



Evaluación del crecimiento en vivero de plantas de Toromiro (*Sophora toromiro*) en dos Tipos de Sustrato



Foto: Guillermo Arancibia Bonilla



**Coordinadores Proyecto: Guillermo Arancibia B.
Iván Quiroz M. (INFOR)**

Equipo de trabajo INFOR:

**Marta González O.
Edison García R.
Patricio Chung G.
Hernán Soto G.**

11 de junio de 2008

AGRADECIMIENTOS

El Instituto Forestal, y en particular el equipo de trabajo del Centro Tecnológico de la Planta Forestal (CTPF), agradecen enormemente la donación de semillas de toromiro realizada por Don Guillermo Arancibia al Señor Iván Quiroz, Director de proyecto de INFOR, para realizar pruebas de germinación y producción de plantas de estas semillas (Anexo 1, ficha donación de semillas).

Evaluación del crecimiento en vivero de plantas de Toromiro (*Sophora toromiro*) en dos Tipos de Sustrato

1. ANTECEDENTES

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta.

El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm) dependiendo de las características que este posea, por lo tanto es importante conocer sus propiedades físicas, químicas y biológicas previas a su uso en la propagación de cualquier especie. Dentro de las propiedades físicas es importante conocer la porosidad, densidad, estructura y granulometría las que afectarán tanto en el flujo y movimiento de elementos líquidos y gaseosos en su interior, como en la resistencia en la elongación de los tejidos vegetales. En cuanto a las propiedades químicas, es clave conocer las reacciones químicas, físico – químicas y bioquímicas las que pueden influir en la disponibilidad de nutrientes, humedad u otros compuestos para la planta. Por último, las propiedades biológicas son una herramienta relevante que permiten inferir velocidad de descomposición, efectos de los productos de descomposición y, la actividad reguladora del crecimiento que pudiera presentar.

Los sustratos se clasifican según sus propiedades en *químicamente inertes* y *químicamente activos*. Los sustratos químicamente inertes cumplen un rol netamente de soporte para la planta, pero los químicamente activos, además actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias de la planta. Entre estos sustratos se cuentan corteza de pino y vermiculita.

Por otro lado, los sustratos se pueden clasificar según el origen de los materiales, en orgánicos e inorgánicos. Entre los materiales orgánicos, se encuentran los de origen natural como las turbas; de síntesis, como polímeros orgánicos no biodegradable; y, subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas, entre los que se incluye la corteza de árboles. Entre los materiales inorgánicos o minerales, se encuentran los de origen natural, como arena, grava y tierra volcánica; los transformados o tratados, como perlita, lana de roca y vermiculita; y, los residuos y subproductos industriales, como las escorias de horno alto y estériles del carbón, entre otros.

El toromiro (*Sophora toromiro* Skottsberg) es una especie arbórea endémica de la Isla de Pascua, actualmente extinta en su distribución natural. Pertenece a la Familia *Papilionaceae*, corresponde a un árbol pequeño, de hasta dos metros de alto. Tronco

tortuoso, de 10 a 15 cm de diámetro, ramificado desde cerca de la base. Posee ramas cortas y tortuosas. Hojas perennes, compuestas, imparipinnadas, de 2,5 a 5 cm de largo. Foliolos ovoides - elípticos, de 9 a 12 mm de largo y 4 a 7 mm de ancho. Las flores son hermafroditas, generalmente solitarias sobre pedúnculos pubescentes, de 1,5 a 2 cm de largo. El fruto corresponde a una legumbre moniliforme, de 4 a 12 cm de largo y 5 a 7 mm de ancho, coriáceo, indehisciente, pubescente y ligeramente alada; artejos de 1 a 7, cuadrilaterales y notoriamente separados entre sí (<http://es.wikipedia.org/wiki/Toromiro>).

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Evaluar el crecimiento de plántulas de Toromiro (*Sophora toromiro*), proveniente de semillas tratadas con ácido sulfúrico sembradas en dos tipos de sustrato (ver nota).

3. METODOLOGÍA

3.1 Parámetros a evaluar

Los parámetros a evaluar son: altura y diámetro a la altura del cuello.

3.2 Tratamientos

El 10 de marzo de 2008 se realizó la siembra de 120 semillas de Toromiro en dos almacigueras de 60 cavidades cada una, y un volumen de 280 cc cada cavidad. A las almacigueras se les aplicó una solución de oxiclورو de cobre en una concentración de 10 k/100 litros de agua. Este producto es un fungicida preventivo y curativo recomendado para el control de enfermedades fungosas y bacterianas.

El tratamiento a las semillas consistió en remojarlas por 30 minutos en ácido sulfúrico al 90 %, luego se lavaron con agua fría, y posteriormente, se colocaron en agua caliente dejando enfriar hasta alcanzar temperatura ambiente. Una vez tratadas las semillas, se sembraron en dos tipos de sustrato corteza de pino compostada¹ (granulometría G10) y, una mezcla de corteza de pino compostada (granulometría G10)

¹ *Corteza de pino*: es un sustrato natural que procede básicamente de la industria maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. Las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0,8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0,1 a 0,45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La CIC es de 55 meq/100 g.

con vermiculita² al 50%. Las almacigueras se instalaron dentro de un invernadero de plástico (NAVE 1) sector 1 del vivero de INFOR.

Los tratamientos se definieron de la siguiente forma:

- ✓ **T1:** siembra en sustrato compuesto solo por corteza de pino compostada (60 semillas, tres repeticiones de 20 semillas cada una)
- ✓ **T2:** siembra en sustrato compuesto por 50% de corteza de pino compostada y 50% de vermiculita (60 semillas, tres repeticiones de 20 semillas cada una).

3.3 Análisis Estadísticos

Para analizar mensualmente los resultados se utilizó el software estadístico *Infostat*, y se realizó para ello un análisis de varianza tradicional. El test de comparación empleado correspondió al Test de Tukey.

El modelo utilizado fue:

$$Y = \mu + T + R + (TxR) + E$$

Donde: μ = Constante
T = Tratamiento (tipos de sustrato)
R = Repetición
E = Error

4. RESULTADOS

Primera evaluación (abril de 2008)

ALTURA

Como se observa en el cuadro siguiente, el Análisis de varianza para el parámetro de Altura al mes de establecido el ensayo, indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un $p < 0,05$ de confianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
H1	79	0,06	3,3E-04	33,83

² *Vermiculita*: es un sustrato artificial, que se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m³, presentándose en escamas de 5-10 mm, esta constituida por partículas laminares de silicatos hidratados de magnesio, aluminio y hierro. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada CIC (80-120 meq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7,2).

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,49	5	0,50	1,01	0,4209
Sustrato	1,78	1	1,78	3,60	0,0618
Repetición	0,12	2	0,06	0,12	0,8848
Sustrato*Repetición	0,67	2	0,34	0,68	0,5093
Error	36,14	73	0,50		
Total	38,63	78			

Si bien, en este caso no reviste de mayor importancia el aporte que pudiera entregar el test de comparación múltiple, de los estadígrafos se desprende que las plantas de Toromiro obtenidas en sustrato compuesto solo por corteza de pino, presentaron mayores alturas (Figura 1).

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31895

Error: 0,4951 gl: 73

Sustrato	Medias	n	
Corteza + perlita	1,89	32	A
Corteza de pino	2,20	47	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Por otro lado, se observa que al mes de evaluación, el 78 % de las semillas de toromiro sembradas en corteza de pino habían germinado, mientras que en la mezcla de corteza de pino con vermiculita, este porcentaje alcanzó el 53 %.

Comparación de la Altura de plantas de Toromiro en dos tipos de sustrato (abril 2008)

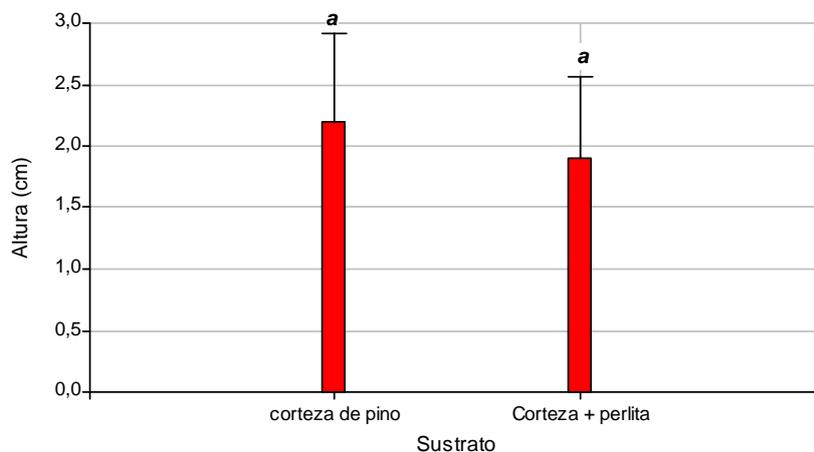


Figura 1. Crecimiento en Altura de plantas de Toromiro a un mes de establecido el ensayo (abril 2008)

Segunda evaluación (mayo de 2008)

ALTURA

Como se observa en el cuadro siguiente, el Análisis de varianza para el parámetro de Altura a los dos meses de establecido el ensayo, indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un $p < 0,05$ de confianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
H2	88	0,08	0,02	25,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,61	5	0,92	1,41	0,2300
Sustrato	1,82	1	1,82	2,77	0,0996
Repetición	0,53	2	0,26	0,40	0,6700
Sustrato*Repetición	2,37	2	1,18	1,81	0,1706
Error	53,71	82	0,65		
Total	58,32	87			

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=0,34494

Error: 0,6550 gl: 82

Sustrato	Medias	n	
Corteza + perlita	2,99	39	A
Corteza de pino	3,28	49	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En este caso no reviste mayor importancia el aporte que entrega el test de comparación múltiple, no obstante, de los estadígrafos se desprende que las plantas de Toromiro producidas en sustrato compuesto solo por corteza de pino, presentaron mayores alturas (Figura 2), situación similar a la presentada en la primera evaluación (Figura 3).

Se observa en los cuadros anteriores, que al segundo mes de evaluación, el 82 % de las semillas de toromiro sembradas en corteza de pino habían germinado, mientras que en la mezcla de corteza de pino con vermiculita, este porcentaje alcanzó el 65 %.

Comparación de la Altura de plantas de Toromiro en dos tipos de sustrato (mayo 2008)

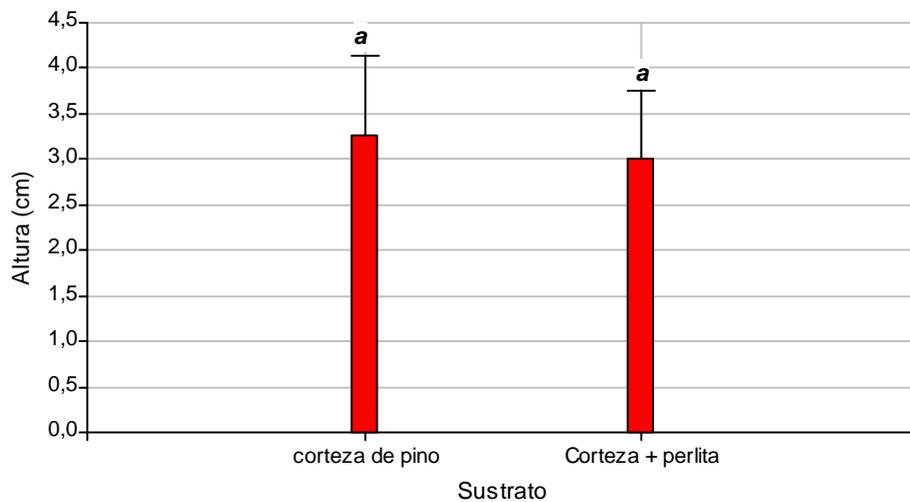


Figura 2. Crecimiento en Altura de plantas de Toromiro, segunda evaluación (mayo 2008)

Comparación mensual de la Altura de Toromiro en dos tipos de sustrato

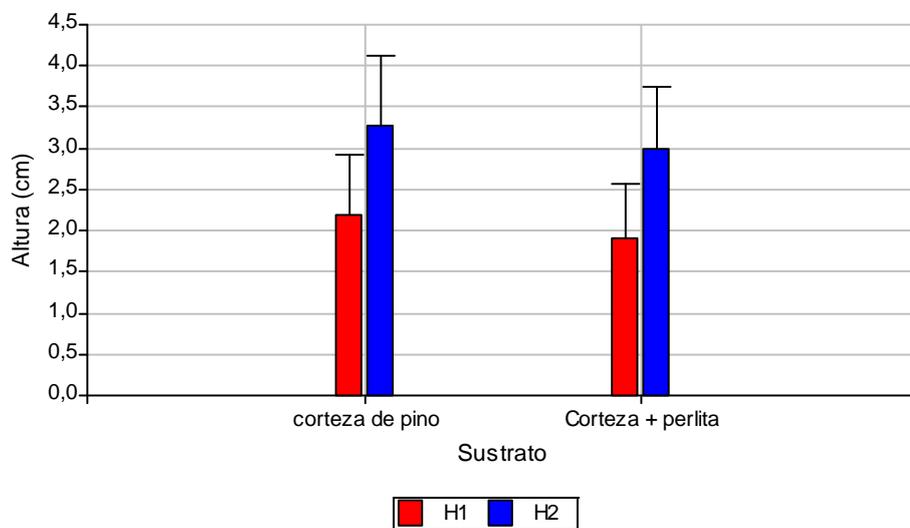


Figura 3. Evolución de la Altura de plantas de Toromiro (abril y mayo 2008)

DAC

Como se observa en el cuadro siguiente, el Análisis de varianza para el parámetro del Dac a los dos meses de establecido el ensayo, indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un $p < 0,05$ de confianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dac2	88	0,24	0,19	27,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,83	5	0,17	5,06	0,0004
Sustrato	0,15	1	0,15	4,58	0,0353
Repetición	0,14	2	0,07	2,16	0,1216
Sustrato*Repetición	0,45	2	0,22	6,76	0,0019
Error	2,70	82	0,03		
Total	3,53	87			

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que hay diferencias significativas para el Dac de las plantas de Toromiro, correspondiendo estas a aquellas plantas sembradas en sustrato de corteza de pino, las que presentaron el mayor Dac (Figura 4).

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=0,07735

Error: 0,0329 gl: 82

Sustrato	Medias	n	
Corteza + perlita	0,61	39	A
Corteza de pino	0,69	49	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

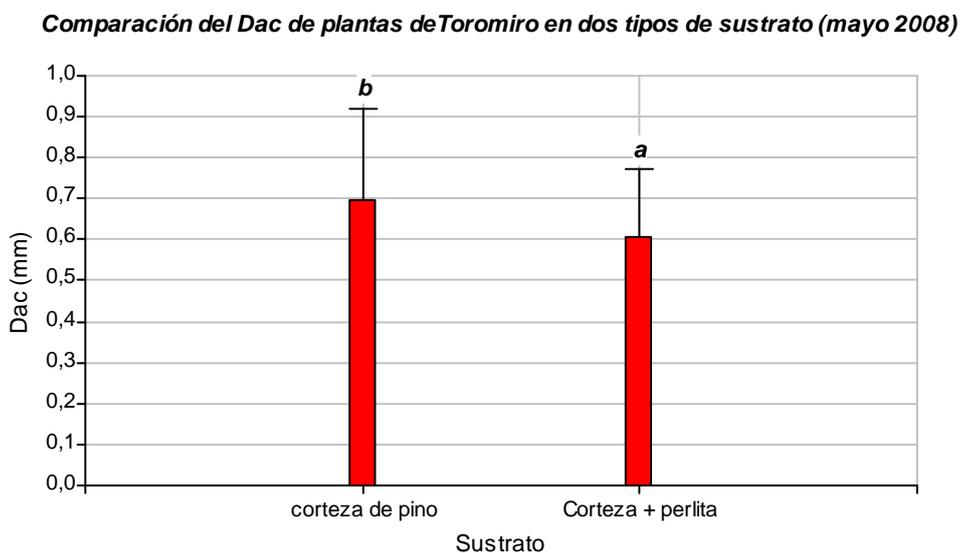


Figura 4. Crecimiento en Dac de plantas de Toromiro, segunda evaluación (mayo 2008)

Tercera evaluación (junio de 2008)

ALTURA

Como se observa en el cuadro siguiente, el Análisis de varianza para el parámetro de Altura a los tres meses de establecido el ensayo, indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un $p < 0,05$ de confianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
H3	89	0,19	0,15	26,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,51	5	4,10	4,02	0,0026
Sustrato	13,30	1	13,30	13,03	0,0005
Repetición	1,18	2	0,59	0,58	0,5635
Sustrato*Repetición	5,87	2	2,94	2,87	0,0621
Error	84,75	83	1,02		
Total	105,26	88			

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=0,42796

Error: 1,0211 gl: 83

Sustrato	Medias	n	
Corteza + perlita	3,37	40	A
Corteza de pino	4,15	49	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Al observar el test de comparación múltiple, se aprecia que las plantas de Toromiro producidas en sustrato compuesto solo por corteza de pino, presentaron las mayores alturas y que en esta evaluación, estas diferencias fueron estadísticamente significativas (Figura 5), situación similar a la presentada en las anteriores evaluaciones (Figura 6).

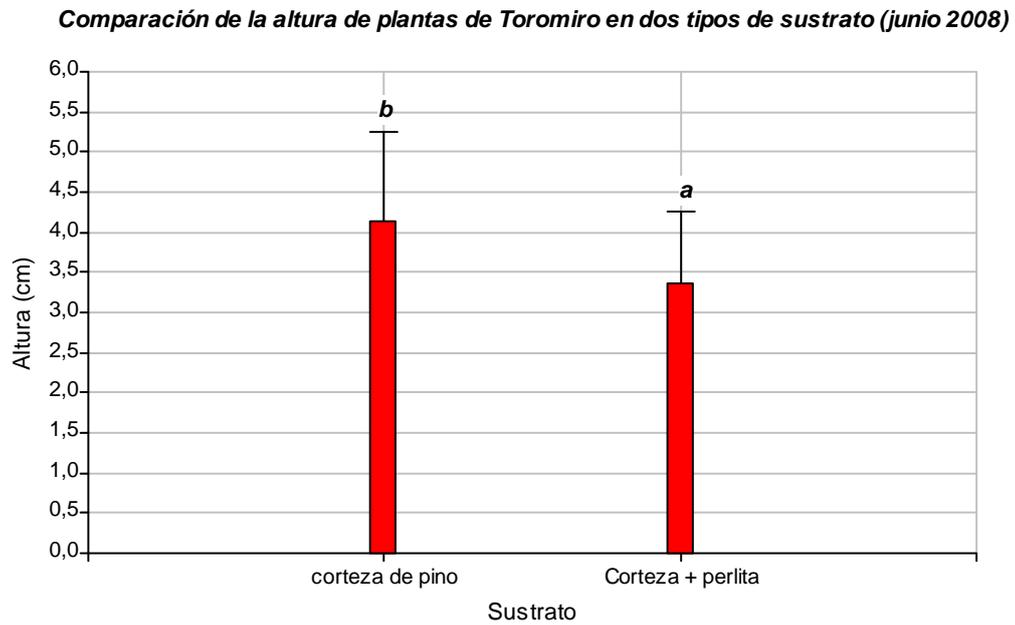


Figura 5. Crecimiento en Altura de plantas de Toromiro, tercera evaluación (junio 2008)

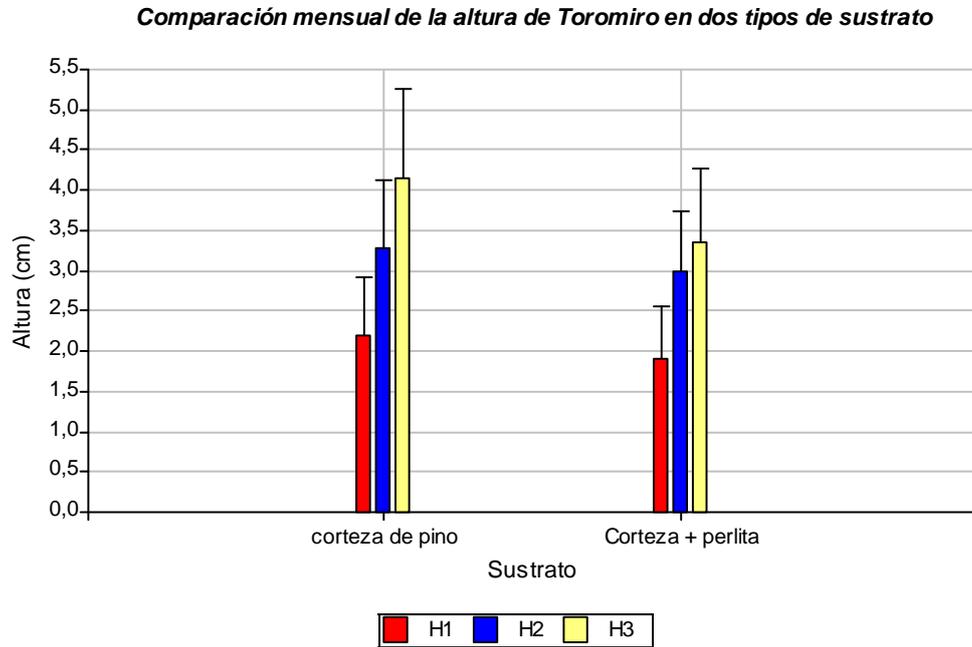


Figura 6. Evolución de la Altura de plantas de Toromiro (abril, mayo y junio 2008)

DAC

Como se observa en el cuadro siguiente, el Análisis de varianza para el parámetro del Dac a los tres meses de establecido el ensayo, indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un $p < 0,05$ de confianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dac3	89	0,10	0,05	27,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,61	5	0,12	1,86	0,1102
Sustrato	0,55	1	0,55	8,30	0,0050
Repetición	0,02	2	0,01	0,18	0,8393
Sustrato*Repetición	0,03	2	0,01	0,22	0,8020
Error	5,46	83	0,07		
Total	6,08	88			

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que hay diferencias significativas para el Dac de las plantas de Toromiro, correspondiendo estas a aquellas plantas sembradas en sustrato de corteza de pino, las que presentaron el mayor Dac (Figura 7) al igual que en la medición anterior (Figura 8).

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=0,10865

Error: 0,0658 gl: 83

Sustrato	Medias	n	
Corteza + perlita	0,83	40	A
Corteza de pino	0,99	49	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

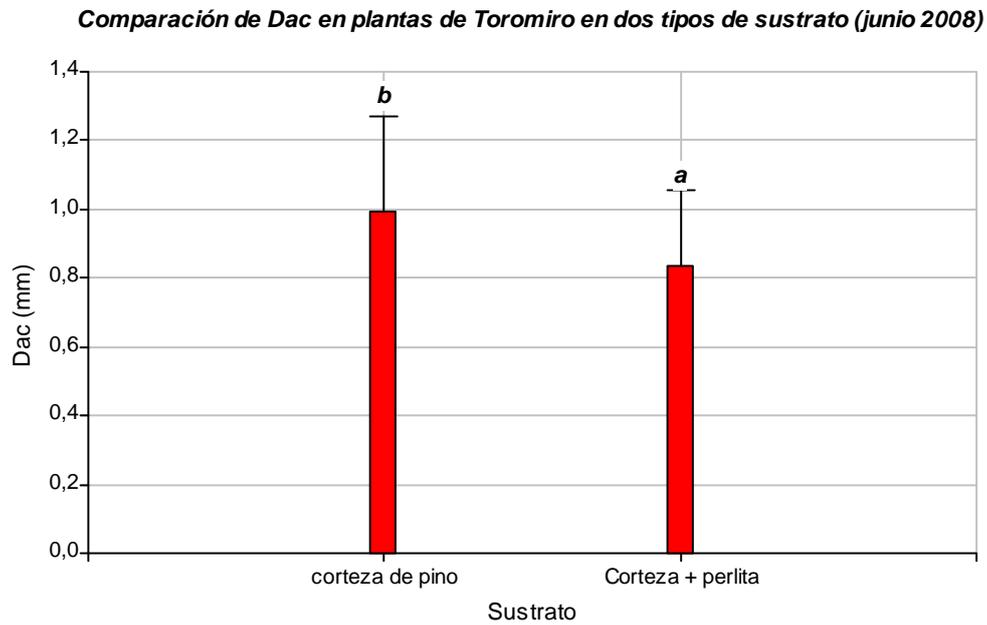


Figura 7. Crecimiento en Dac de plantas de Toromiro, tercera evaluación (junio 2008)

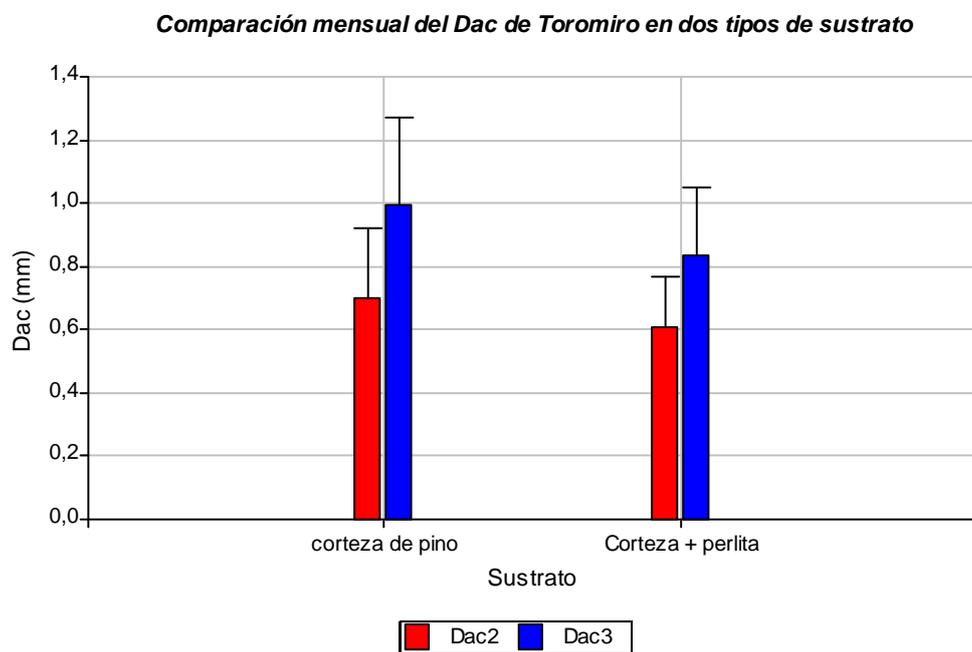


Figura 8. Evolución del Dac de plantas de Toromiro (mayo y junio 2008)

5. BIBLIOGRAFÍA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Toromiro>.

http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm

Anexo 1. Ficha de donación de semillas de Toromiro al Sr. Quiroz en enero de 2008.

FICHA DE SOPHORA TOROMIRO			
FECHA		Ene-08	CODIGO
			NRO S-01
Nombre Del propietario		Guillermo Arancibia	Colección
domicilio Balmaceda 1092 Parcela 2			
Comuna	Peñaflor	Sector	malloco
Fono	8142344	cel	88463229 e mail garan10@terra.cl
CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA			
Edad	Cosecha 2007	Origen	TITZE D11
Aspecto	Buen aspecto		
Floracion			
frutos			
Medidas	Alto	ancho	
Observaciones generales sobre su estado y características			
Entregadas como aporte Don pablo Titze según Certificado Casecha 2007			
Cualquier otro dato desee agregar			
Muy buen aspecto			
Voucher genetico del arbol de TITZE M 11			
CLAVE : M11-G5-RUCA			
Arbol Madre			
	Alemparte		1960
		Titze	1962
		Arancibia	2007
		200 semillas Quiroz	2008
FIRMA			
Guillermo Arancibia Bonilla			
Proyecto Toromiro			
Director			

Anexo 2. Figuras: Tratamientos y Germinación de Toromiro



Figura 2. Bandejas con los dos tipos de sustratos empleados (10-4-2008).



Figura 3. Plántula de Toromiro al mes de sembrada en corteza de pino (10-4-2008).



Figura 5. Planta de Toromiro a los dos meses de sembrada en corteza de pino (10-5-2008).



Figura 6. Planta de Toromiro a los dos meses de sembrada en corteza de pino más perlita (10-5-2008).



Figura 7. Planta de Toromiro a los tres meses de sembrada en corteza de pino (10-6-2008).