



0003919

DIVISION FORESTAL
DEPARTAMENTO SILVICULTURA

AGRINTER



090
INFOR

RESPUESTA DEL QUILLAY (Quillaja Saponaria MOL.) A VARIACIONES
EN EL METODO DE PLANTACION I. Serie : METODOS DE PLANTACION
E INTRODUCCION DE ESPECIES. Región Árida y Semiárida de Chile I.

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

Rita Schickhardt K.
Estadístico - Matemático

José Antonio Prado D.
Ingeniero Forestal

Julio 1976



BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

INSTITUTO FORESTAL
SANTIAGO - CHILE



(357)
090
INFOR
1

INSTITUTO FORESTAL
DIVISION FORESTAL
DEPARTAMENTO SILVICULTURA

Serie:

MÉTODOS DE PLANTACION E INTRODUCCION DE ESPECIES
REGION ARIDA Y SEMIARIDA DE CHILE
I

K10
Título:

"Respuesta del Quillay (Quillaja saponaria MOL.)
a Variaciones en el Método de Plantación". I



BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

JULIO 1976



INFOR

RITA SCHICKHARDT K.
Estadística Matemática

y

JOSE ANTONIO PRADO D.
Ingeniero Forestal

COLABORADORES

Santiago Barros A., Ingeniero Forestal
Pedro Navia A., Técnico Agrícola
Jorge Guzmán V., Técnico Agrícola

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL



INFOR

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el fin de determinar el efecto que tienen sobre el prendimiento y desarrollo inicial de las plantas de Quillaja saponaria Mol., Quillay, las variaciones en el método de plantación.

Esta especie es de interés económico y silvícola puesto que proporciona materias primas para la industria química y puede desarrollarse en malos suelos y de escasos usos alternativos.

Debido a sus cualidades ha sido explotada intensamente, declinando los volúmenes disponibles. A pesar de que esta especie retoña con facilidad, la regeneración es limitada debido a la falta de cuidado del renoval, que por lo general, es dañado por animales.

Para este estudio se realizó una plantación de 4.500 plantas de Quillay en cinco tamaños de hoyos diferentes, en los cuales se colocaron plantas en maceta* y plantas a raíz desnuda con baño de Alginato de sodio.

Transcurrido un año, se controló la supervivencia y se midió la altura de las plantas.

Para analizar los resultados del experimento, se sometieron los datos a regresiones, de acuerdo a varios modelos matemáticos. En la primera parte del análisis se consideraron cuatro modelos para agregados poblacionales. Luego se establecieron otros tres modelos multivariantes, para datos simples.

En el análisis de resultados, todas las dójimas de hipótesis nulas que fue necesario emplear tuvieron un nivel de confianza de 95%.

Todas las conclusiones a que se llegó en los diversos modelos fueron coherentes.

* Bolsa de polietileno.



1.- INTRODUCCION.

El creciente aumento de la población mundial ha creado la necesidad de integrar a la producción, zonas que hasta el momento se encontraban marginadas, por requerir un mayor trabajo para obtener de ellas productividades satisfactorias.

Entre estas zonas, las de mayor importancia, sin duda son las zonas áridas y semiáridas, ya que representan más de un tercio de la superficie terrestre y particularmente en Chile, el 46% de su territorio continental se encuentra en estas condiciones.

A las ciencias forestales les cabe desempeñar un importante papel en el desarrollo de estas zonas, ya que para poder iniciarlo se hace indispensable la recuperación del medio ecológico, que en la mayoría de los casos ha sido fuertemente alterado.

Las difíciles condiciones presentes en estas zonas, generadas fundamentalmente por la escasa pluviosidad, exigen métodos de plantación y producción de plantas muy costosos, con el fin de asegurar rendimientos satisfactorios.

Tradicionalmente se ha usado el método de plantación con macetas, con el objeto de proteger la planta durante su traslado y evitar que experimente daños en sus raíces por la manipulación de plantación, favoreciendo así su adaptación al nuevo medio.

Este método implica fuertes costos en la producción de las plantas, así como en el transporte.

El ensayo realizado intenta medir la respuesta de la planta a una variación en este método, por una plantación a raíz desnuda.

Se sostiene que el éxito de las plantaciones, en zonas de escasa pluviosidad, está fuertemente vinculado con la intensidad del tratamiento que se realice en el suelo, con el objeto de optimizar el aprovechamiento de la escasa humedad disponible y facilitar el desarrollo inicial de la planta, especialmente de su sis-



tema radicular. Por tanto, este ensayo cuantifica la incidencia del tratamiento al suelo en el prendimiento y de sarrollo inicial de las plantas, para lo cual se utilizan distintos tamaños de hoyo en la plantación, combinado con la variación en el método de transporte.

Los resultados que se obtienen de este ensayo, complementados con un estudio de costos de cada uno de los métodos que se emplearon, permitirán determinar el tamaño del hoyo que asegure la utilización óptima de los recursos económicos.

2.- OBJETIVOS.

Objetivos Generales.

Este ensayo determina la respuesta de las plantas a diferentes intensidades de tratamiento del suelo y, a la vez, determina la incidencia que tiene sobre el prendimiento la plantación a raíz desnuda con baño de Alginato de Sodio.

Objetivos Específicos.

- a) Determinar y cuantificar la incidencia que tiene la variación en el método de plantación, expresada en función de distintos tamaños de hoyo, sobre el prendimiento y desarrollo inicial de la planta.
- b) Determinar y cuantificar la incidencia que tiene la variación en el método de transporte, expresado en función de traslado en maceta o a raíz desnuda, con baño de Alginato de Sodio, sobre el prendimiento y desarrollo inicial de las plantas.



3.- ANTECEDENTES DEL LUGAR DE ENSAYO.

3.1.- Ubicación.

Este ensayo se ubica en la Reserva Forestal "Peñuelas", situada en la comuna de Casablanca, provincia de Valparaíso, entre los 33° 10' L.S. y 71° 33' L.W., y corresponde a la V Región de Chile.

La superficie ocupada es de 4,6 ha.

3.2.- Clima.

El clima de la región es templado cálido, con una estación seca prolongada y que corresponde, según Koeppen, a un clima tipo Cab. (2).

El índice de aridez de De Martonne, corresponde a Ic (1).

La precipitación media anual es de 660 mm., promedio obtenido con 40 años de observación, con la siguiente distribución estacional.

Otoño	22,73% = 150 mm.
Invierno	66,51% = 439 mm.
Primavera	9,09% = 60 mm.
Verano	1,67% = 11 mm.

El período seco varía entre 7 y 8 meses.

La temperatura media anual es de 14°C. Las oscilaciones térmicas, tanto anuales como diarias, son moderadas, siendo la media de Enero 18°C y la de Julio 11°C. Al año se registra un promedio de 11 días con temperaturas bajo 0°C.

La nubosidad es media, ya que se registran 121 días nublados, con una cobertura mayor o igual a 6/8 al año (1).



3.3.- Suelo.

La serie de suelo en que se encuentra el ensayo responde a la simbología siguiente:

Geomorfología	5 RM
Suelo y factores limitantes	LD 524
	ee

3.3.1.- Geomorfología y Topografía (5 RM).

El suelo de esta serie en que se encuentra el ensayo, es de posición intermedia, sobre una base de rocas intrusivas, ricas en cuarzo. La topografía es ondulada a quebrada.

Particularmente, en el lugar del ensayo las pendientes varían entre un 10% y un 40% aproximadamente.

El ensayo fue establecido de tal manera que la mitad de las plantas están en exposición N.E. y el resto en N.O., con el fin de minimizar el efecto de este factor.

3.3.2.- Descripción del suelo y factores limitantes.

Este suelo, de acuerdo al estudio realizado por IREN (3), corresponde a la serie Lo Vasquez. Presenta las siguientes características en su perfil:

0 - 21 cm	Pardo oscuro en húmedo, pardo en seco. Textura franco arenosa gruesa o franco arcillo arenosa gruesa; estructura prismática gruesa, débil. pH 6.4.
21 - 45	Pardo amarillento oscuro en húmedo pardo en seco. Textura franco arcillo arenosa gruesa; estructura prismática débil. pH 6.4.



45 - 100	Rojo amarillento en húmedo y en seco. Textura arcillosa. Estructura masiva. pH 6.0.
138 - 150 y +	Pardo fuerte en húmedo; amarillo rojizo en seco. Textura franca a franco arcilloso, plástico, adhesivo, firme. pH 6.0.

El factor limitante principal es la erosión severa o muy severa, que presenta el suelo.

4.- DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

4.1.- Elección del Lugar.

Se eligió la Reserva Forestal "Peñuelas", por ubicarse en una zona semiárida y dentro del rango de distribución del Quillay, por lo que cumple con las condiciones requeridas para este ensayo. Además, por ser una Reserva Forestal, ofrece mayor seguridad para la investigación.

4.2.- Instalación del Ensayo.

Sobre terreno libre de vegetación por roca, se instalaron 8 parcelas, 5 de las cuales fueron plantadas en 1973 y el resto en 1974. Existe total homogeneidad de técnicas en las plantaciones realizadas en ambos años.

El diseño contempla una tercera repetición en el tiempo, con el fin de controlar la incidencia de los efectos de los factores climáticos sobre los resultados.

Las condiciones del suelo pueden considerarse homogéneas en ambas repeticiones.



El espaciamiento de la plantación en el ensayo es de 3 metros entre hileras. En cada hilera hay 3 metros entre plantas.

El total de plantas en este experimento es de 4.500, considerando hasta la 2ª repetición.

4.3.- Definición de los tratamientos.

- Tamaño de hoyo:

Se plantó en 5 tamaños de hoyo diferentes.

- Método de protección a la raíz.

- Transporte y plantación en maceta.

- Transporte y plantación a raíz desnuda con baño de Alginato de Na, al 2% en las raíces.

5.- RECOLECCION DE LA INFORMACION.

La información fue recolectada al año de establecido el ensayo.



6.- DISEÑO DEL ANALISIS.

En el análisis de las variaciones que experimenta una variable dependiente, de naturaleza discontinua, en este caso la supervivencia, se generaran problemas teóricos que hacen discutible la aplicación de d́cimas de hipótesis que involucren entre sus supuestos el requerimiento de normalidad y continuidad. A estos efectos se harán los estudios preliminares usando como unidad experimental una fila de plantas, lo cual da la posibilidad de trabajar con un agregado de la población, que en este caso particular será el porcentaje de plantas vivas, después del período seco. La generación de esta variable, que hemos llamado "porcentaje de supervivencia", es altamente conveniente ya que transforma la variable dependiente en una variable continua, con todos los beneficios que esto significa.

Con el propósito de ser consecuente con la utilización de un agregado para la variable supervivencia, se trabajará con la media de las alturas de cada unidad experimental, fila de plantas.

Por las consideraciones ya expuestas el presente trabajo efectuará un primer análisis utilizando las variables obtenidas de la manera descrita; sin embargo, se acompaña en segundo análisis en que se utilizan las variables como datos simples. Posteriormente se compararon los resultados y se obtuvieron conclusiones confirmadas y coherentes.

6.1.- Relaciones en Estudio

6.1.1.- Relaciones en que se trabaja con agregados poblacionales.

- Relación entre el porcentaje de supervivencia y el tamaño del hoyo de plantación, si se planta con maceta.
- Relación entre el porcentaje de supervivencia y el tamaño del hoyo de plantación, si se planta a raíz desnuda, con tratamiento de Alginato Na, en las raíces.
- Relación entre el desarrollo inicial (al año) de las plantas, expresado en altura, y el tamaño del hoyo de plantación, si se planta con maceta.
- Relación entre el desarrollo inicial (al año) de las plantas, expresado en altura, si se planta a raíz desnuda, con tratamiento de Alginato de Na, en las raíces.



6.1.2.- Relaciones en que se trabaja con mediciones simples de la población.

- Relación entre la supervivencia y todas las demás variables independientes, consideradas simultáneamente.
- Relación entre el desarrollo inicial, expresado en altura, y las demás variables independientes, consideradas simultáneamente.

6.2.- Definición de las variables.

Para los análisis del punto
6.1.1.- se utilizarán las siguientes variables:

Y1 porcentaje de supervivencia

Y2 promedio en altura

Estas variables dependientes, se han obtenido de cada una de las unidades muestrales es decir, de cada una de las filas.

X1 tamaño del hoyo (independiente) *

Para el análisis del punto
6.1.2.- se definen las variables de la manera siguiente:

- Condiciones de transporte y plantación constituirían una variable independiente, de características explicativas (c variable de atributo), por lo cual se tratará como una variable de naturaleza dicotómica.

Planta en maceta, se le asigna el valor 1.

Planta a raíz desnuda, con tratamiento de Alginato de Na, se le asigna valor 0 (cero).

* Medida en dm³, cuyo recorrido ha sido prefijado.



- Tamaño del hoyo, variable independiente.
- Variable transformada que considera el efecto que podrían generar los tamaños de hoyo, si ello obedece a una función cuadrática de la forma $x_1 + x_1^2$.
- Supervivencia: variable aleatoria de naturaleza discontinua, de características de atributo. Será tratada como una variable Dummy dicotómica, y se le asignan los siguientes valores:

Planta viva después del período seco, se le asigna el valor 1.

Planta muerta después del período seco, se le asigna el valor 0 (cero).

- Altura. Variable aleatoria de naturaleza continua. La altura de la planta será considerada como una expresión de su desarrollo inicial, ya que se hace imposible usar el peso seco de la planta, para estas mediciones.

6.3.- Modelos.

6.3.1.- Modelos para agregados poblacionales.

Con los agregados poblacionales se alimentarán los cuatro modelos que se detallan:

Modelo 1: $y_i = a + b x$

Modelo 2: $y_i = a e^{bx}$

Modelo 3: $y_i = a x^b$

Modelo 4: $y_i = a + b x + c x^2$

Para cada uno de estos modelos se establecerán las relaciones expuestas en el punto 6.1.1.-

6.3.2.- Modelos para datos simples.

Con los datos simples se alimentarán los siguientes modelos:

Modelo 1: $y_1 = a_1 + b_1x_1 + c_1x_2$

Modelo 2: $y_2 = a_2 + b_2x_1 + c_2x_2$

Modelo 3: $y_2 = a + b x_1 + c x_2 + d x_2^2$

7.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

7.1.- Con agregados poblacionales.

7.1.1.- Relación entre porcentaje de supervivencia y tamaño del hoyo de plantación, si se planta con maceta.

Año 1973.

De los cuatro modelos ensayados para la regresión de los datos de supervivencia, con respecto al tamaño del hoyo, se ha considerado como la más aceptable la regresión múltiple de forma, $y = a + bx + cx^2$, a pesar de no haber mayores diferencias entre los coeficientes de correlación determinados para cada uno de los modelos aplicados.

En consecuencia, la ecuación de regresión es la siguiente:

$$y_1 = 86,247 + 0,0328 x + 0,0001 x^2$$



Los valores de "t", calculados para cada uno de los coeficientes de regresión son:

$$t_b = 0.1962 \text{ y } t_c = 0.1116$$

en tanto que "t" tabulado para un nivel de confianza del 95% es 2,0739, lo cual indica que los B no son significativamente distintos de cero, por lo tanto no hay relación entre las variables. Los otros modelos ensayados reafirman la conclusión.

Esto indica que la supervivencia, cuando se ha plantado con cepellón, no se ve influenciada por el tamaño del hoyo y depende, por lo tanto, de otros factores no considerados en este estudio, entre los que sin duda, estarán el clima, especialmente la pluviometría, las condiciones del suelo, la calidad de las plantas y otros.

Año 1974.

La ecuación de regresión que presenta el más alto coeficiente de correlación para la regresión de los porcentajes de supervivencia, con respecto al tamaño de los hoyos, es la de forma:

$y = a + bx + cx^2$ en consecuencia, la ecuación es la siguiente:

$$y = 84,332 + 0,005 x + 0,0005 x^2$$

Los valores de "t" calculados para los coeficientes de regresión son:

$$t_b = 0,025 \text{ y } t_c = 0,379$$

El "t" tabulado para un nivel de confianza del 95% y doce grados de libertad es 21.788. La comparación de estos valores indica que tanto B₁ como B₂ no son significativamente distintos de cero, lo cual reafirma que no existe relación entre las variables "X" e "Y".

7.1.2.- Relación entre porcentaje de supervivencia y tamaño del hoyo de plantación, si se planta a raíz desnuda.

Año 1973.

En este caso, entre los cuatro modelos ensayados para la regresión de los datos de supervivencia, con respecto al tamaño de los hoyos, cuando se planta a raíz desnuda, considerando los valores de "R" y "F" se ha elegido la ecuación lineal simple de forma $y = a + bx$ como la más adecuada. Por lo tanto la ecuación de regresión es la siguiente:

$$y_1 = 32,751 + 0,307 X$$

R. Desnuda

El valor de "t" calculado para el coeficiente de regresión es 4,472, siendo el "t" tabulado, para un nivel de confianza de un 95% y 23 grados de libertad, 2,069. En consecuencia B es significativamente distinto de cero, lo que indica una relación, que en este caso es positiva, entre las variables. Es decir hay una relación directa entre el porcentaje de supervivencia de las plantas a raíz desnuda y el tamaño del hoyo de plantación. Sin embargo, el coeficiente de determinación "R²" es bajo. Esto significa que el modelo lineal sólo explica una parte del fenómeno de prendimiento, el cual está sujeto a otra serie de factores.

Cabe señalar que el "R" correspondiente a la regresión polinomial es 0,71 (superior al "R" de la ecuación aceptada) antes de ser corregido por los grados de libertad. Obviamente el R debe mejorar al aumentar el número de regresores, sin que necesariamente se haya encontrado un mejor modelo. En este caso la variación es muy pequeña como para ser atribuida a un mejor ajuste.

Año 1974.

Basándose en los valores de "R" y "F", se ha considerado el modelo lineal simple como el que mejor representa la relación entre el porcentaje de supervivencia y el tamaño de hoyo de plantación, cuando las plantas han sido colocadas a raíz desnuda. En consecuencia la ecuación de regresión es la siguiente:

$$y = 45,086 + 0,171 x$$

R. Raíz

El valor de "t" calculado para el coeficiente de regresión es:

$$t_b = 2,979$$

El valor de "t" tabulado para un nivel de confianza del 95% y trece grados de libertad, es 2.1604, por lo tanto, el valor calculado cae fuera de los límites de aceptación de la hipótesis nula $B=0$, lo que indica que existe relación, que en este caso es positiva, entre las variables sometidas a regresión.

- 7.1.3.- Relación entre la altura de las plantas y el tamaño del hoyo de plantación, si se planta con maceta.

Año 1973.

De los cuatro modelos ensayados para la regresión de los datos de crecimiento en altura, agrupadas como promedios, el que presenta el más alto coeficiente de correlación es el de forma $y = a + bx + cx^2$. En consecuencia la ecuación de regresión es la siguiente:

$$y_2 = 13,084 + 0,113 x - 0,0005 x^2$$

Los valores de "t" calculados para los coeficientes de regresión son:

$$t_b = 3,3402 \text{ y } t_c = 2,3148$$

siendo el "t" tabulado para un nivel de confianza del 95% y 22 grados de libertad, 2,0739. Por lo tanto, B_1 y B_2 son significativamente distintos de cero, lo cual está indicando que hay una relación directa entre el desarrollo inicial de las plantas, expresado en altura, y el tamaño del hoyo de plantación, cuando se ha plantado con cepellón.



El coeficiente de determinación (R^2) cuyo valor es 0,64 podría considerarse satisfactorio, ya que sólo ha sido incluido en este estudio, uno de los múltiples factores que pueden influir en el desarrollo inicial de las plantas.

Los otros modelos probados confirman estas conclusiones.

Año 1974.

Ningún modelo obtuvo un coeficiente de determinación (R^2) que pudiera considerarse aceptable, ya que el más alto, correspondiente al modelo polinomial alcanza sólo a 0,052. Por lo tanto, estos resultados no pueden considerarse confiables para las conclusiones.

- 7.1.4.- Relación entre la altura de las plantas y el tamaño del hoyo de plantación, si se planta a raíz desnuda.

Año 1973.

En este caso, los cuatro modelos ensayados muestran que no existe relación entre el desarrollo en altura de las plantas colocadas a raíz desnuda y el tamaño del hoyo de plantación. Sin embargo, considerando los valores de "R" y "F", el modelo más representativo sería el de forma $y = a + bx$. Por lo tanto, la ecuación de regresión obtenida es:

$$y_2 = 8,419 + 0,009 x$$

El valor de "t" calculado para el coeficiente de regresión es:

$$t_b = 1.108$$

El valor de "t" tabulado, para un nivel de confianza de un 95% y 23 grados de libertad es 2,0687. Por lo tanto, B no es significativamente distinto de cero, de lo que se desprende que

no hay relación entre las variables, Es decir, el desarrollo en altura de las plantas colocadas a raíz desnuda no se ve afectado por el tamaño del hoyo, al año de haber sido plantadas.

Año 1974.

Los resultados del año 1974 confirman las conclusiones obtenidas de los resultados del año anterior, en el sentido que indican que no existe relación entre las variables sometidas a regresión.

El modelo que presenta el mayor coeficiente de correlación, es el de forma $y = a e^{bx}$. En consecuencia, la ecuación de regresión es:

$$y = 13,4 e^{-0,01 x}$$

El valor de "t" calculado para el coeficiente de regresión es 1,82, en tanto que el "t" tabulado para un nivel de confianza de 95% y 13 grados de libertad es 2,16. En consecuencia, B no es significativamente distinto de cero.

7.2.- Con datos simples.

7.2.1.- Año 1973.

Modelo N°1: $y = 0,40 + 40 x_1 + 0,002 x_2$, $n = 300$

Supervivencia.

El coeficiente de correlación múltiple ajustado por grados de libertad es 0,46, lo cual indica que en este modelo no están consideradas todas las variables que puedan afectar la supervivencia.



Los valores de "t" calculados para cada uno de los coeficientes de regresión son:

$$t_b = 26,75 \text{ y } t_c = 9,60$$

El "t" de tablas para 95% de confianza, con 3.000 observaciones es de 1,97. Por lo tanto, ambas variables son significativamente distintas de cero, para explicar las variaciones de la supervivencia.

Este modelo, al plantearse la variable x_1 como una Dummy asignándosele el valor cero a raíz desnuda, los efectos de esta forma de transporte serán recogidos por el término independiente "a" y, cuando se dice que el coeficiente de X es significativamente distinto de cero, se está aludiendo a los efectos de maceta, a que se asignó el valor 1.

El coeficiente de la variable X_2 , tamaño del hoyo, a pesar de ser significativamente distinto de cero, no tiene gran incidencia en este modelo.

Es importante hacer notar que en este modelo, la correlación entre las variables "condiciones de transporte" (en que la maceta asume el valor 1) y "tamaño del hoyo" tuvo el valor 0.0, lo cual confirma las conclusiones obtenidas por medio de los modelos anteriores.

Modelo N°2: $y = 7,59 + 7,72 x_1 + 0,02 x_2$

Altura.

El coeficiente de correlación múltiple ajustado por grados de libertad, es 0,49, con lo que la afirmación anterior se mantiene, es decir, no están consideradas todas las variables que afectan el desarrollo inicial de las plantas.



Los valores de "t" son:

$$t_b = 25,02 \text{ y } t_c = 7,28$$

y ambos significativamente distintos de cero, ya que el "t" de tablas es 1,97.

Por las mismas razones expuestas en el Modelo N°1, esto indica que la altura tiene una dependencia positiva del tamaño de hoyo y del transporte en maceta.

Modelo N°3: $y = 6,31 + 7,75 x_1 + 0,08 x_2 - 0,0004 x_2^2$

Altura.

En atención a que el coeficiente de correlación múltiple (R), ajustado por grado de libertad, es prácticamente el mismo que en el Modelo anterior a pesar de aumentar el número de variables, aceptaremos el Modelo N°2 como el mejor ajuste de la regresión.

7.2.2.- Año 1974.

Modelo N°1: $y = 0,354 + 0,406 x_1 + 0,002 x_2$

Supervivencia.

En la repetición en el tiempo, con este modelo se obtuvo también un $R = 0,46$.

Los valores de "t" obtenidos son:

$$t_b = 26,59 \text{ y } t_c = 10,82.$$



lo cual nos conduce a las mismas conclusiones en la prueba de hipótesis.

Altura.

Modelo N° 2: $y = 9,271 + 8,511 x_1 + 0,049 x_2$

El coeficiente de correlación obtenido es $R = 0,44$, por lo que podemos decir que la diferencia que muestra con respecto al mismo modelo ensayado con las observaciones del año anterior, no es importante.

Los valores de "t" son:

$$t_b = 20,49 \text{ y } t_c = 10,80$$

lo cual conduce a las mismas conclusiones de la prueba de hipótesis.

Altura.

Modelo N°3: $y = 7,619 + 8,577 x_1 + 0,122 x_2 - 0,0005 x_2^2$

En este caso las variables se comportan de forma análoga, en lo expuesto en el modelo correspondiente del año anterior.

8.- CONCLUSIONES.

- La plantación con macetas favorece el desarrollo inicial de las plantas en cualquiera de los tamaños de hoyo ensayados.
- La supervivencia de las plantas que han sido plantadas en maceta, no es influenciada por el tamaño de hoyo de plantación.

- Existe una relación directa entre la supervivencia de las plantas que fueron colocadas a raíz desnuda y el tamaño del hoyo de plantación.
- El desarrollo inicial de las plantas de Quillay, expresado por medio de la altura, cuando se ha plantado con maceta, presenta una relación directa con el tamaño de hoyo de la plantación.
- Las plantas colocadas a raíz desnuda, no experimentan variaciones en su desarrollo inicial frente a la variable "tamaño de hoyo". Sin embargo, hay que destacar que cuando se ha detectado relación entre las variables independientes y el fenómeno a explicar, sea este prendimiento o desarrollo en altura, dicha relación es baja, es decir, que aun cuando tiene incidencia, evidentemente existen otros factores de importancia.

Si se quiere tener una explicación más completa de ambos fenómenos, se deberá realizar un experimento que contemple factores tales como la precipitación y su distribución a lo largo del año, la insolación, la humedad relativa, las neblinas, punto de rocío, el suelo y sus nutrientes y competencia interespecífica, entre otros.



BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

B I B L I O G R A F I A

- 1.- ALMEYDA, ELIAS. Recopilación de datos climáticos de Chile y Mapas Sinópticos Respectivos. Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile. s.e. 1958.
- 2.- CORFO. Geografía Económica de Chile. Texto refundido. Santiago de Chile. 1965.
- 3.- IREN. Suelos. Descripción Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID. 1964.
- 4.- JOHNSTON, J. Métodos de Econometría. Vicens - Vives. Tercera Edición Barcelona. 1975.
- 5.- KAMINSKY, MARIO. Aplicaciones de Econometría. CIENES, Santiago, Chile. 1975.
- 6.- SNEDECOR, G. Métodos Estadísticos C.E.C.S.A. México. 1964.
- 7.- TORANZOS, F. Teoría Estadística y Aplicaciones. KAPELUSZ. B. Aires. 1971.
- 8.- VITA, A. Algunos Antecedentes para la Silvicultura del Qui - llay. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, U. de Chile. 1974. (Bol. Tec. N°28).



ANEXO DE RESULTADOS

Resultados de Modelos con Agregados Poblacionales
CUADRO N° 1

7.1.1.- Año 1973.

Relación Supervivencia - Tamaño de Hoyo (maceta)

Coeficientes de Regresión

Modelo	$\bar{y}$	$\bar{x}$	Correl. y/x	a	b	c	t calc. de a	R	F calc.
$y = a + bx$	88,48	51,33	0,33	85,862	0,051	-	1,698	0,33	2,884
$y = ae^{bx}$	88,48	51,33	0,33	85,635	0,0006	-	1,678	0,33	2,815
$y = ax^b$	88,48	51,33	0,33	68,601	0,031		1,600	0,32	2,600
$y = a + bx + cx^2$	88,48	51,33	0,33	86,247	0,0328	0,0001	0,196	0,33	1,386

CUADRO N° 2

7.1.2.- Año 1973.

Relación Supervivencia - Tamaño de hoyo
(raíz desnuda)

Coeficientes de Regresión

Modelo	$\bar{y}$	$\bar{x}$	Correl. y/x	a	b	c	t calc de a	R	F calc.
$y = a + bx$	48,51	51,33	0,68	32,751	0,307	-	4,472	0,68	19,999
$y = ae^{bx}$	48,51	51,33	0,64	32,367	0,006	-	4,015	0,64	16,119
$y = ax^b$	48,51	51,33	0,68	2,124	0,370		4,506	0,68	20,310
$y = a + bx + cx^2$	48,51	51,33	0,68	23,282	0,750	-0,0031	2,032	0,71	10,957

CUADRO N° 3

7.1.3.- Año 1973.

Relación Altura-Tamaño de Hoyo
(Maceta)

Coeficientes de Regresión

Modelo	$\bar{y}$	$\bar{x}$	Correl. y/x	a	b	c	t calc. de a	R	F cal
$y = a + bx$	16,59	51,33	0,74	14,734	0,036	-	5,303	0,74	28,124
$y = ae^{bx}$	16,59	51,33	0,72	14,742	0,002	-	5,027	0,72	25,268
$y = ax^b$	16,59	51,33	0,78	5,781	0,127		6,059	0,78	36,549
$y = a + bx + cx^2$	16,59	51,33	0,74	13,084	0,113	-0,0005	3,340	0,80	19,410

CUADRO N° 4

7.1.4.- Año 1973.

Relación Altura-Tamaño de Hoyo
(Raíz Desnuda)

Coefficientes de Regresión

Modelo	$\bar{y}$	$\bar{x}$	Correl. y/x	a	b	c	t.calc. de a	R	F calc.
$y = a + bx$	8,90	51,33	0,22	8,419	0,009	-	1,108	0,22	1,228
$y = ae^{bx}$	8,90	51,33	0,18	8,365	0,001	-	0,863	0,18	0,745
$y = a + bx + cx^2$	8,96	51,33	0,22	8,224	0,019	-0,00006	0,393	0,22	0,607

7.1.1.- Año 1974.

Relación Supervivencia-Tamaño de Hoyo
(Maceta)

Coefficientes de Regresión

Modelo	$\bar{y}$	$\bar{x}$	Correl. y/x	a	b	c	t calc. de a	R	F calc.
$y = a + bx$	87,33	51,33	0,52	83,31	0,078	-	2,234	0,52	4,99
$y = ae^{bx}$	97,33	51,33	0,51	83,258	0,001	-	2,160	0,51	4,67
$y = ax^b$	87,33	51,33	0,45	74,658	0,042	-	1,834	0,45	3,36
$y = a + bx + cx^2$	87,33	51,33	0,53	84,882	0,005	0,0005	0,025	0,53	2,40

CUADRO N° 6

7.1.2.- Año 1974.

Relación Supervivencia-Tamaño de Hoyo
(Raíz Desnuda)

Coeficientes de Regresión

Modelo	$\bar{y}$	$\bar{x}$	Correl. y/x	a	b	c	t calc. de a	R	F calc.
$y = a + bx$	53,867	51,33	0,64	45,086	0,171	-	2,979	0,64	8,87
$y = ae^{bx}$	53,867	51,33	0,61	44,911	0,003	-	2,778	0,61	7,72
$y = ax^b$	53,867	51,33	0,58	29,274	0,161	-	2,565	0,58	6,58
$y = a + bx + bx^2$	53,867	51,33	0,64	46,153	0,131	0,0004	0,374	0,64	4,12



CUADRO N° 7

7.1.2.- AÑO 1974.

Relación Altura-Tamaño de Hoyo
(Maceta)

Coefficientes de Regresión

Modelo	$\bar{y}$	$\bar{x}$	Correl. y/x	a	b	c	t calc. de a	R	F calc.
$y = a + bx$	21,73	51,33	0,17	21,220	0,010	-	0,609	0,16	0,371
$y = ae^{bx}$	21,73	51,33	0,19	21,002	0,001	-	0,718	0,19	0,510
$y = ax^b$	21,73	51,33	0,13	20,014	0,021	-	0,502	0,14	0,250
$y = a + bx + cx^2$	21,73	51,33	0,17	22,276	-0,039	0,0003	-0,430	0,23	0,33

7.1.4.- Año 1974.

Relación Altura-Tamaño de Hoyo
(Raíz Desnuda)

Coefficientes de Regresión

Modelo	$\bar{y}$	$\bar{x}$	Correl y/x	a	b	c	t calc. de a	R	F calc.
$y = a + bx$	12,71	51,33	-0,42	13,448	-0,0142	-	-1,685	0,42	2,84
$y = ae^{bx}$	12,71	51,33	-0,45	13,401	-0,001	-	-1,818	0,45	3,31
$y = ax^b$	12,71	51,33	-0,42	15,556	-0,056	-	-1,669	0,42	2,69
$y = a + bx + cx^2$	12,71	51,33	-0,42	13,271	-0,006	-0,00006	-0,125	0,43	1,33

7.2.- Resultados de Datos Simples.

7.2.1.- Año 1973

Modelo N°1.

La regresión lineal de 3.000 observaciones para el modelo:

$$y = a + bx_1 + cx_2$$

dió los siguientes resultados:

$$y = 0,40 + 0,40 x_1 + 0,002 x_2$$

en que:

y = supervivencia
x₁ = condiciones de transporte
(maceta = 1; raíz desnuda = 0)
x₂ = tamaño de hoyo en dm³

Modelo N°2.

La regresión lineal múltiple para 2.086 observaciones dió como resultado la siguiente ecuación:

$$y = 7.59 + 7.72 x_1 + 0.02 x_2$$

en que:

y = altura en cm
x₁ = condiciones de transporte
(raíz desnuda = 0 maceta = 1)
x₂ = tamaño del hoyo en dm³

Modelo N°3.

Regresión lineal múltiple para
2.086 datos para el modelo. $y = a + bx_1 + cx_2 + dx_2^2$ dió
los siguientes resultados:

$$y = 6,31 + 7,75 x_1 + 0,08 x_2 - 0,0004 x_2^2$$

en que:

y = altura en cm.
 x_1 = condiciones de transporte
(raíz desnuda = 0; maceta = 1)
 x_2 = tamaño del hoyo en dm^3

7.2.2.- Año 1974.

Modelo N°1.

Regresión lineal múltiple para
1.500 datos.

La ecuación resultante es:

$$y = 0,354 + 0,406 x_1 + 0,002 x_2$$

Modelo N°2.

Regresión lineal múltiple para
la altura, con 3 variables.

La ecuación resultante es:

$$y = 9.271 + 8.511 x_1 + 0,049 x_2$$



Modelo N°3.

Regresión lineal múltiple para la altura, con 4 variables dió la siguiente ecuación:

$$y = 7.619 + 8.577 x_1 + 0.122 x_2 - 0,0005 x_2^2.$$



