



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



TEMA:

# “Evaluación de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento inicial del *Eucalyptus urograndis*, en el clon LA-157 a nivel de vivero”

## PROYECTO DE INTEGRACION CURRICULAR

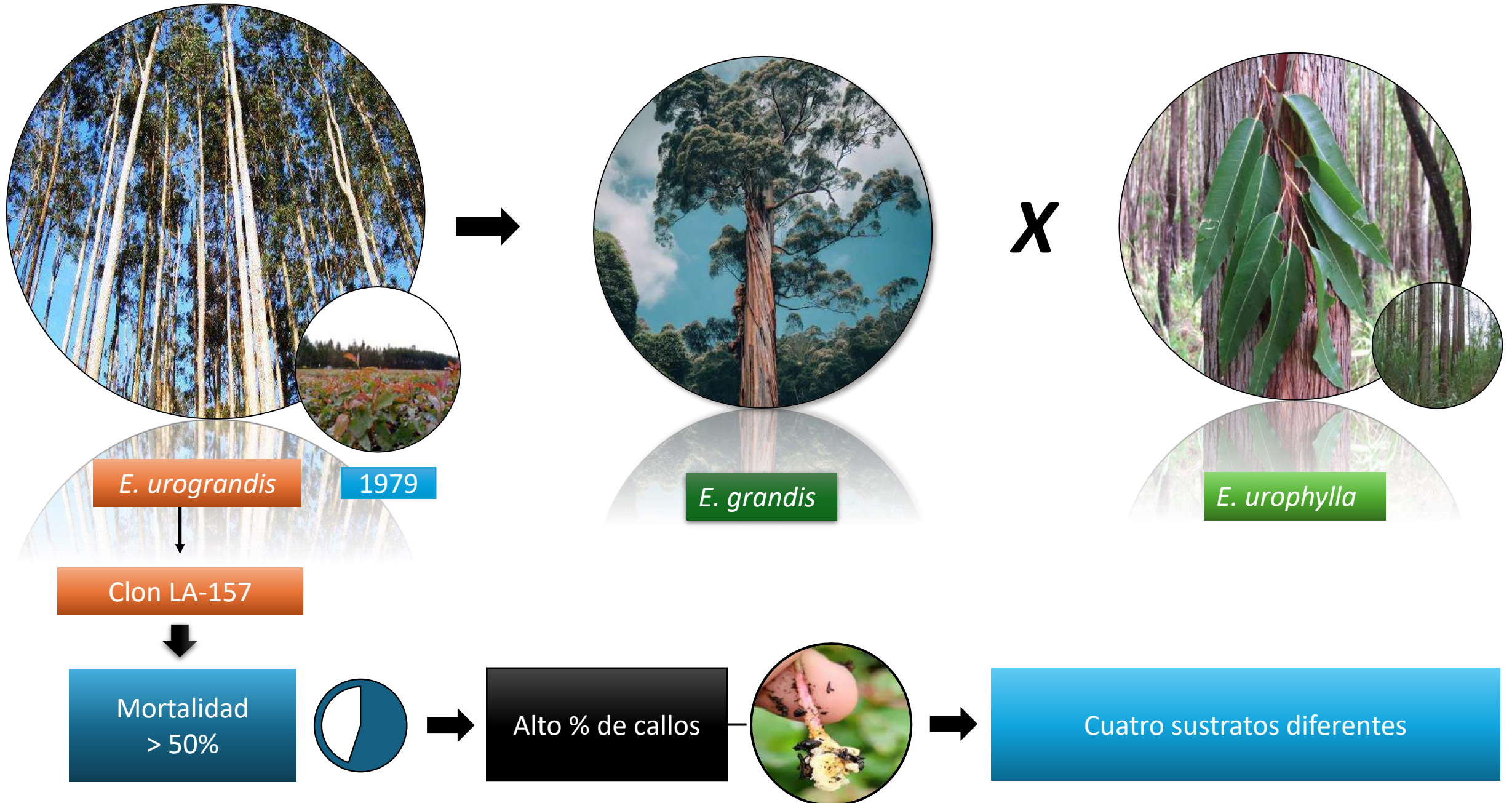
Integrantes: Lino Alexander

Digna Zhangallimbay

Director del proyecto de integración curricular : Ing.For Patricio Jiménez P. MSc



# INTRODUCCIÓN



## OBJETIVO GENERAL

Evaluar cuatro sustratos en el crecimiento inicial del (*Eucalyptus urograndis*) en el clon-LA157



## OBJETIVOS ESPECIFICOS



Realizar un análisis de las propiedades físicas y químicas de los sustratos



Determinar el crecimiento en los diferentes sustratos, midiendo la longitud y peso radicular, altura y diámetro de las plantas



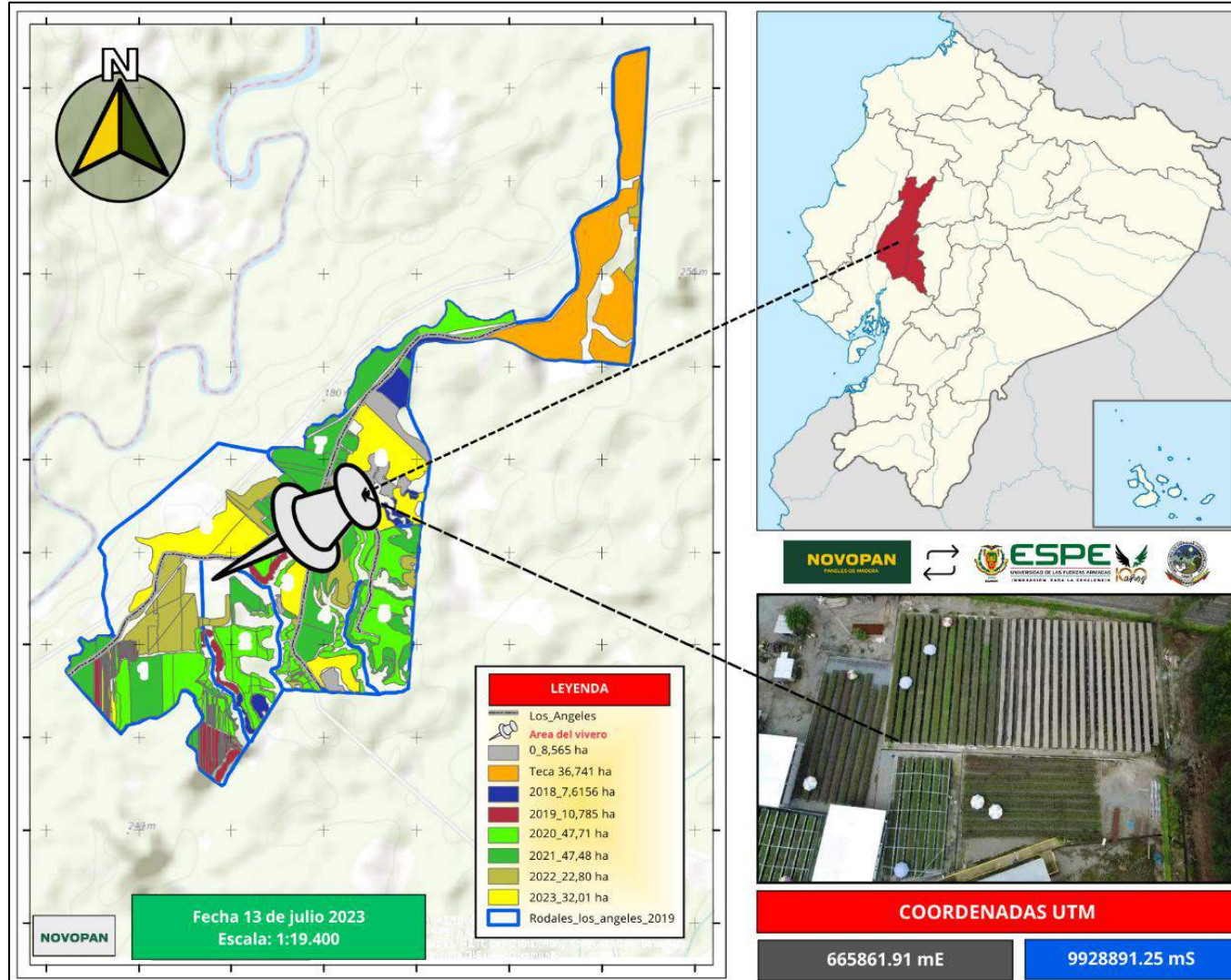
Determinar el porcentaje de supervivencia y mortalidad



Establecer los costos de producción de las plantas en cada sustrato

## Ubicación

Empresa	Sector	Provincia
NOVOPAN S.A.	Los Ángeles	Los Ríos



## Parámetros ecológicos

Parámetros ecológicos	Valor
Zona de vida de Holdringe	bh-T
Temperatura promedio	26,7 °C
Humedad relativa	86,6%
Altitud	139 msnm
Topografía	irregular
Precipitación media anual	2265 mm

## Materia prima

Materia prima	Cantidad/ kg
Cascarilla de arroz	6,20 Kg
Cascarilla de arroz tostada	10,85 kg
Corteza de pino	25,46 kg
Compost	11,31 kg
Fibra de coco	4,30 kg
Aserrín de balsa	4,37 kg

## TRATAMIENTOS

### Control (NOVOPAN)

75 % corteza de pino + 25% cascarilla de arroz

T2

75 % corteza de pino + 25% cascarilla de arroz tostada

T3

50% compost+ 25% aserrín de balsa + 25% cascarilla de arroz tostada

T4

50% compost + 25% fibra de coco + 25% cascarilla de arroz tostada

## Diseño Experimental

DCA

Modelo unifactorial

Con cuatro repeticiones x  
tratamiento

Análisis de varianza

F. V.	Grados de libertad	
Tratamientos	t-1	3
Error Ex.	t (r-1)	12
Total	t*r-1	15

Prueba de Tukey 5%

# 1. Desinfección de los materiales



80 °C

15 min

# 2. Preparación de los sustratos



T1 3:1

T2 3:1

T3 2:1:1

T4 2:1:1

MAP 15 g x gaveta

# 3. Llenado y propagación del clon LA157



# VARIABLES



Peso radicular



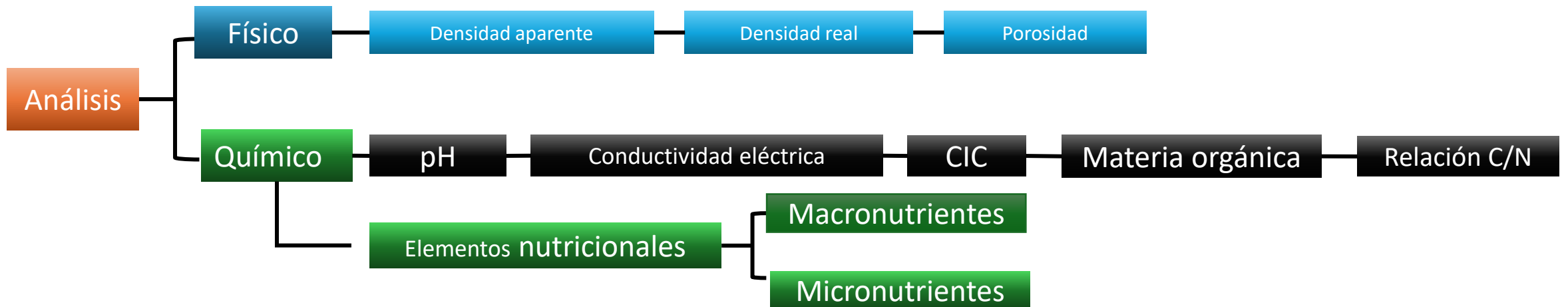
Longitud radicular



Altura



Diámetro



## Día 81 - Índice de calidad de Dickson



Medición de la altura



Medición Diámetro mm



Secado de las plantas en estufa, 80 °C



Peso seco de la parte aérea

**Ecuación** (Dickson, Leaf, & Hosner)

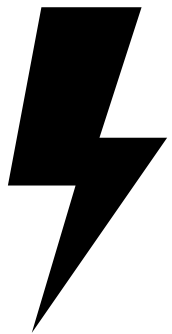
$$IC = \frac{\text{peso s. total (g)}}{\frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}} + \frac{\text{peso s. parte aérea (g)}}{\text{peso s. de la raíz (g)}}}$$



# RESULTADOS

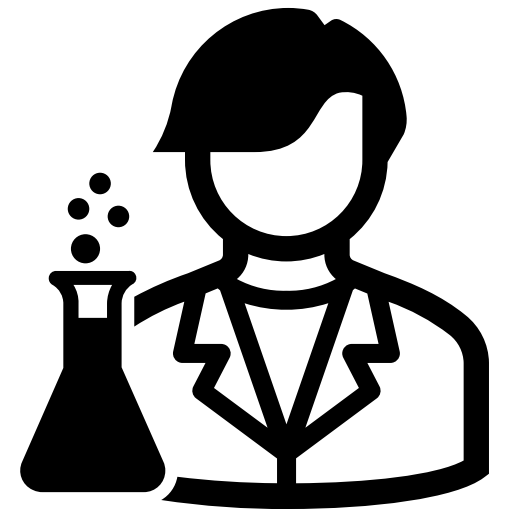


PROPIEDADES



FISICAS Y

QUIMICAS



# Prueba de porosidad



Por 2 horas



Método de (Landis & Bernalt, 1991)

50 CC

50 mL

Sustratos

Saturación

Tratamientos	Volumen total de poros	Volumen de poros de aireación	mL retenidos en sustrato
75%corteza de pino+25% cascarilla de arroz	29	18	11
75%Corteza de pino + 25%cascarilla de arroz tostada	30	11	19
50%Compost + 25%Aserrin de balsa+ 25%Cascarilla tostada	40	23	17
50%Compost+ 25%Fibra de coco+ 25%cascarilla de arroz tostada	40	25	15

$$\text{Porosidad total \%} = \frac{\text{volumen total de poros}}{\text{Volumen del contenedor}} \times 100$$

$$\text{Porosidad de aireacion \%} = \frac{\text{Volumen de poros de aireacion}}{\text{Volumen del contenedor}} \times 100$$

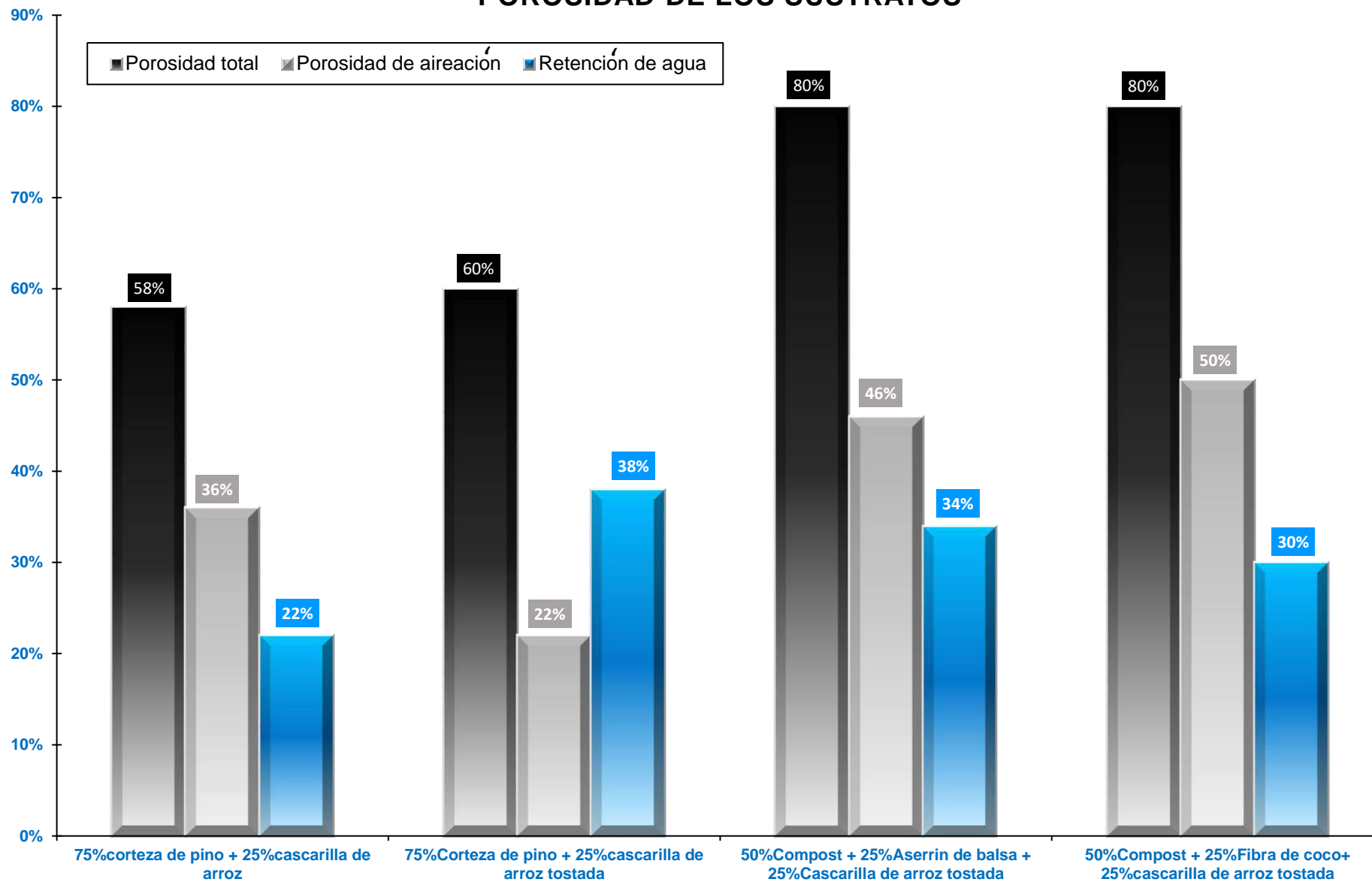
$$\text{Porosidad de retención de agua} = \text{Porosidad total} - \text{Porosidad de aireación}$$

# Resultados

Propiedades físicas →

De acuerdo con un artículo de publicado por (Escobar & Buamscha, 2015) Los valores adecuados de porosidad para la producción de (*Eucaliptus globulus*) son los siguientes:

## POROSIDAD DE LOS SUSTRATOS



Porosidad	Semillas	Estacas
Porosidad total	52-58%	63-75%
Porosidad de aireación	27-30%	23-35%
Porosidad de retención	25-28%	38-40%



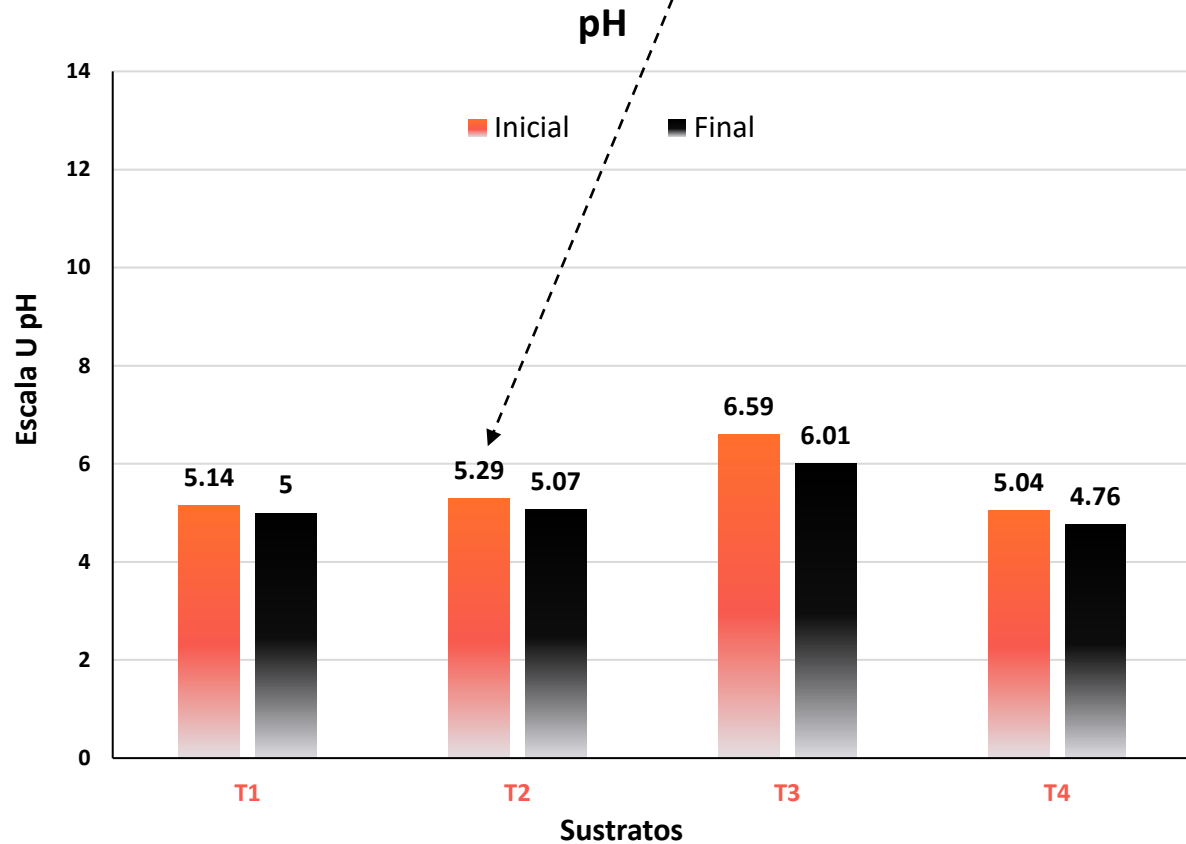
Felipe Calderón Sáenz  
y Francisco Cevallos  
Dic 1 de 2021

Fig 1. Volúmenes relativos de material sólido, líquido y gaseoso en un buen sustrato.

Un estudio realizado en la caracterización física y química de sustratos a base de cortezas y aserrín por (Garibay, Aldrete, Lopez Upton, & Ordaz Chaparro, 2020), obtuvieron porosidades totales de 77%, siendo 62% PA y 15% PRA

# Potencial hidrógeno

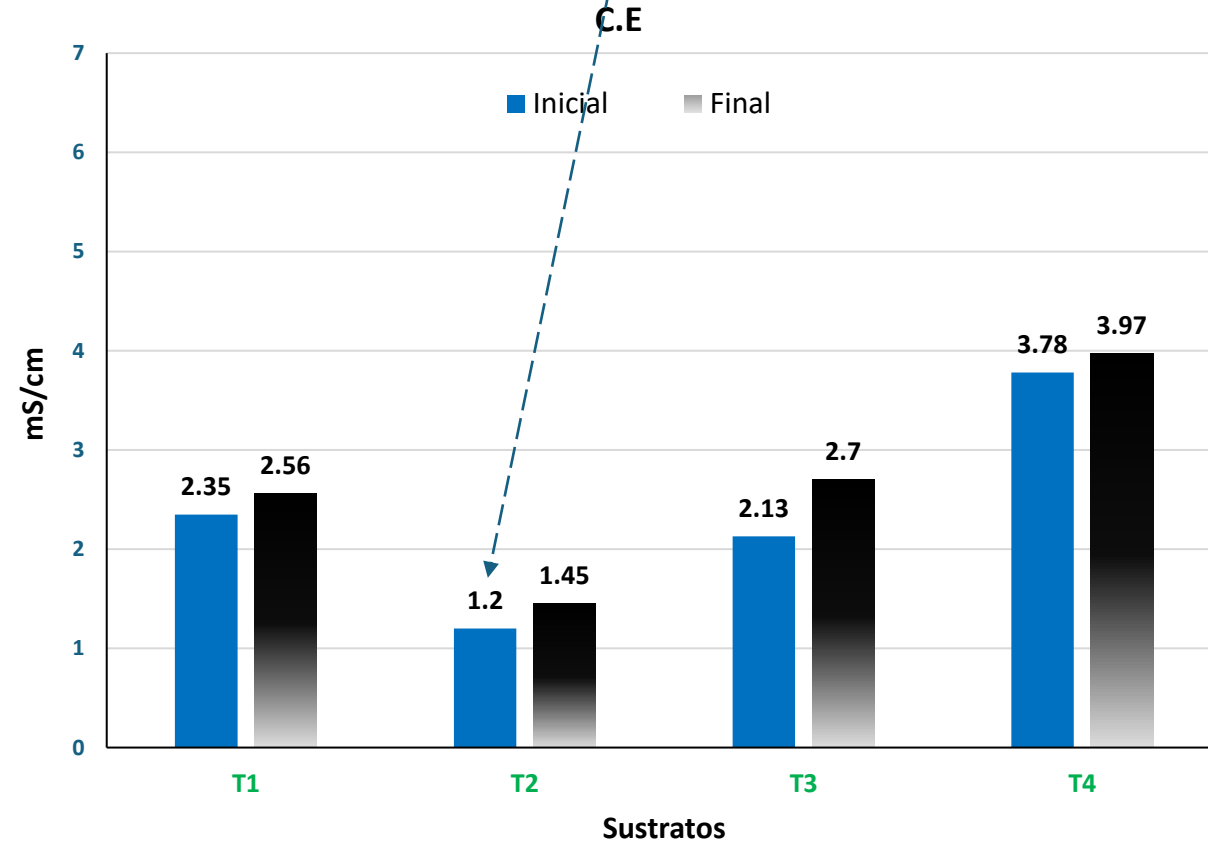
(Chen,2023) menciona que el pH ideal de un sustrato para producir estacas se encuentra en el rango de 5,2 a 6,2; siendo 5,8 el optimo



(Garibay, Aldrete & López , 2020), , realizan un ensayo midiendo el pH inicial y final de los sustratos , obteniendo a los ocho meses un aumento en el pH

# Conductividad eléctrica

(Aldrete, 2012); menciona que de 0,8 a 2 ms/cm es el rango ideal de C.E en sustratos orgánicos



(Garibay, Aldrete & López , 2020), en su estudio también encontraron aumentos en la conductividad eléctrica al final del ensayo pasando de 1,7 a 2,4 ms/cm

# Análisis químico

Propiedades químicas	Unidades	T1	T2	T3	T4
CIC	meq/100g	44,9	54,45	111,45	70,49
M.O	%	17,6	16,42	21,65	19,79
%CO	%	10,21	9,52	12,56	11,48
R C/N	:	16	13	10	14
Macronutrientes					
Nutrientes	Unidades	T1	T2	T3	T4
Nitrogeno	%	0,64	0,72	1,28	0,8
Fosforo	%P2O5	0,62	0,46	2,04	1,1
Potasio	%K2O	0,2	0,23	1,48	0,65
Calcio	%CaO	0,66	0,86	1,23	0,92
Magnesio	%MgO	0,25	0,29	0,61	0,37
Azufre	mg/kg	105,13	109,7	5238,37	1549
Micronutrientes					
Nutrientes	Unidades	T1	T2	T3	T4
Hierro	mg/kg	1849	1830,5	2130,5	1957,5
Manganeso	mg/kg	112	136	428	209
Sodio	mg/kg	1037,5	1006,5	1423	1205,5
Cobre	mg/kg	10	11,5	94,5	29
Zinc	mg/kg	36	41	244,5	87,5
Boro	mg/kg	34,57	29,49	62,02	38,13

Según Carhuamaca (2015) los sustratos tienen una CIC óptima cuando superan los 20 meq/100 g.

De acuerdo a (Castillo, 2016) estos ácidos contribuyen a reducir el pH, lo que a su vez promueve la solubilización de los carbonatos y minerales, liberando nutrientes como el calcio.

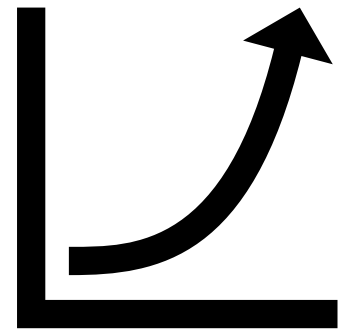
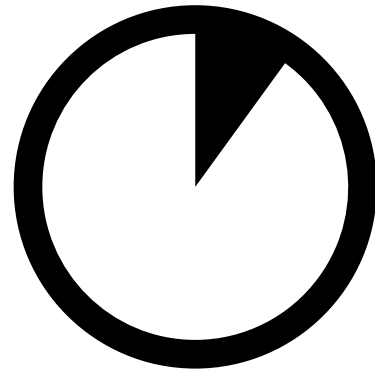
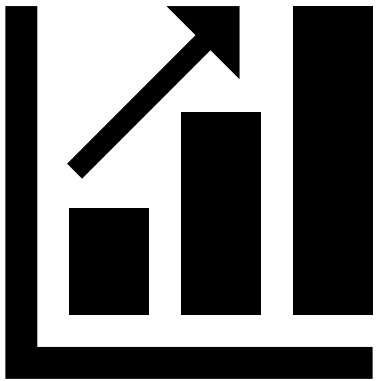
Los niveles óptimos de los sustratos deben poseer una relación C/N de 20 a 40 puntos.

En su ensayo, elaboró un sustrato a partir del compostaje de corteza de pino, vermiculita y dolomita que alcanzó niveles de 0,60% de N, 0,03% de P2O5, 0,38% de K2O, 1,80% de CaO y 2,56% de MgO.

**Toxicidad**

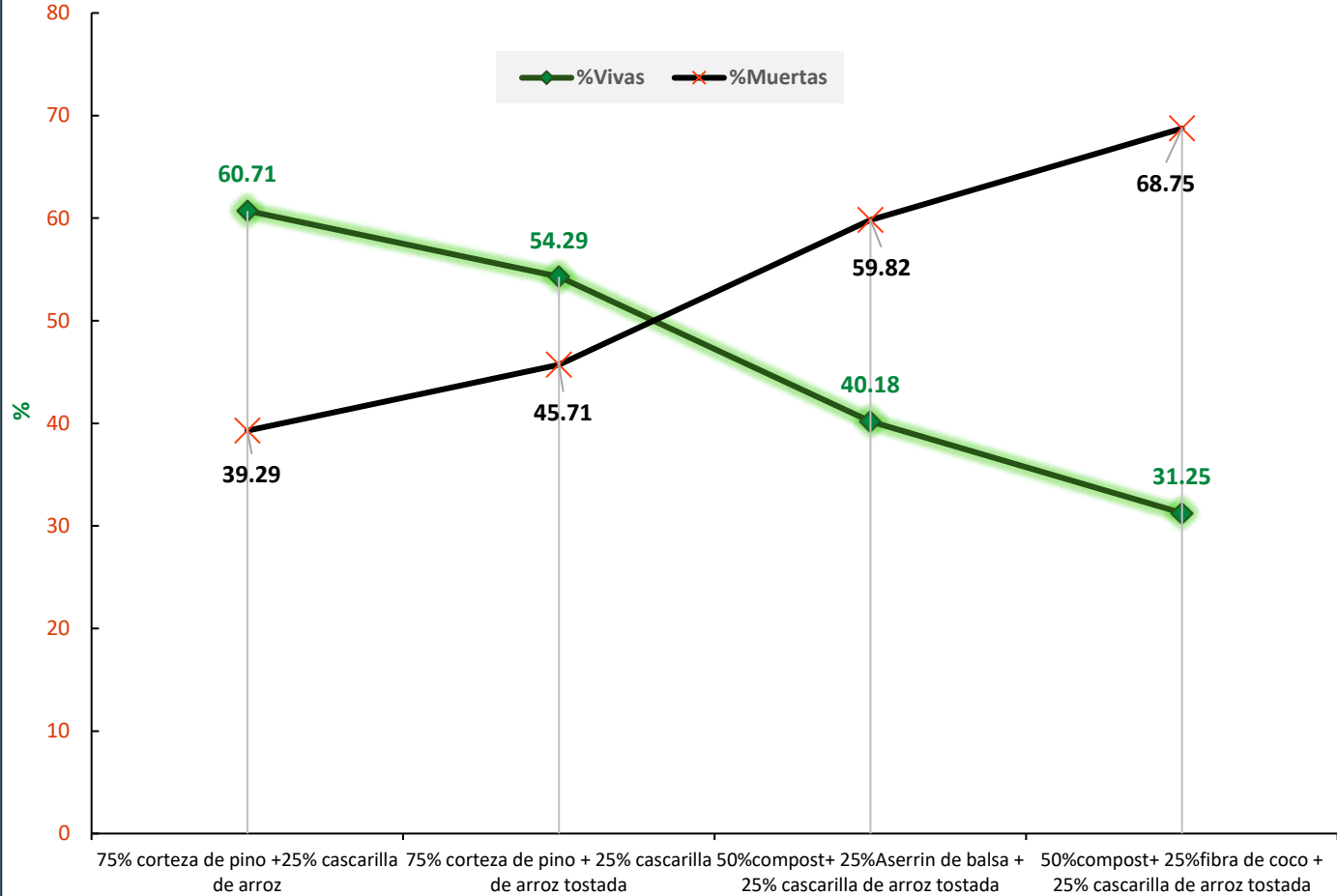
Acorde a lo manifestado por Escobar (2017) la concentración óptima de micronutrientes para la fase de vivero de las especies de eucalipto es de: 4 mg/kg de Fe, 0,80 mg/kg de Mn, 0,32 mg/kg de Zn, 0,15 mg/kg de Cu y 0,50 mg/kg de B; estos valores son inferiores a los obtenidos en este estudio

# Variables agronómicas

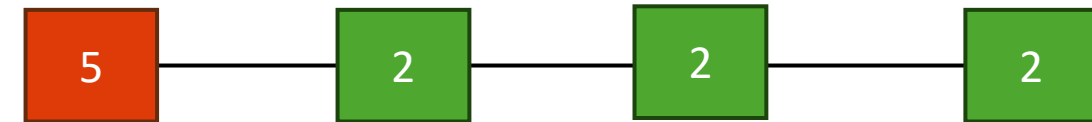
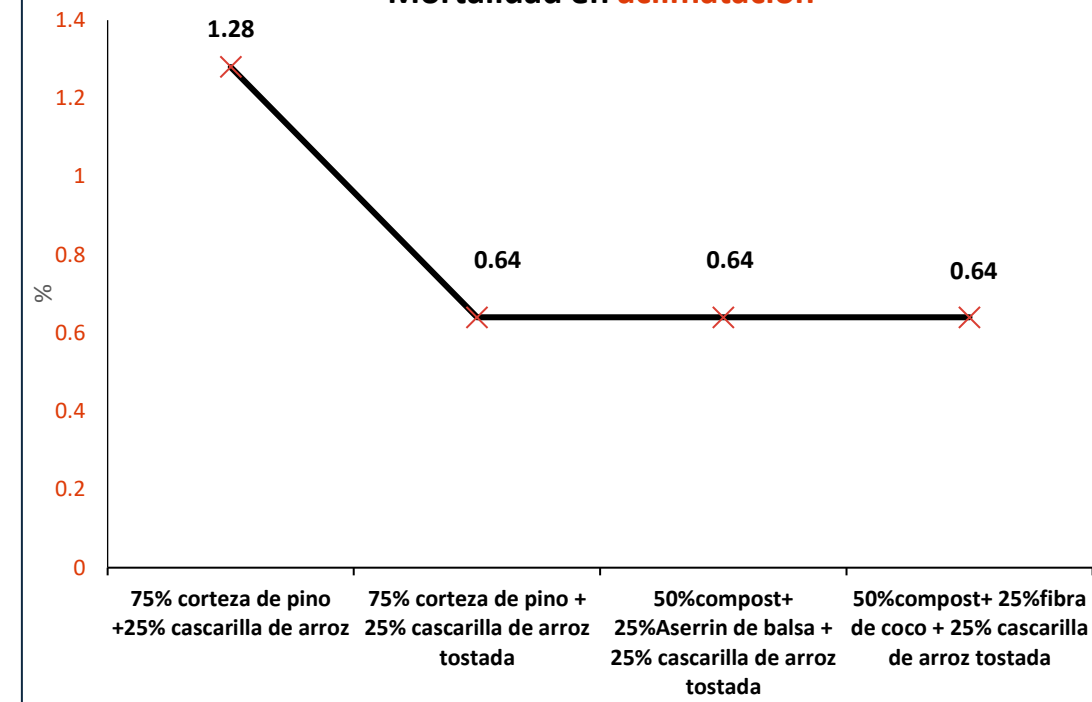


# Porcentaje de mortalidad en invernadero y zona de aclimatación

## Supervivencia vs mortalidad en invernadero

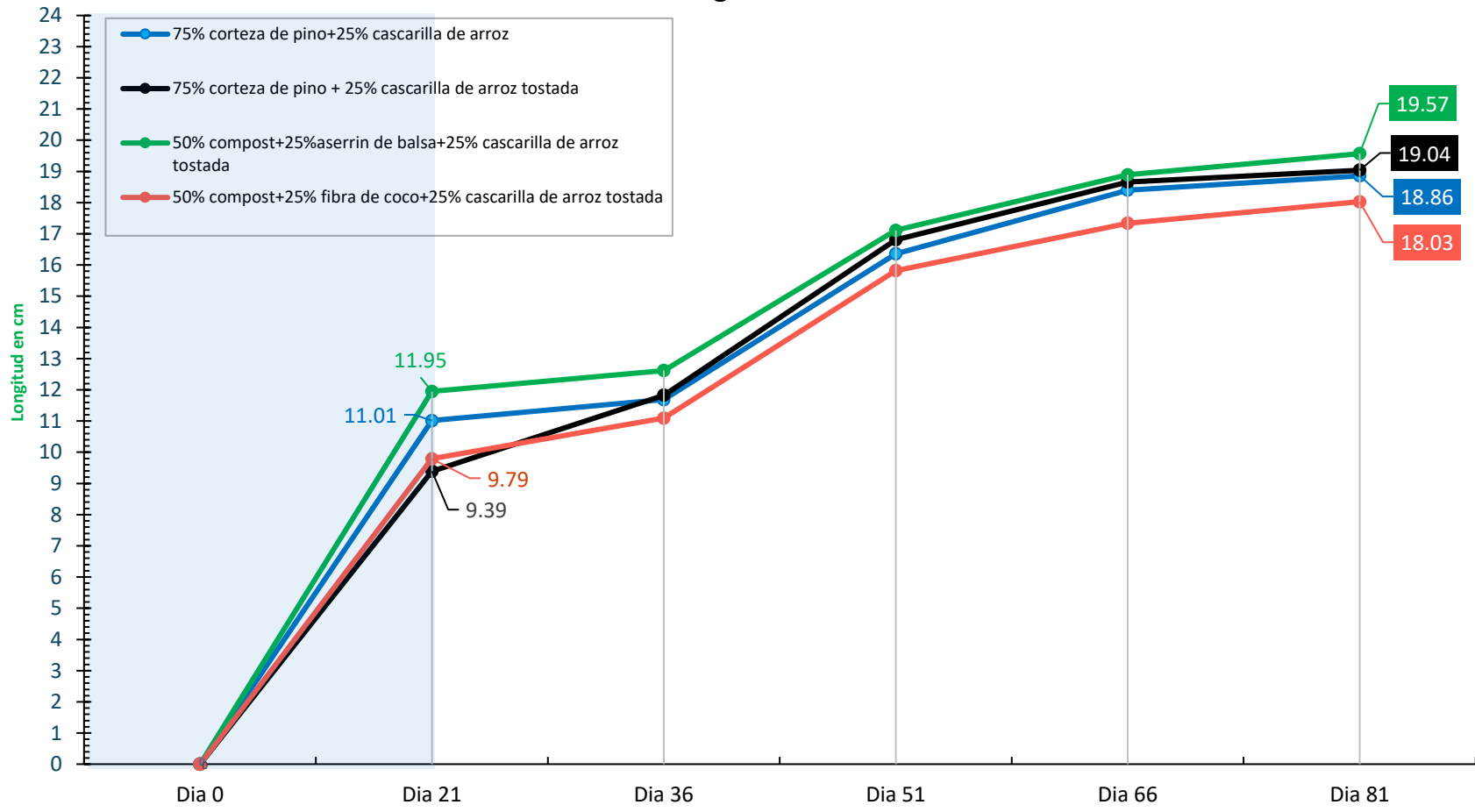


## Mortalidad en aclimatación



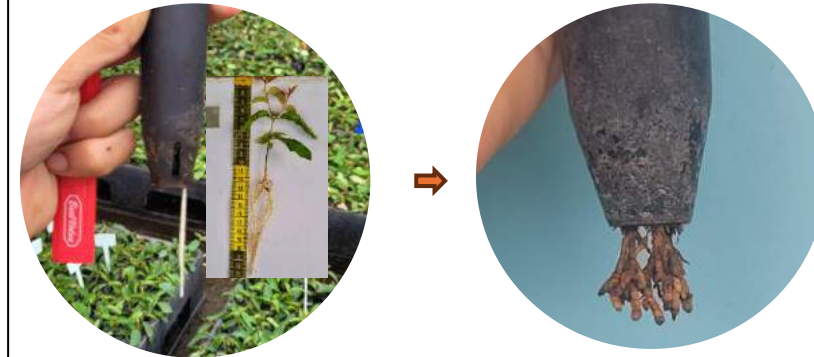
Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3			Tratamiento 4		
VIVAS	MUERTAS	CALLOS	VIVAS	MUERTAS	CALLOS	VIVAS	MUERTAS	CALLOS	VIVAS	MUERTAS	CALLOS
340	220	58	304	256	48	225	345	162	175	385	118
60,71	28,93	10,36	54,29	37,14	8,57	40,18	30,89	28,93	31,25	47,68	21,07
TM	220		TM	256		TM	335		TM	385	

## Longitud radicular



## Discusión

Casas Niños (2022); en su estudio sobre el efecto del enraizamiento de estacas de *E urograndis* bajo diferentes dosis de AIB,, obtuvo **longitudes radiculares de 10 cm** promedio al salir de casa de vegetación., Mientras que Muñoz (2018), en su estudio sobre el enraizamiento de estaquilla de *E urograndis*, obtuvo **longitudes radiculares de 8 cm** , así mismo (Granados, 2019); obtuvo **longitudes radiculares de 6,03** a los 26 días de evaluación



Test de Tukey al 5%

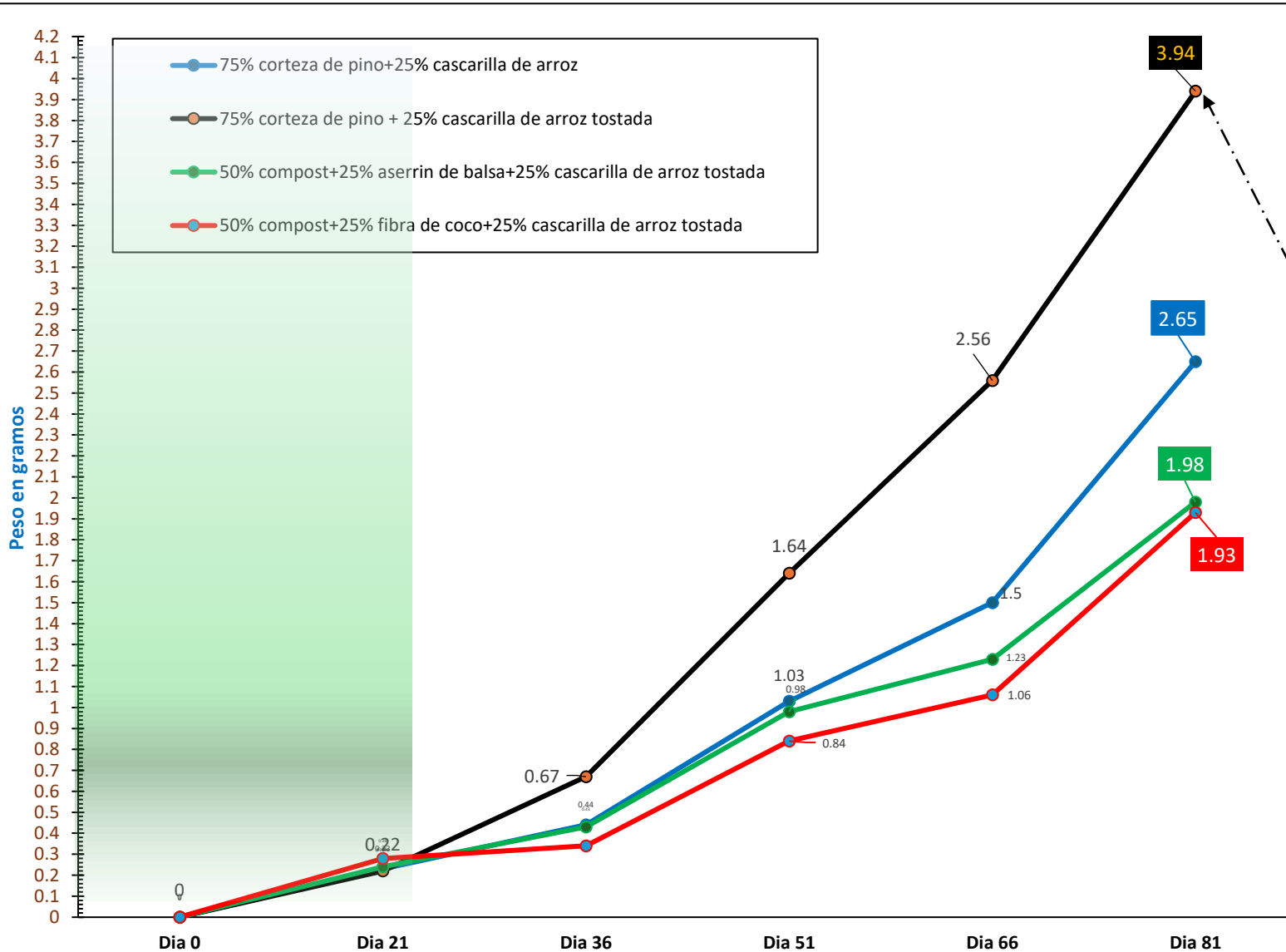
### Análisis de la varianza

81 días*					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,96	3	1,65	4,89	0,0191
Tratamientos	4,96	3	1,65	4,89	<b>*0,0191</b>
Error	4,06	12	0,34		
Total	9,01	15			
Cv			3,08		

Tratamientos	Comparación de medias Longitud radicular				
	21 días	36 días	51 días	66 días	81 días
T1	11,01 A	11,69 A	16,36 A	18,40 A	18,86 AB
T2	9,39 A	11,82 A	16,89 A	19,04 A	19,04 AB
T3	11,95 A	12,62 A	17,11 A	19,58 A	<b>*19,58 A</b>
T4	9,79 A	11,10 A	15,82 A	17,35 A	18,03 B
DMS:	4,23	4,245	4,97	3,11	1,22



# Peso radicular (gr)



**36 días**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,21	3	0,07	18,57	<b>**0,0001</b>
Error	0,05	12	3,80E-03		
Total	0,26	15			
CV			12,96		

**\*\*51 días**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1,49	3	0,5	190,2	<b>**&lt;0,0001</b>
Error	0,03	12	2,60E-03		
Total	1,52	15			
CV			4,56		

**\*\*66 días**

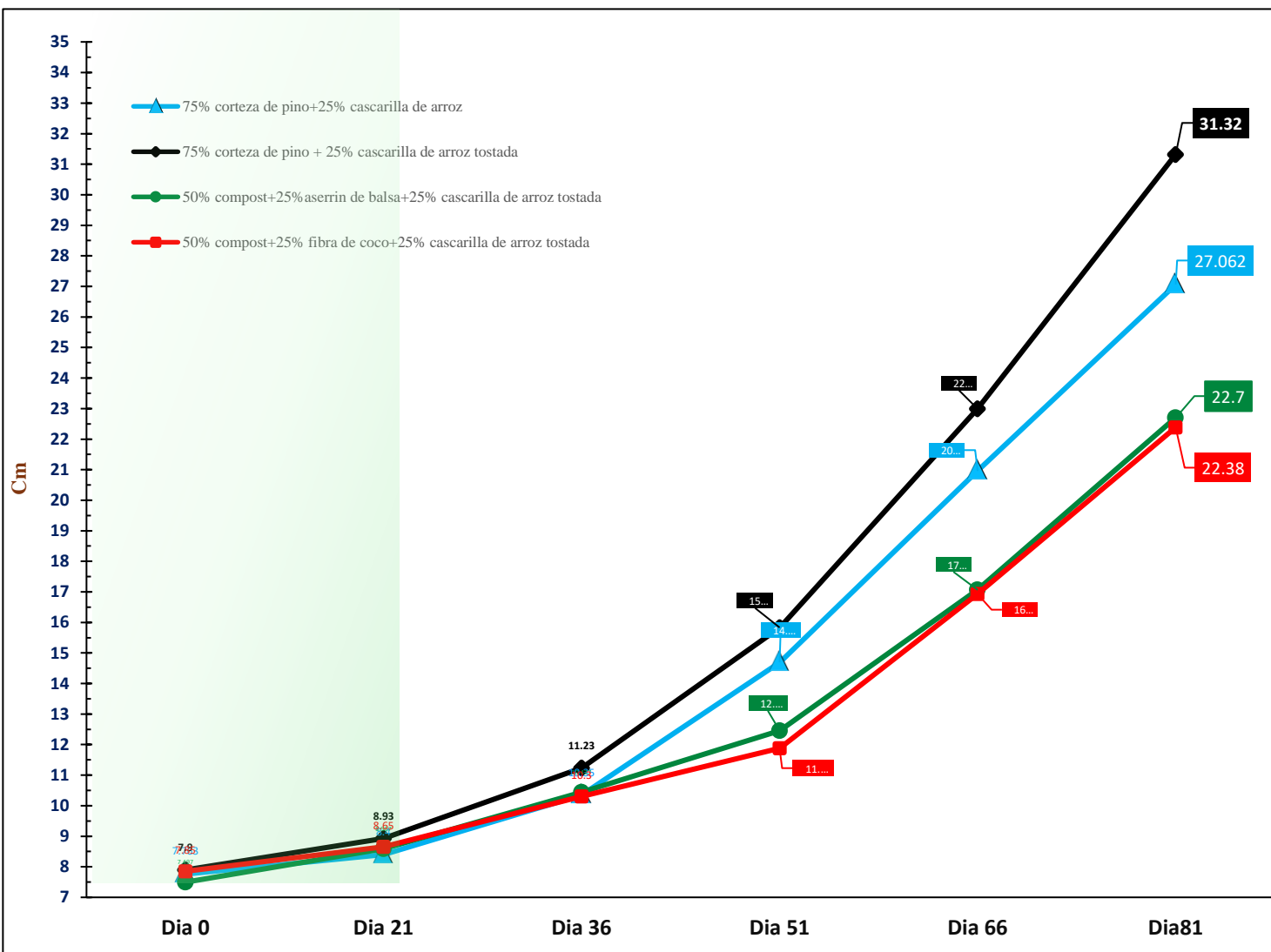
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,44	3	1,81	583,54	<b>&lt;0,0001</b>
Tratamientos	5,44	3	1,81	583,54	<b>**&lt;0,0001</b>
Error	0,04	12	3,10E-03		
Total	5,48	15			
CV			3,53		

**\*\*81 días**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,65	3	3,55	180,62	<b>&lt;0,0001</b>
Tratamientos	10,65	3	3,55	180,62	<b>&lt;0,0001</b>
Error	0,24	12	2,00E-02		
Total	10,89	15			
CV			5,36		



# Altura de la planta (cm)



\* 51 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustratos	41,55	3	13,85	8,96	<b>0,0022</b>
Error	18,56	12	1,55		
Total	60,11	15			
<b>Cv</b>					<b>9,07</b>

\*\* 66 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustratos	107,59	3	35,86	39	<b>&lt;0,0001</b>
Error	11,04	12	0,92		
Total	118,63	15			
<b>Cv</b>					<b>4,92</b>

\*\* 81 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustratos	213,64	3	71,21	138,01	<b>&lt;0,0001</b>
Error	6,19	12	0,52		
Total	219,83	15			
<b>Cv</b>					<b>2,78</b>

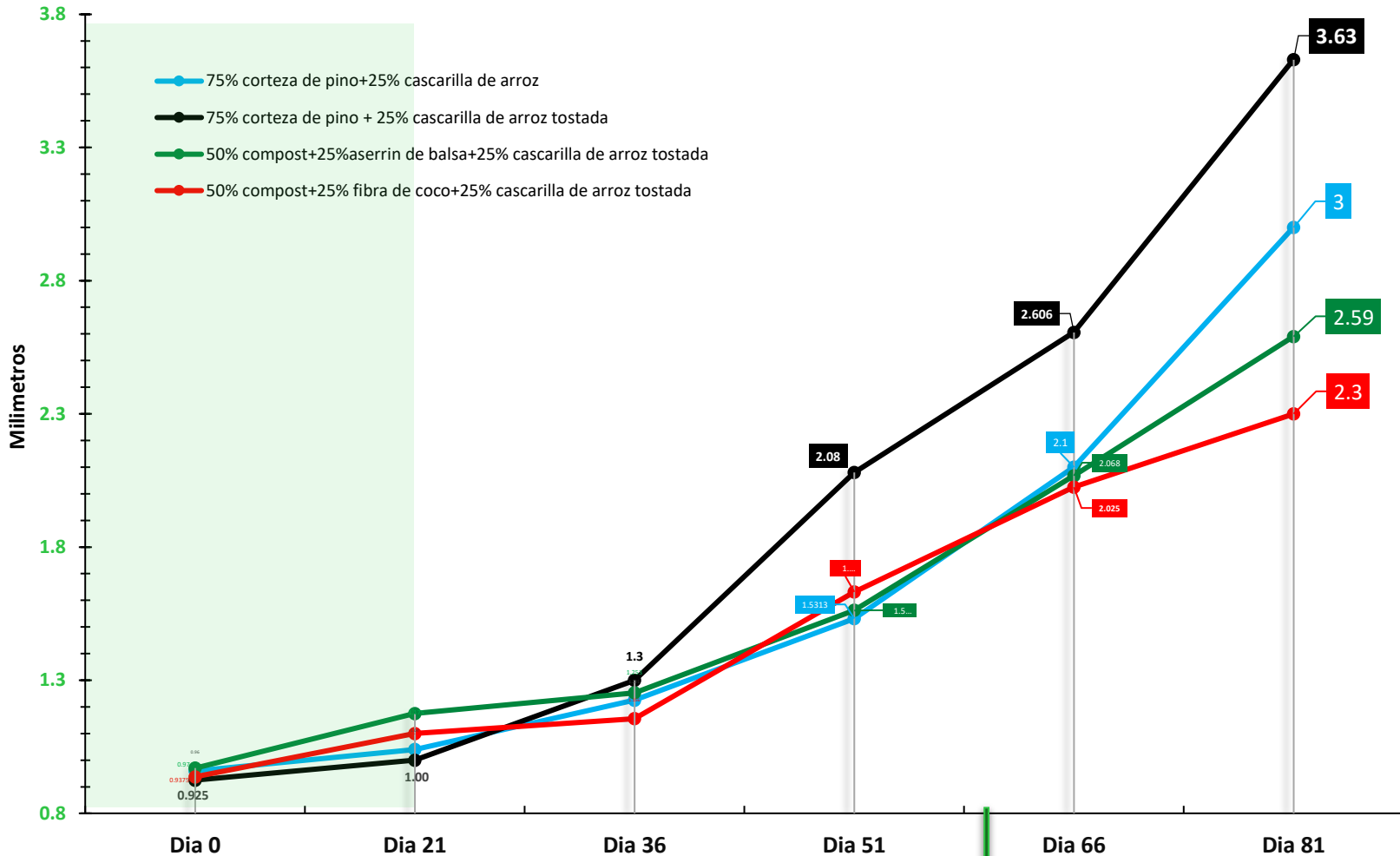
**Incrementos medios**

In 5,6  
In 4,7  
In 3,5  
In 3,4

Chávez (2015) en su trabajo evaluando el crecimiento en sustratos comerciales, obtuvo incrementos promedio en crecimientos de 6,72 cm en altura



## Diámetro a la altura del cuello



## Análisis de la varianza

\* 51 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,81	3	0,27	9,73	*0,0016
Error	0,33	12	0,03		
Total	1,15	15			
Cv			9,82		

\* 66 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,88	3	0,29	9,65	*0,0016
Error	0,37	12	0,03		
Total	1,25	15			
Cv			7,95		

\*\* 81 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	4,02	3	1,34	416,34	<0,0001
Error	0,04	12	3,20E-03		
Total	4,06	15			
Cv			1,97		

## Comparación de medias de Tukey al 5%

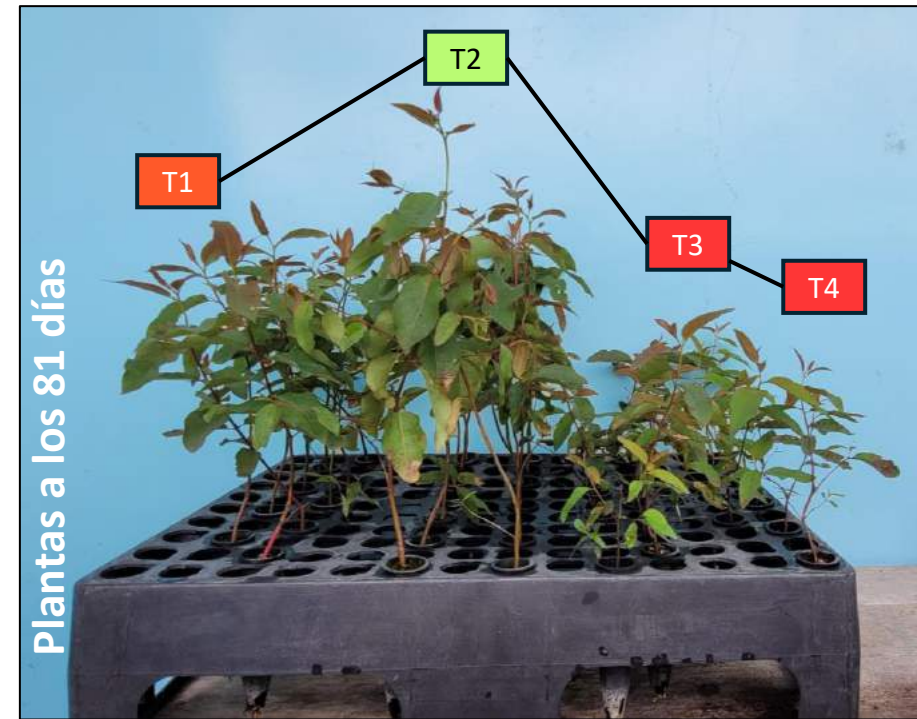
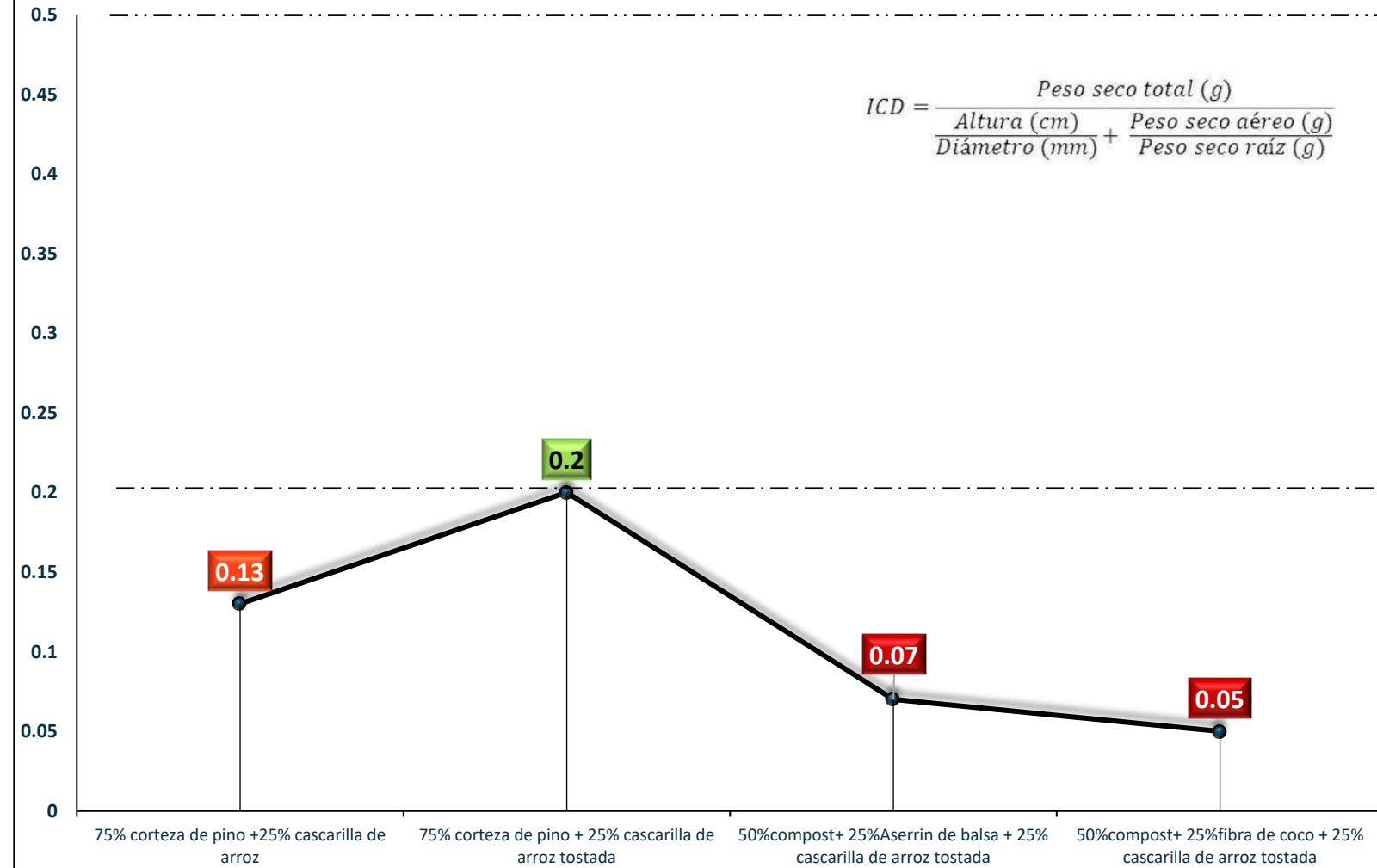
Tratamientos	* 51 días	*66 días	*81 días
T1	1,53 B	2,10 B	3,01 B
T2	*2,09 A	*2,60 A	3,64 A
T3	1,56 B	2,08 B	2,60 C
T4	1,63 B	2,02 B	2,30 D
DMS:	0,35	0,36	0,11

**Sanchez (2015)** obtuvo promedios de **5 mm** de diámetro en plantas de *E urograndis* a los 66 días después de la germinación

**Granados (2019)** obtuvo diámetros promedios de **2 mm** a los 78 días evaluando sustratos y tamaños de contenedores en dos especies *E urograndis* y *E excerta*

## Índice de calidad de Dickson

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aéreo (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}$$



Valores para calificar la calidad de la planta según CONAFOR (2005)

### Calidad y rango

Alta	Media	Baja
>0,50	0,20-0,49	<0,20

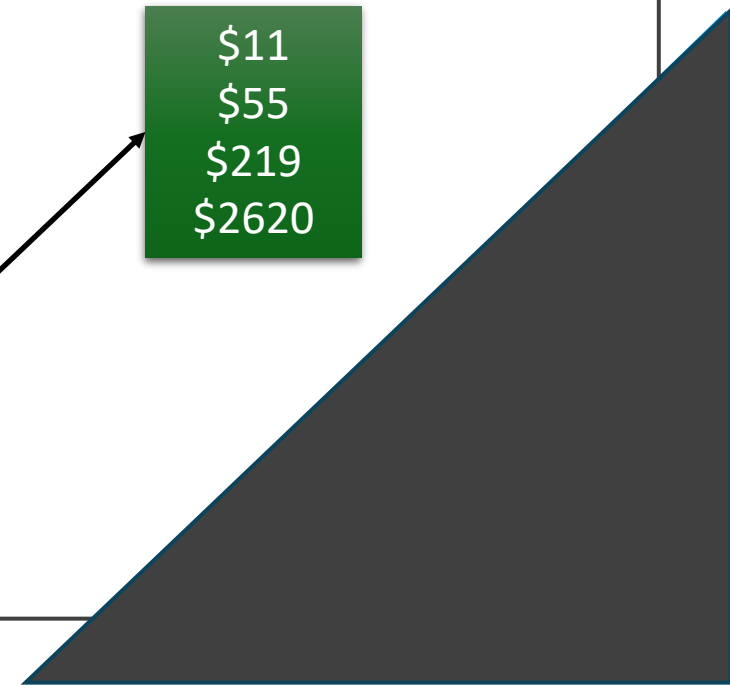
T1		T2		T3		T4	
Insumos	Valor	Insumos	Valor	Insumos	Valor	Insumos	Valor
Corteza de pino	250	Corteza de pino	250	Aserrín de balsa	150	Fibra de coco	200
Cascarilla de arroz cruda	300	Cascarilla de arroz Tostada	500	Cascarilla de arroz Tostada	500	Cascarilla de arroz Tostada	500
Urea	15	Urea	15	Compost	1000	Compost	1000
Agrocelhone	80	Agrocelhone	80	Urea	15	Urea	15
Transporte	110	Transporte	110	Agrocelone	80	Agrocelone	80
Jornal/mes	500	Jornal/mes	500	transporte	50	transporte	50
<b>Total</b>	<b>\$ 1.255</b>	<b>Total</b>	<b>\$ 1.455</b>	jornal	500	jornal	500
				<b>Total</b>	<b>\$ 2.295</b>	<b>Total</b>	<b>\$ 2.345</b>

Kg		kg		Kg		kg	
DA	600 k	DA	600	DA	340	DA	320
Dreal	1420	Dreal	1500	Dreal	1700	Dreal	1650

	Costos por planta		Bandejas	Diario	Semanal	Mensual	Anual
T1	\$	0,0022	\$ 0,31	\$ 60	\$ 300	\$ 1.201	\$ 14.414
T2	\$	0,0026	\$ 0,36	\$ 71	\$ 355	\$ 1.420	\$ 17.035
T3	\$	0,0042	\$ 0,59	\$ 115	\$ 573	\$ 2.293	\$ 27.518
T4	\$	0,0043	\$ 0,60	\$ 117	\$ 587	\$ 2.348	\$ 28.174

# \$ Costos de producción

\$11  
\$55  
\$219  
\$2620



# Conclusiones

En cuanto a las variables agronómicas, T2 mostro los mejores promedios en crecimiento e incremento medio de altura , diámetro y peso radicular, mientras que en longitud radicular fue el segundo mejor superado solo por el T3

Los porcentajes de mortalidad son normalmente altos en la empresa, puesto que a nivel de invernadero T1 y T2 presentaron valores de 39,29 y 45, 1 siendo estos valores los mejores respecto al resto de tratamientos para este clon mientras que T3 y T4 alcanzaron mortalidades de 59,82 y 68,75 respectivamente atribuyéndose al exceso de riego que provoca la incidencia de plagas y enfermedades.

En el análisis de las propiedades físicas y químicas los valores de porosidad, pH y conductividad eléctrica fueron adecuados solo en el tratamiento 2 , mientras que a nivel de macronutrientes (N,P,K,Ca y Mg) el tratamiento tres fue el mejor , no obstante, se encontró una posible toxicidad de azufre, además en micronutrientes presento ciertos desbalances respecto a altos niveles sodio, y relaciones Fe/Mn muy altas.

En cuanto a los costos de produccion el sustrato que mejor resultados ofrece respecto a la calidad de planta producida fue el T2 compuesto por 75% corteza de pino + 25% cascarilla de arroz tostada

# Recomendaciones

Menor mortalidad →

Se debe ajustar los tiempos y frecuencias de riego con un tensiómetro.



Categorizar a los clones de acuerdo a su requerimiento hídrico, de esta manera se tendrá mejor sanidad y calidad de plantas.



Utilizar proporciones de 5% de perlita o vermiculita para mejorar la aireación del T2 que es el mejor tratamiento.

Se recomienda el uso de Hymexazol (Tachigaren) como desinfectante de sustratos ya que en un ensayo alterno que realizamos obtuvimos menor mortalidad, así como una mejor calidad de planta respecto a los métodos (calor o Agrocelhone) que realiza la empresa.

**Gracias por su atención**

