



Evaluación del crecimiento de Quillay con distintas dosis de fertilizantes en un vivero de la Región del Bío Bío

Equipo de trabajo:

**Iván Quiroz M.
Marta González O.
Karoline Casanova D.
Patricio Chung G.
Edison García R.
Hernán Soto G.
Jorge Toro V. (Asesor)**

Abril de 2008

Evaluación del crecimiento de Quillay con distintas dosis de fertilizantes en un vivero de la VIII región

Autores. I. Quiroz y M. González

ANTECEDENTES DE QUILLAY (*Quillaja saponaria*)

El quillay, es una especie endémica de Chile, Bolivia, Perú, Argentina y Chile. Esta se distribuye entre los 30°30' latitud S., esto es desde Ovalle, en la IV Región de Coquimbo, a Collipulli en la IX Región de la Araucanía.

Esta especie pertenece al tipo esclerófilo, que se caracteriza por la presencia dominante de especies de hojas duras, de dimensiones tales que se pueden calificar de arbustivas o arbóreas. Es una de las especies arbóreas de mayor importancia en el bosque esclerófilo, por su abundancia y amplia distribución en el país (INFOR-INDAP-FIA, 2000).

Este corresponde a un árbol o arbusto, que alcanza entre 20 y 30 m de altura y 1,5 m de DAP, en suelos profundos y planos. Su follaje es siempreverde y su corteza es cenicienta. Su tronco es cilíndrico y normalmente se ramifica entre los 2 y 5 m del suelo con gran frondosidad, por lo que es común emplearlo en el campo como protección de ganado.

Sus flores, hermafroditas, son blancas y aplanadas de 15 mm de longitud. La floración ocurre entre noviembre y enero, produciendo frutos que maduran entre enero y marzo, para dar paso a la semillación que ocurre entre febrero y abril.

El Quillay es una especie adaptada para vivir en sitios pobres, secos y cálidos. Crece bien en suelos degradados, con pendiente y asoleados, aunque su mayor desarrollo lo alcanza en suelos profundos y planos (*op. cit.*).

La distribución de la especie abarca condiciones climáticas diversas. Se adapta a climas secos y áridos, pero también se encuentra en lugares frescos y húmedos, con presencia de nieves y heladas.

En el extremo septentrional de su distribución (Ovalle, IV Región), el clima se caracteriza por presentar 10 meses de sequía y 150 mm anuales de precipitación, y en el extremo meridional (Collipulli, IX Región) presenta 3 meses de sequía y 1.500 mm anuales de precipitación.

Vita (1974, cit. por INFOR-INDAP-FIA, 2000) señala que debido a su plasticidad la especie es capaz de desarrollarse tanto en condiciones de temperaturas moderadas, como soportando calores en verano e intensos fríos en invierno. Presenta resistencia a la nieve y a períodos de sequía.

La especie se encuentra en altitudes desde los 100 msnm en la Cordillera de la Costa hasta los 1.500 msnm en la Cordillera de los Andes (*op. cit.*).

OBJETIVO

- Evaluar y comparar el crecimiento de Quillay (*Quillaja saponaria*) con distintas dosis de fertilizantes en un vivero de la Región del Bío-Bío.
- Desarrollar técnicas de producción de plantas forestales con énfasis en el mejoramiento de su calidad fisiológica y morfológica.

METODOLOGÍA

Una de las primeras actividades para iniciar la producción de plantas es abastecerse de semillas en cantidad y calidad apropiadas para los fines productivos. Esta debe ser recogida o colectada desde los mejores árboles de acuerdo a los parámetros que se quieren privilegiar.

La siembra de semillas de Quillay procedentes de la zona Campanario, comuna de Cabrero, Región del Bío-Bío se realizó en el mes de septiembre del año 2007 en el invernadero de policarbonato del Instituto Forestal (INFOR) sede Bío-Bío.

Para mejorar la germinación de las semillas y para eliminar algún tipo de latencia, se realizó a las semillas de quillay como tratamiento pregerminativo, un remojo en agua por 24 horas, luego las semillas fueron sembradas en contenedores de poliestileno expandido (plumavit) de 60 cavidades de 280 cc. El sustrato utilizado, fue corteza de pino compostada procedente del Vivero de Proplantas de granulometría G10.

Para los contenedores se aplicó una solución de oxiclورو de cobre en una concentración de 10 k/100 litros de agua, además de un fijador. Este producto es un fungicida preventivo y curativo recomendado para el control de enfermedades fungosas y bacterianas.

Los tratamientos realizados a este ensayo correspondieron a la utilización de distintas dosis de fertilizantes Ultrasol Inicial en concentraciones de 1, 2 y 3 gr de Ultrasol. Luego se aplicó Ultrasol crecimiento y endurecimiento en las mismas concentraciones en todos los tratamientos.

Cada tratamiento fue representado en tres bandejas o repeticiones.

En las Figuras 1 a 3 se muestran las plantas de quillay con distintas dosis de fertilizantes.



Figura 1. Plantas de Quillay en almacigueras de 280 cc con 1 g de fertilizante (16-1-2008)



Figura 2. Plantas de Quillay en almacigueras de 280 cc con 2 g de fertilizante (16-1-2008)



Figura 3. Plantas de Quillay en almacigueras de 280 cc con 3 g de fertilizante (16-1-2008)

Las variables evaluadas fueron altura en cm y Dac (diámetro a la altura del cuello) en mm.

Análisis estadísticos mensuales

Para analizar estadísticamente los datos en forma mensual, se utilizó el software estadístico Infostat. Debido a que los datos analizados corresponden a una sola medición, se realizó un análisis de varianza tradicional. El test de comparación utilizado correspondió al de Scott & Knott.

El modelo utilizado fue:

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

Donde : μ = Constante
 T = Tratamiento (Distintas dosis de fertilizante Ultrasol)
 L = Repetición (bandejas)
 E = Error

Los tratamientos correspondieron a

- T 1: 1 gr. de fertilizante
- T 2: 2 gr. de fertilizante
- T 3: 3 gr. de fertilizante

Análisis estadísticos en el tiempo

Con el objeto de determinar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en el tiempo, es que se decidió trabajar con Modelos Estadísticos Lineales Mixtos (utilizando el Software SAS) para atender la falta de alguno(s) de los supuestos clásicos que requiere un análisis de varianza tradicional, y que corresponden a:

1. Los datos presentan una distribución normal.
2. Independencia de los datos.
3. Heterogeneidad de varianza.

Para el análisis de las variables dac y altura se realizó un análisis de mediciones repetidas en el tiempo o también conocido como análisis longitudinal. Estas mediciones repetidas son dependientes, lo que señala el no cumplimiento de la independencia de datos (las mediciones del mes 2 dependen de las mediciones del mes 1 y sucesivamente).

Para ello se consideraron, para cada individuo y parámetro, cuatro evaluaciones consecutivas en el tiempo (mediciones de enero, febrero, marzo y abril). Este análisis permite identificar tanto el efecto medio del tratamiento (dosis de fertilizante), el efecto del tiempo, y la interacción tiempo por tratamiento, que corresponden a las tres hipótesis evaluadas, y que por lo tanto generan tres valores p.

El modelo de análisis corresponde a:

$$Y = u + T + t + (T * t) + R + (R * T) + E$$

Donde

- u = Constante
- T = Tratamiento (Distintas dosis de fertilizante Ultrasol)
- t = Tiempo
- R = Repetición
- E = Error

Los tratamientos correspondieron a

T 1: 1 gr. de fertilizante

T 2: 2 gr. de fertilizante

T 3: 3 gr. de fertilizante

ANÁLISIS Y RESULTADOS MENSUALES

Primera evaluación Enero 2008

Análisis de la varianza Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	54	0,50	0,41	17,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1399,20	8	174,90	5,70	0,0001
Tratamiento	1141,01	2	570,50	18,59	<0,0001
Repetición	23,62	2	11,81	0,38	0,6828
Tratamiento*Repetición	234,57	4	58,64	1,91	0,1251
Error	1381,17	45	30,69		
Total	2780,37	53			

Como se observa en el cuadro de Análisis de varianza de la Altura, tanto el modelo como el factor tratamiento, presentaron diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,05$ de confianza.

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que hay diferencias significativas para la altura de Quillay, correspondiendo las mayores alturas a las plantas fertilizadas con 3 g por planta, es decir, tratamiento 3 (Figura 4).

Test: Scott & Knott Alfa=0,05

Error: 30,6926 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	
T 1	26,75	18	A
T 2	31,97	18	B
T 3	38,00	18	C

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

Crecimiento de Quillay con distintas dosis de fertilizantes (enero 2008)

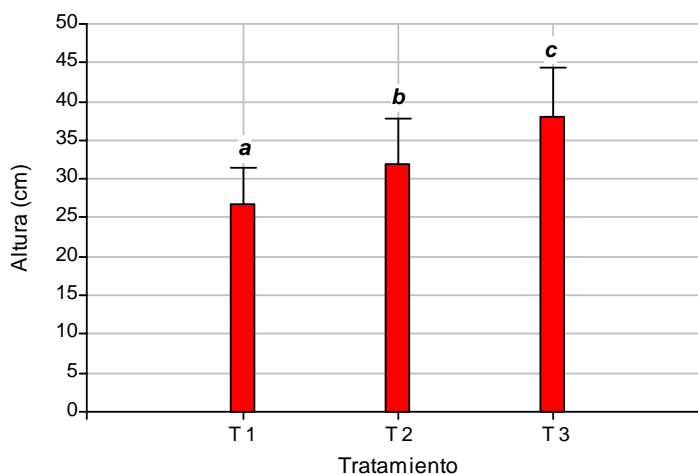


Figura 4. Comparación de tratamientos para la variable Altura de Quillay.

Análisis de la varianza Dac

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC1	54	0,10	0,00	14,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,01	8	0,13	0,65	0,7334
Tratamiento	0,42	2	0,21	1,08	0,3491
Repetición	0,22	2	0,11	0,58	0,5660
Tratamiento*Repetición	0,36	4	0,09	0,47	0,7582
Error	8,73	45	0,19		
Total	9,74	53			

Como se observa en el cuadro de Análisis de varianza del Dac, tanto el modelo como el factor tratamiento, presentaron diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,05$ de confianza.

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que hay diferencias significativas para el Dac de Quillay, correspondiendo los mayores valores de Dac a las plantas fertilizadas con 1 g de producto Ultrasol (Figura 5).

Test: Scott & Knott Alfa: =0,05

Error: 0,1941 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	
T 3	2,97	18	A
T 1	3,15	18	A
T 2	3,17	18	A

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

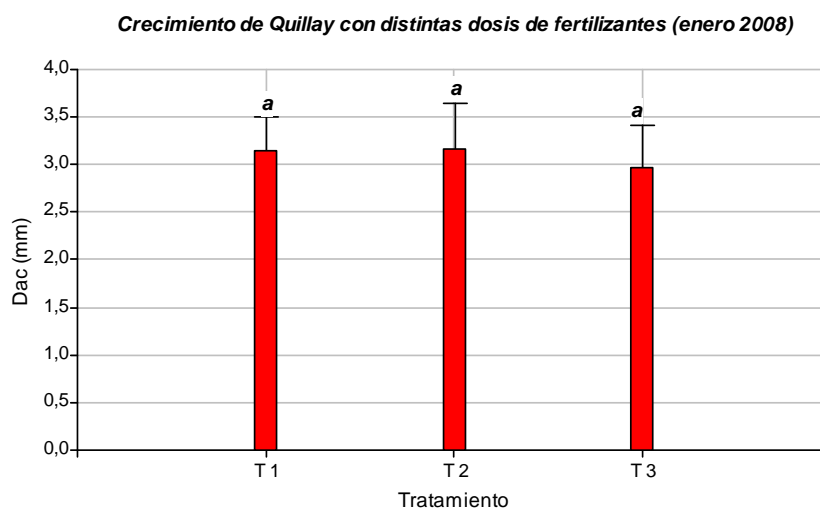


Figura 5. Comparación de tratamientos para la variable Dac de Quillay.

Al comparar la altura de Quillay en la primera medición de enero de 2008, se observa que para la dosis de fertilizante más baja, se obtiene la menor altura de quillay, mientras que para las otras dosis se observa que a mayor dosis mayor es la altura. Para el caso del dac la situación está poco definida.

Segunda evaluación Febrero 2008

Análisis de la varianza de la Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
H2	54	0,30	0,18	19,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1152,55	8	144,07	2,44	0,0279
Tratamiento	1010,32	2	505,16	8,54	0,0007
Repetición	30,53	2	15,27	0,26	0,7736
Tratamiento*Repetición	111,69	4	27,92	0,47	0,7559
Error	2661,08	45	59,14		
Total	3813,63	53			

Como se observa en el cuadro de Análisis de varianza de la Altura, tanto el modelo como el factor tratamiento, presentaron diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,05$ de confianza.

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que hay diferencias significativas para la altura de Quillay, correspondiendo las mayores alturas a las plantas fertilizadas con 3 g por planta, es decir, tratamiento 3 (Figura 6).

Test: Scott & Knott Alfa: =0,05

Error: 59,1352 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	
T 1	34,74	18	A
T 2	38,45	18	A
T 3	45,19	8	B

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

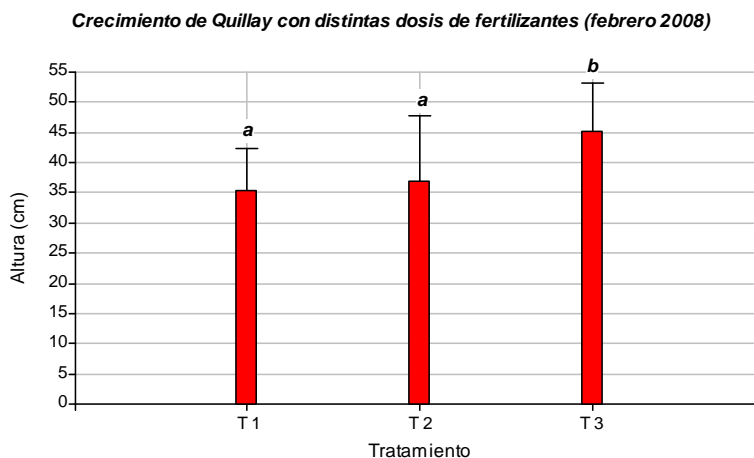


Figura 6. Comparación de tratamientos para la variable Altura de Quillay.

Análisis de la varianza del Dac

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC2	54	0,11	0,00	12,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,01	8	0,13	0,67	0,7154
Tratamiento	3,3E-03	2	1,7E-03	0,01	0,9912
Repetición	0,18	2	0,09	0,48	0,6228
Tratamiento*Repetición	0,83	4	0,21	1,10	0,3705
Error	8,52	45	0,19		
Total	9,53	53			

Como se observa en el cuadro de Análisis de varianza del Dac, ninguno de los factores, presentaron diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,05$ de confianza.

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que no hay diferencias significativas para el Dac de Quillay, no obstante, el tratamiento que presentó el mayor valor de dac fue el 3, es decir, plantas fertilizadas con 3 g de producto Ultrasol inicial (Figura 7).

Test: Scott & Knott Alfa:=0,05

Error: 0,1892 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	
T 2	3,40	18	A
T 1	3,40	18	A
T 3	3,42	18	A

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

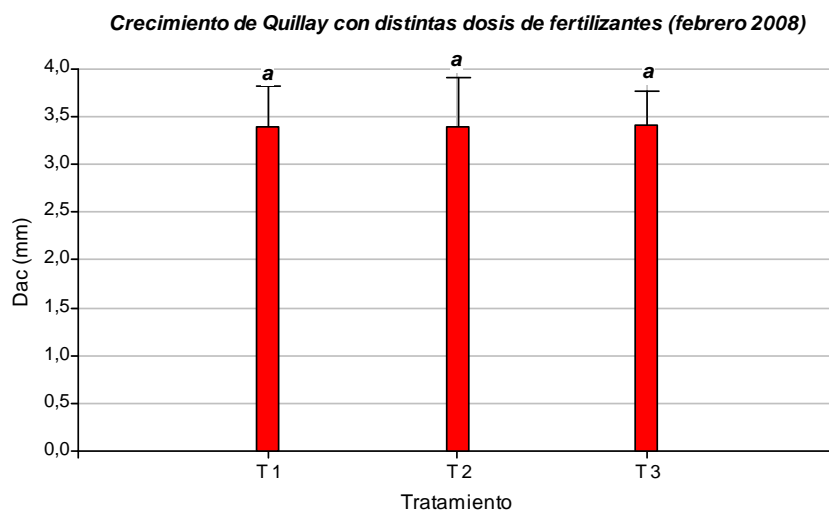


Figura 7. Comparación de tratamientos para la variable Dac de Quillay.

Al comparar la altura y Dac de Quillay en la segunda medición de febrero de 2008, se observa que para la dosis de fertilizante más baja, se obtiene la menor altura de quillay, mientras que para la dosis mayor, se observa la mayor altura y dac de las plantas de Quillay.

En las Figuras 8 y 9 se presenta la evolución mensual del crecimiento en altura y Dac de las plantas de Quillay ensayadas. Se observa que para la variable altura evaluada en los dos periodos, las plantas de Quillay fertilizadas con 3 g de Ultrasol inicial presentan los valores más altos. No obstante, las plantas de Quillay en la segunda evaluación presentan un dac similar para los tres tratamientos.

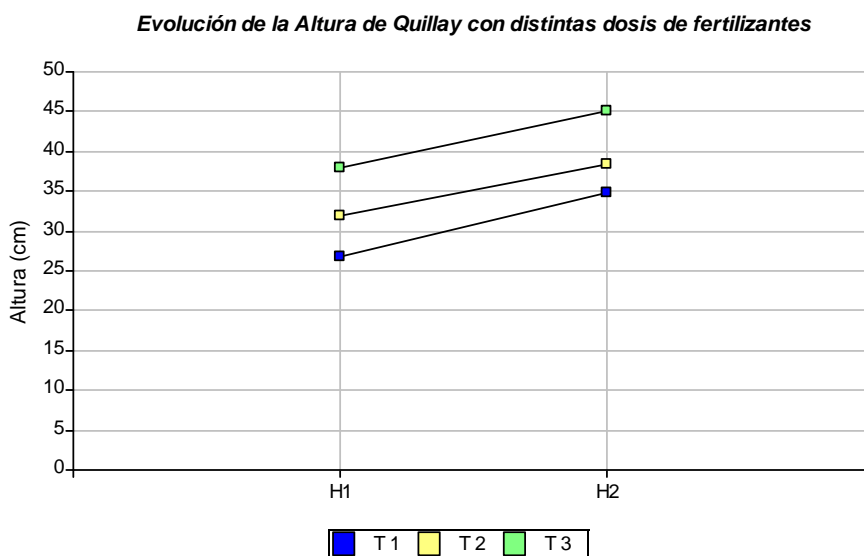


Figura 8. Evolución de la Altura en plantas de quillay producidas con distintas dosis de fertilizantes.

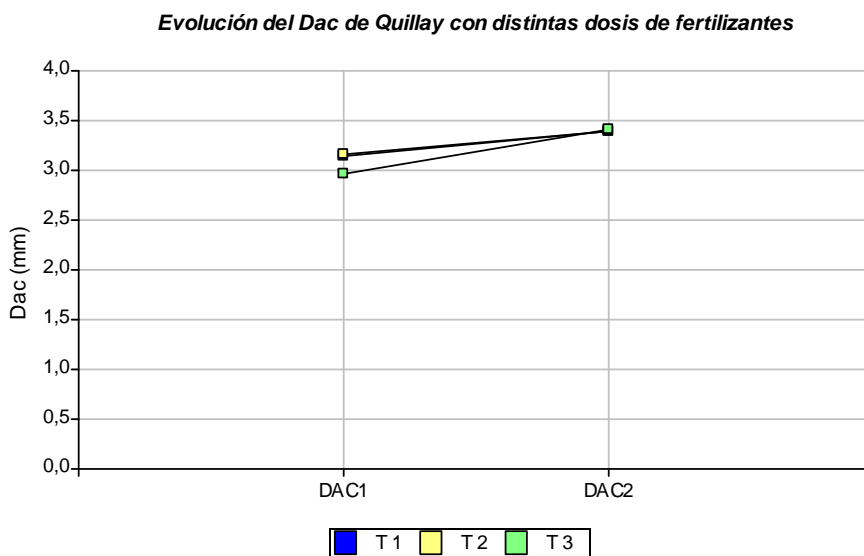


Figura 9. Evolución del Dac en plantas de quillay producidas con distintas dosis de fertilizantes.

Tercera Evaluación Marzo 2008

Análisis de la varianza de la Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
H3	54	0,18	0,03	18,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	707,58	8	88,45	1,24	0,3008
Tratamiento	484,91	2	242,46	3,39	0,0426
Repetición	100,18	2	50,09	0,70	0,5019
Tratamiento*Repetición	122,49	4	30,62	0,43	0,7877
Error	3219,99	45	71,56		
Total	3927,57	53			

Como se observa en el cuadro de Análisis de varianza de la Altura, ninguno de los factores, presentó diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,05$ de confianza.

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que no hay diferencias significativas para la Altura de Quillay, no obstante, el tratamiento que presentó el mayor valor de altura fue el 3, es decir, plantas fertilizadas con 3 g de producto Ultrasol inicial (Figura 10).

Test: Scott & Knott Alfa: =0,05

Error: 71,5553 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	
T 1	41,72	18	A
T 2	44,28	18	A
T 3	48,96	18	A

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

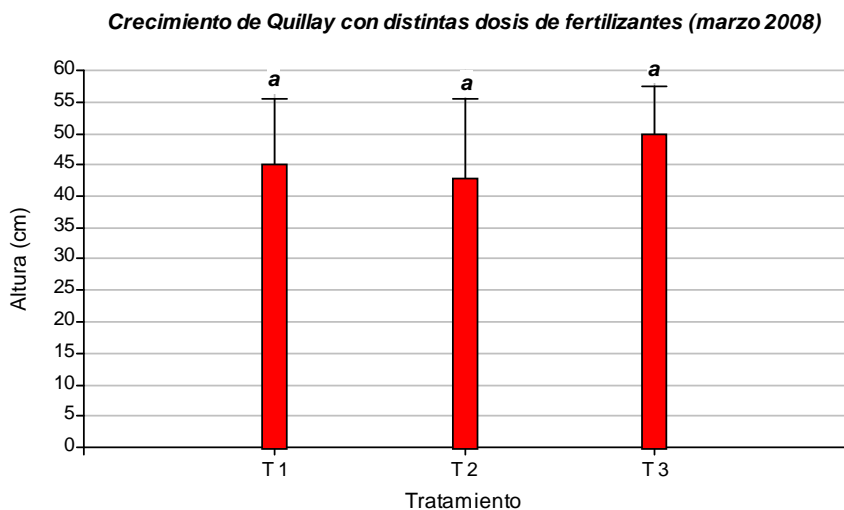


Figura 10. Comparación de tratamientos para la variable Altura de Quillay.

Análisis de la varianza del Dac

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC3	54	0,04	0,00	20,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,15	8	0,14	0,24	0,9816
Tratamiento	0,04	2	0,02	0,03	0,9699
Repetición	0,40	2	0,20	0,33	0,7212
Tratamiento*Repetición	0,71	4	0,18	0,29	0,8798
Error	27,21	45	0,60		
Total	28,36	53			

Como se observa en el cuadro de Análisis de varianza del Dac, ninguno de los factores, presentaron diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,05$ de confianza.

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que no hay diferencias significativas para el Dac de Quillay, no obstante, el tratamiento que presentó el mayor valor de dac fue el 1, es decir, plantas fertilizadas con 1 g de producto Ultrasol inicial (Figura 11).

Test: Scott & Knott Alfa:=0,05

Error: 0,6046 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	
T 3	3,75	18	A
T 2	3,75	18	A
T 1	3,81	18	A

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

Crecimiento de Quillay con distintas dosis de fertilizantes (marzo 2008)

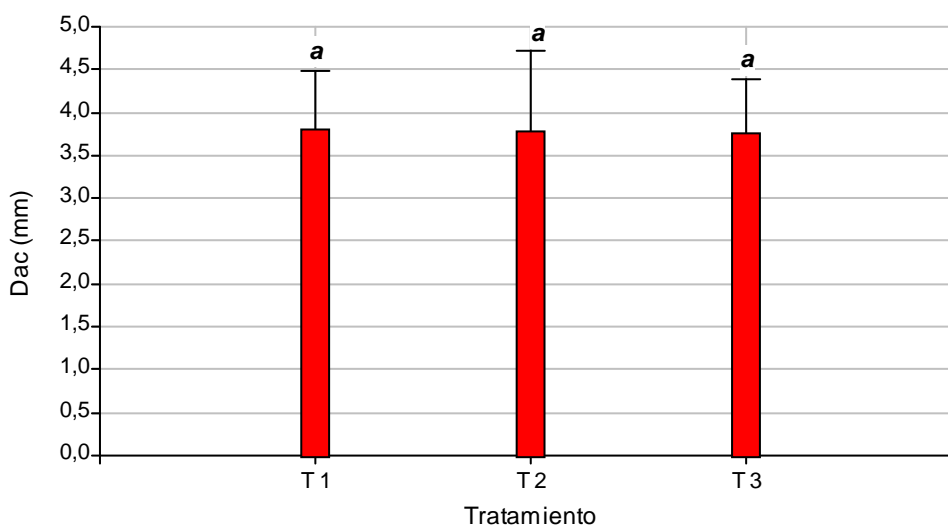


Figura 11. Comparación de tratamientos para la variable Dac de Quillay.

Al comparar la altura y Dac de Quillay en la tercera medición de marzo de 2008, se observa que para la dosis de fertilizante más alta, se obtiene la mayor altura y menor dac de quillay, mientras que para la dosis menor, se observa un mayor dac de las plantas de Quillay, aunque en ninguno de los casos las diferencias son estadísticamente significativas.

En las Figuras 12 y 13 se presenta la evolución mensual del crecimiento en altura y Dac de las plantas de Quillay ensayadas. Se observa que para la variable altura, evaluada en los tres periodos, las plantas de Quillay fertilizadas con 3 g de Ultrasol inicial presentan los valores más altos. No obstante, el dac de las plantas de Quillay en los tres periodos de evaluación es similar para los tres tratamientos.

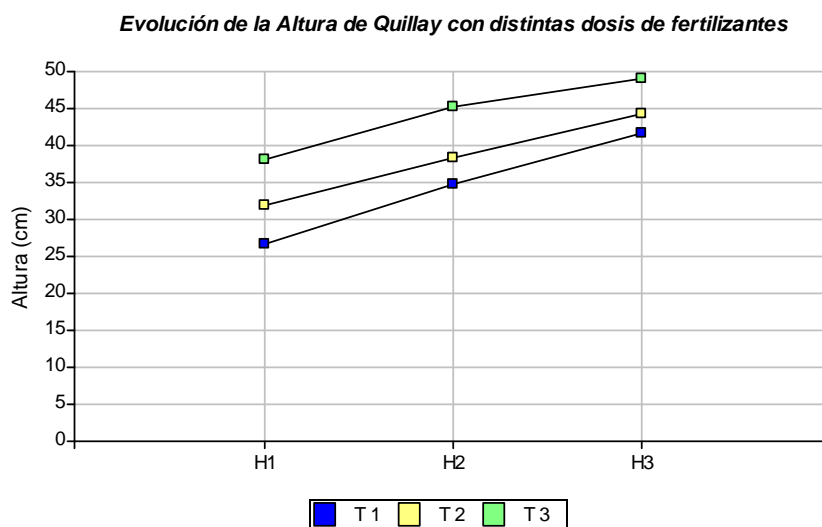


Figura 12. Evolución de la Altura en plantas de quillay producidas con distintas dosis de fertilizantes.

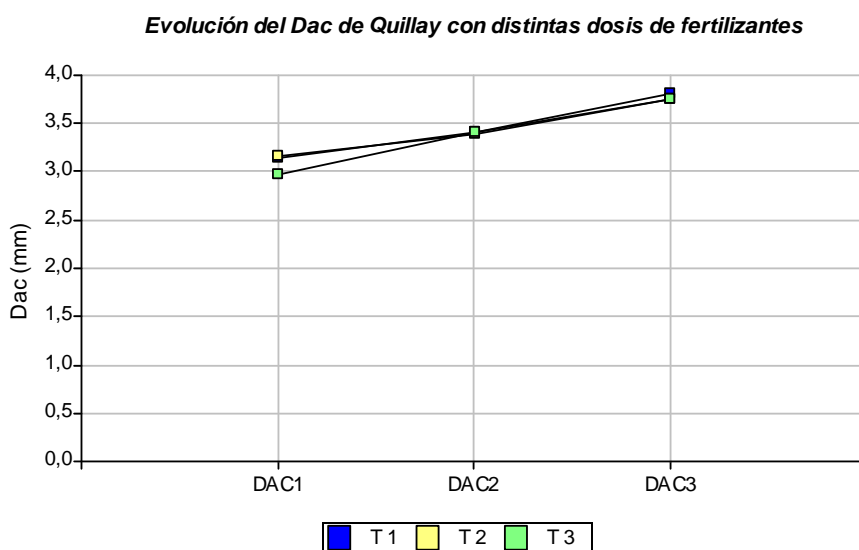


Figura 13. Evolución del Dac en plantas de quillay producidas con distintas dosis de fertilizantes.

Cuarta evaluación (abril 2008)
Análisis de la varianza de la Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
H4	54	0,17	0,02	18,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	643,18	8	80,40	1,12	0,3707
Tratamiento	420,50	2	210,25	2,92	0,0643
Repetición	126,15	2	63,07	0,88	0,4235
Tratamiento*Repetición	96,53	4	24,13	0,34	0,8529
Error	3240,99	45	72,02		
Total	3884,17	53			

Como se observa en el cuadro de Análisis de varianza de la Altura, ninguno de los factores, presentaron diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,05$ de confianza.

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que no hay diferencias significativas para la altura Quillay, no obstante, el tratamiento que presentó el mayor valor fue el 3, es decir, plantas fertilizadas con 3 g de producto Ultrasol inicial (Figura 14).

Test: Scott & Knott Alfa:=0,05

Error: 72,0220 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	
T 1	42,84	18	A
T 2	45,55	18	A
T 3	49,63	18	A

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

Crecimiento de Quillay con distintas dosis de fertilizantes (abril 2008)

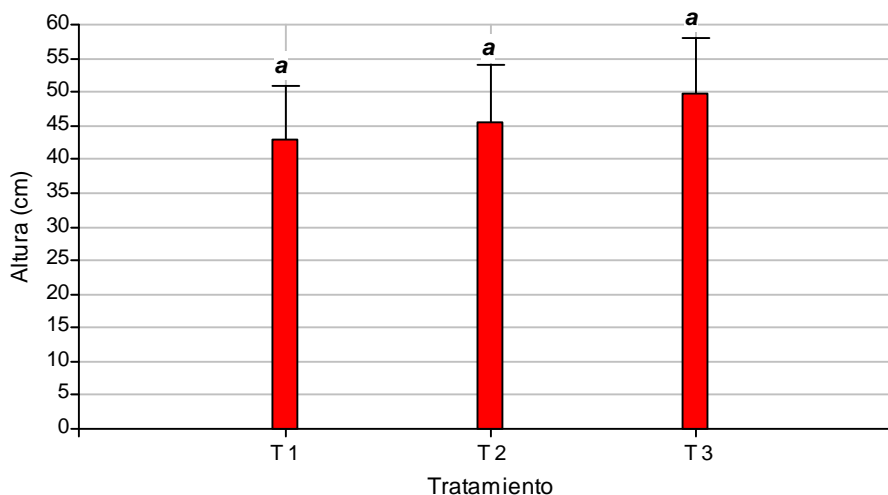


Figura 14. Comparación de tratamientos para la variable Altura de Quillay.

Análisis de la varianza del Dac

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC4	54	0,12	0,00	17,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,25	8	0,41	0,74	0,6529
Tratamiento	0,03	2	0,01	0,03	0,9749
Repetición	0,86	2	0,43	0,79	0,4609
Tratamiento*Repetición	2,36	4	0,59	1,08	0,3774
Error	24,58	45	0,55		
Total	27,83	53			

Como se observa en el cuadro de Análisis de varianza del Dac, ninguno de los factores, presentó diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,05$ de confianza.

Al hacer las pruebas de comparación múltiples para cada variable, se observa que no hay diferencias significativas para el Dac de Quillay, no obstante, el tratamiento que presentó el mayor valor de altura fue el 1, es decir, plantas fertilizadas con 1 g de producto Ultrasol inicial (Figura 15).

Test: Scott & Knott Alfa: =0,05

Error: 0,5463 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	
T 2	4,08	18	A
T 3	4,11	18	A
T 1	4,14	18	A

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

Crecimiento de Quillay con distintas dosis de fertilizantes (abril 2008)

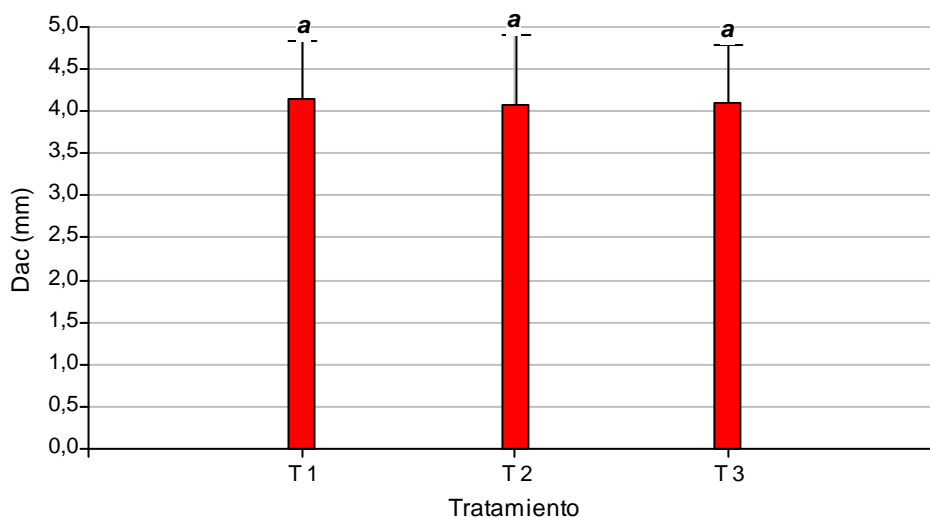


Figura 15. Comparación de tratamientos para la variable Dac de Quillay.

ANÁLISIS Y RESULTADOS EN EL TIEMPO

Análisis Estadísticos Lineales Mixtos

Se observa en las Figuras 16 y 17, que las plantas de Quillay fertilizadas con 1 de Ultrasol inicial, presentan los valores más bajos de altura en todas las mediciones. Respecto al Dac, no se aprecian diferencias durante el periodo de evaluación.

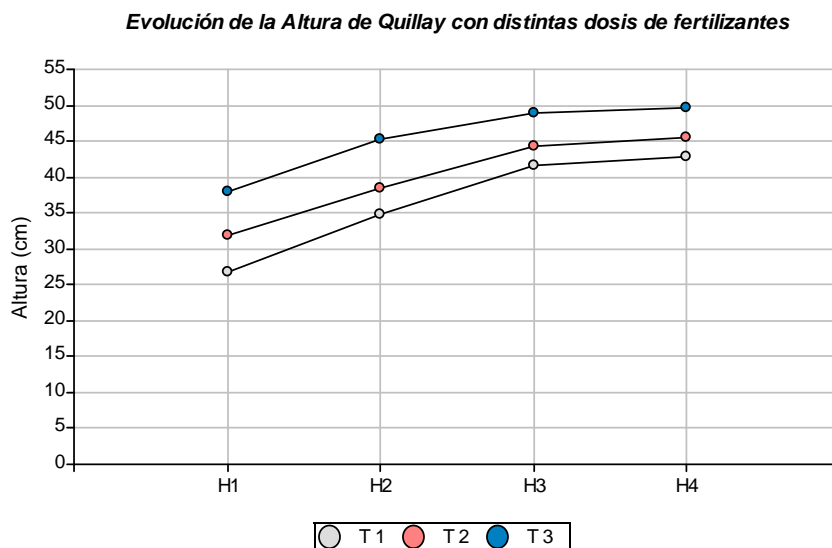


Figura 16. Evolución de la Altura en plantas de quillay producidas con distintas dosis de fertilizantes.

Para analizar la variable Altura en el tiempo se probaron los modelos de Simetría compuesta (CS), Simetría Compuesta heterocedástico (CSH), Autoregresivo de orden 1 (AR1), Autoregresivo heterocedástico de orden 1 (ARH1), los que alcanzaron los criterios de convergencia requeridos por SAS. El modelo no estructurado (UN), no alcanzó los criterios de convergencia.

Tabla 1. Comparación de modelos mixtos empleados

Modelo	Índice AIC	Índice BIC
CS	1.361,2	1.361,8
CSH	1.388,7	1.396,2
AR(1)	1.387,5	1.388,1
ARH(1)	1.401,4	1.408,9

Como muestra la Tabla 1, el modelo que mejor se ajusta corresponde al Modelo CS, que presenta los menores valores en ambos índices.

Tabla 2. Resultados del Modelo de efecto Fijo CS

Efecto	GL	DF	Valor F	Pr > F
Tratamiento	2	4	12,18	0,0199
Tiempo	3	198	61,11	<0,0001
Repetición	2	4	1,03	0,4366
Tratamiento*Tiempo	6	198	0,68	0,6631

Se considera que para medidas repetidas en el tiempo y trabajos de campo un $p < 0,1$ representa diferencias estadísticamente significativas. En la Tabla 2, se observa que el efecto del tratamiento y tiempo son significativos para la variable altura.

Tabla 3. Comparaciones entre tratamientos del modelo CS

Tratamiento	Tratamiento	Estimación	Error Estándar	GL	Valor t	Pr > t
T 1	T 2	-3,5514	1,8224	4	-1,95	0,1231
T 1	T 3	-8,9319	1,8224	4	-4,90	0,0080
T 2	T 3	-5,3806	1,8224	4	-2,95	0,0419

Como se observa en la Figura 16 y en la Tabla 3, existen diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento 1 y el tratamiento 3 y entre el tratamiento 2 y el tratamiento 3, correspondiendo el tratamiento 3 a aquellas plantas de quillay fertilizadas con 3 g de Ultrasol inicial, las que presentan las alturas más altas estadísticamente durante todo el periodo de evaluación.

Evolución del Dac de Quillay con distintas dosis de fertilizantes

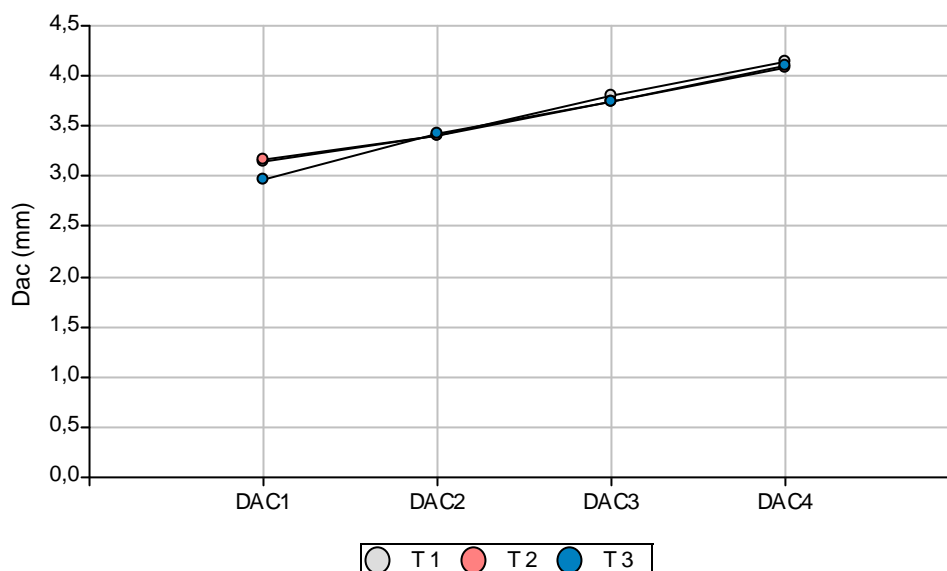


Figura 17. Evolución del Dac en plantas de quillay producidas con distintas dosis de fertilizantes.

Para analizar la variable Dac en el tiempo se probaron los modelos de Simetría compuesta (CS), Simetría Compuesta heterocedástico (CSH), Autoregresivo de orden 1 (AR1), Autoregresivo heterocedástico de orden 1 (ARH1), los que alcanzaron los criterios de convergencia requeridos por SAS. El modelo no estructurado (UN), no alcanzó los criterios de convergencia.

Tabla 4. Comparación de modelos mixtos empleados

Modelo	Índice AIC	Índice BIC
CS	408,8	409,4
CSH	408,9	416,4
AR(1)	415,7	416,2
ARH(1)	418,1	425,6

Como muestra la Tabla 4, el modelo que mejor se ajusta corresponde al Modelo CS, que presenta los menores valores en ambos índices.

Tabla 5. Resultados del Modelo de efecto Fijo CS

Efecto	GL	DF	Valor F	Pr > F
Tratamiento	2	4	0,10	0,9043
Tiempo	3	198	31,49	<0,0001
Repetición	2	4	0,78	0,5183
Tratamiento*Tiempo	6	198	0,18	0,9832

Se considera que para medidas repetidas en el tiempo y trabajos de campo un $p < 0,1$ representa diferencias estadísticamente significativas. En la Tabla 5, se observa que ninguno de los efectos (tratamiento, tiempo y la interacción tratamiento*tiempo) son significativos para la variable Dac.

Tabla 6. Comparaciones entre tratamientos del modelo CS

Tratamiento	Tratamiento	Estimación	Error Estándar	GL	Valor t	Pr > t
T 1	T 2	0,02361	0,1357	4	0,17	0,8703
T 1	T 3	0,06111	0,1357	4	0,45	0,6757
T 2	T 3	0,03750	0,1357	4	0,28	0,7959

Como se observa en la Figura 17 y en la Tabla 6, no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable Dac, dado que las medias de este parámetro son relativamente similares durante el periodo de evaluación.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos durante el periodo de evaluación se puede concluir que:

- Las plantas de *Quillaja saponaria* producidas en contenedores de 280 cc y fertilizadas con dosis de 1, 2 y 3 g de Ultrasol inicial en el periodo de crecimiento inicial, alcanzan una altura media mayor a 42 cm al final del periodo de viverización de una temporada.
- Las plantas de *Quillaja saponaria* producidas en contenedores de 280 cc y fertilizadas con dosis de 1, 2 y 3 g de Ultrasol inicial en el periodo de crecimiento inicial, alcanzan un Dac medio mayor a 4 mm al final del periodo de viverización de una temporada.
- Al comparar el crecimiento en altura y dac, en vivero de plantas de *Quillaja saponaria* producidas en contenedores de 280 cc, y fertilizadas con dosis de 1, 2 y 3 g de Ultrasol inicial, se concluye que aquellas plantas producidas con 1 g de ultrasol inicial presentan los menores valores de altura durante todo el periodo de viverización. No obstante, no se observan diferencias estadísticamente significativas en el Dac durante todo el periodo de evaluación.
- Considerando los crecimientos obtenidos, se recomienda fertilizar con no más de 1 g de fertilizante Ultrasol inicial, ya que plantas de *Quillaja saponaria* alcanzan alturas y diámetros interesantes sin hacer un mayor gasto en vivero por concepto de fertilización.

BIBLIOGRAFÍA

INFOR-INDAP-FIA. 2000. Monografía Quillay (*Quillaja saponaria*). Diversificación de Alternativas de Producción Forestal y Agroforestal para Pequeños Propietarios en el Secano. Proyecto de Desarrollo de las Comunas Pobres de la Zona del Secano (Prodecop-Secano).