0.07 centavos, y el Phyllum Max R, que presenta el costo más elevado, alcanzando los 0.08 centavos por bandeja.

Producto	Precio/unidad	Precio/bandeja	Cantidad/día	N° Plantas	Total
Turbo Root	\$ 11.60	\$ 0.058	1 Litro	28,000	\$ 11.60
Phyllum Max R	\$ 16.00	\$ 0.08	1Litro	28,000	\$ 16.00
Vitalex	\$ 14.00	\$ 0.07	1 Litro	28,000	\$ 14.00

CONCLUSIONES

- Se verificó que el mejor producto para la fase de enraizamiento de esquejes de eucalipto de la variedad Urograndis del clon La 157, fue Turbo Root asegurando un éxito total, incluyendo condiciones subóptimas y desventajas que puedan impedir la propagación, el ácido húmico es un factor fundamental ayudó a estimular el desarrollo de las raíces en esquejes, de igual forma puede aumentar la tasa de enraizamiento y mejorar la calidad de las plantas las cuales van directamente a trasplante.
- La altura y edad de la planta madre causa efectos negativo al momento del enraizamiento inicial, ya que pueden producir esquejes demasiado lignificados para la propagación, los cuales fueron recolectados debido al clon con el que se trabajó, la calidad del material vegetal, como la existencia de nudos y la ausencia de patologías o enfermedades, así como las correctas prácticas operativas durante todo el proceso de enraizamiento optimizaron las condiciones y aseguraron el desarrollo radicular inicial a pesar de que las varetas no tenían las condiciones adecuadas.
- Se comprobó que el uso de porcentajes inadecuados de ácido indolbutírico puede tener efectos negativos en el proceso de enraizamiento de los esquejes, si la concentración de ácido indolbutírico es demasiado alta, puede causar toxicidad en las células del esqueje, lo que resulta en daño o muerte celular, en última instancia, dificulta o impide el desarrollo de raíces. Por otro lado, si la concentración es demasiado baja, es posible que no se estimule el enraizamiento de manera efectiva ya que el porcentaje que se utiliza es del 3% por ende la concentración para este clon en específico es demasiado baja.

RECOMENDACIONES

- Se puede combinar el uso de enraizadores con sustratos adecuados, con el fin maximizar las posibilidades de éxito en el enraizamiento de esquejes, estos proporcionan un ambiente favorable para el desarrollo de las raíces al brindar soporte estructural, retener suficiente humedad y permitir una aireación adecuada.
- La calidad del agua es un factor importante a la hora de enraizar esquejes, porque el agua utilizada puede afectar directamente la salud y el desarrollo de la planta, los factores principales que se puede controlar son, el pH del agua ya que es un factor es importante porque puede afectar la disponibilidad de nutrientes, también el agua utilizada debe estar libre de contaminantes que puedan dañar las plantas, esto incluye metales pesados, y contaminantes biológicos, como patógenos y bacterias que pueden causar enfermedades en las plantas, controlar también los niveles altos de sal en el agua pueden ser perjudiciales, porque pueden causar estrés hídrico y afectar la absorción de agua y nutrientes.

An aerial photograph of a nursery or greenhouse facility. The image shows numerous long, parallel rows of seedlings in trays, arranged in a grid pattern. The seedlings are small and green. In the center of the image, two umbrellas are open: one is white with a pink stripe, and the other is plain white. The ground between the rows is dark and appears to be soil or mulch. The overall scene is organized and systematic.

GRACIAS