

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SELECCION DE INDICADORES PARA LA EVALUACION
DE LA PRODUCTIVIDAD POTENCIAL EN LIMONEROS
Y SU CORRELACION CON SUELOS DE LA REGION
GRANJERA SUR DEL URUGUAY.

POR

ARIEL SZOGI

T E S I S

MONTEVIDEO
URUGUAY
1982



MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SELECCION DE INDICADORES PARA LA EVALUACION
DE LA PRODUCTIVIDAD POTENCIAL EN LIMONEROS
Y SU CORRELACION CON SUELOS DE LA REGION
GRANJERA SUR DEL URUGUAY.

por

ARIEL SZOGI

TESIS presentada como uno de los requi-
sitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo (Orientación
Granjera)

Montevideo
URUGUAY
1982

Tesis aprobada por:

Director: ING. AGR. JUAN CARLOS SEGUNDO
(Nombre completo y firma)

ING. AGR. LUIS BIZO
(Nombre completo y firma)

ING. AGR. MARTA BENTANCUR
(Nombre completo y firma)

Fecha: 27 - 12 - 82

Autor: 
ARIEL SZOCI
(Nombre completo y firma)

AGRADECIMIENTOS

El autor de esta tesis agradece a todas las personas que en forma directa o indirecta han contribuido a la realización de este trabajo. En particular:

- Al Ing.Agr. Juan Carlos Sganga de la Dirección de Suelos, por su constante ayuda y apoyo en la dirección de este trabajo.
- A la Ing.Agr. Marta Bentancur del Plan Citrícola, por su permanente colaboración en el transcurso del trabajo.
- Al Ing.Agr. Luis Bisio de la Cátedra de Fruticultura de la Facultad de Agronomía por sus sugerencias y disposición para que este trabajo se llevara a cabo.
- A la Ing.Agr. Carmen Goñi e Ing.Quím. Albina Secondi de Carbonell por la realización del análisis foliar.
- A los integrantes del Laboratorio de Análisis Químicos de la Dirección de Suelos del Ministerio de Agricultura y Pesca y en especial a la Sra Lourdes López y a la Sta. Carmen Mesones.
- Al Bach. Juan Pablo Forest del Plan Citrícola por su ayuda en el trabajo de campo.
- A los integrantes de la Cátedra de Biotría de la Facultad de Agronomía por la supervisión del trabajo estadístico.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1 PRONOSTICO DE PRODUCCION	3
2.1.1 Indicadores vegetativos de producción	3
2.1.2 Estimación de producción de frutos	6
2.2 SUELOS	10
2.2.1 Consideraciones generales	10
2.2.2 Materia Orgánica y Nitrógeno	12
2.2.3 pH	16
2.2.4 Fósforo	18
2.2.5 Potasio	20
2.2.6 Calcio	22
2.2.7 Magnesio	24
2.2.8 Agua y respiración radicular	25
2.2.9 Espesor del suelo y manejo	27
2.3 CLIMA	29
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	37
3.1 LOCALIZACION	37
3.2 CONDICIONES ECOLOGICAS DEL EXPERIMENTO	37
3.2.1 Suelos	37
3.2.2 Clima	38
3.3 TRABAJO DE CAMPO	39
3.4 TRABAJO DE LABORATORIO	39
3.4.1 Suelos	39

3.4.2	Análisis foliar	40
3.5	CARACTERISTICAS DEL MONTE Y LOS ARBOLES	40
3.6	FERTILIZACION	41
3.7	ELECCION DE VARIABLES	41
3.8	METODO ESTADISTICO	43
4.	<u>RESULTADOS</u>	44
4.1	METODO DE PRONOSTICO DE PRODUCCION	44
4.2	ESTUDIO DE LA RELACION ENTRE PARAMETROS VEGETA- TIVOS Y VARIABLES DEL SUELO.. .. .	52
5.	<u>DISCUSION</u>	60
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	65
7.	<u>RESUMEN</u>	66
8.	<u>LITERATURA CITADA</u>	67
9.	<u>LITERATURA CONSULTADA</u>	75
10.	<u>APENDICE</u>	76

15	Datos empleados en el análisis estadístico de "Step-Wise"	53
16	Correlaciones simples entre parámetros de suelo	54
17	Análisis de varianza para la regresión $y = b_0 + b_1 x_1$	55
18	Coefficientes de correlación parcial dado profundidad del horizonte A	55
19	Análisis de varianza para la regresión $y = b_0 + b_1 x_1 + b_3 x_3$	56
20	Coefficientes de correlación parcial dados profundidad y materia orgánica del horizonte A ..	57
21	Análisis de varianza para la regresión $y = b_0 + b_1 x_1 + b_3 x_3 + b_6 x_6$	57
22	Análisis de varianza para la regresión $y = b_0 + b_7 x_7$	58
23	Coefficientes de correlación parcial dado Ca del horizonte C	58
24	Análisis de varianza para la regresión $y = b_0 + b_6 x_6 + b_7 x_7$	59

Figura N°		Página
1	Regiones climáticas para el cultivo de citrus .	33
2	Perfil de humedad Argisol Me	34
3	Perfil de humedad Brunosol Rg	35
4	Perfil de humedad Planosol RPa	36
5	Distribución de fruta en suelo 1	48
6	Distribución de fruta en suelo 2	49
7	Distribución de fruta en suelo 3	50

1. INTRODUCCION

En estos últimos años ha tomado gran auge el cultivo de cítricos en el área Granjera Sur. Estos cultivos se están llevando a cabo en una zona donde quizás ninguna de las condiciones climáticas sea del todo favorable, según Orecchia (1970). Sin embargo su instalación responde a un factor económico más que climático, pues las cercanías a Montevideo permiten un transporte menos costoso y en el caso de fruta de exportación una más rápida llegada al puerto.

Este trabajo tiene la finalidad de contribuir al conocimiento de la relación suelo-árbol la cual es importante para planificar la implantación racional de montes frutales, debido a que el complejo ambiental formado por suelo, clima y factores bióticos, incide en el crecimiento y producción de los mismos.

Con relación a los suelos, trabajos tan tempranos como los de Soneira y Guerra (1929), indican una producción bastante buena de naranjas y mandarinas en la zona de Melilla.

Este trabajo trata de estudiar cómo inciden las diferentes variables del suelo sobre el crecimiento de árboles jóvenes en producción. Como antecedente existen trabajos similares realizados en eucaliptus (Sganga, 1970) y en frutales de hoja caduca (Varela y Sosa Dias, 1981), donde se estudió la variación de parámetros vegetativos con las variables aportadas por el suelo (profundidad, materia orgánica, pH, etc.).

Por otra parte el crecimiento vegetativo va a estar condicionando una determinada capacidad de producción que es variable año a año dentro de ciertos límites, y que se estabiliza a cierta edad del árbol, siendo directamente influida por las condiciones ambientales (suelos, clima, plagas, etc.).

Esta tesis estudia la potencialidad que tienen tres series de suelos, para la producción de cítricos. Se tomó como referencia la producción de limones, realizándose las observaciones en el área de Melilla, en el establecimiento del Sr. Taranco.

Así como se estudió la capacidad de crecimiento vegetativo en cada suelo, se chequeó a través de un método estimativo la producción de los árboles. Se determinó el ajuste de este método a los valores reales y la distribución de los tamaños de fruta en cada suelo.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 PRONOSTICO DE PRODUCCION

La determinación de la producción de un árbol frutal en montes comerciales representa un problema para el investigador ya que al final de la cosecha sólo se conoce en forma aproximada el volumen total de la misma. La cosecha y clasificación de fruta es una tarea que insume mucho tiempo. Ante tales circunstancias es necesario usar algún método a los efectos de pronosticar el posible rendimiento.

2.1.1 Indicadores vegetativos de producción

La eficiencia de producción puede ser definida como rendimiento por unidad de capacidad de producción. Para los citrus la eficiencia es comúnmente expresada como cajas/árbol o cajas/acre. Desde que la producción potencial de citrus se considera una función del desarrollo del follaje, otros medios de expresión de la eficiencia pueden ser más útiles. Por ejemplo, la eficiencia puede ser calculada como rendimiento por unidad de área ocupada por árbol, área de follaje, volumen de follaje o volumen de follaje productor de fruta. (Adair Wheaton et al, 1978).

Greene y Gerber (1967), estudiaron la distribución de la energía radiante en los citrus. La radiación neta total fue determinada externamente e internamente al follaje de árboles pequeños, medianos y grandes de naranja. Se constató que la parte exterior del follaje (de 1 a 3 pies) sombreaba el resto del árbol acentuándose cuando el sol estaba en el cenit, siendo el efecto mayor sobre árboles grandes que pequeños. En consecuencia, el área fotosintética estará condicionando el crecimiento, desarrollo y producción del árbol.

Turrel (1961) estudiando el crecimiento del área fotosintética de los citrus encontró que la relación entre el diámetro de tronco y el total de área fotosintética era algo curvilínea, pero se volvía rectilínea graficándola en papel semilogarítmico. Además halló que existía relación lineal entre los logaritmos del diámetro de tronco medido en cm y el volumen de follaje del árbol.

Westwood y Roberts (1970), constataron en manzanos que el área de la sección transversal del tronco tiene una relación lineal con el peso total de la parte aérea del árbol. Esto sugiere que las mediciones del tronco pueden ser usadas para estimar el potencial de producción frutal.

Culver y Till (1967), realizaron mediciones en citrus y durazneros de rendimiento y cuatro parámetros vegetativos: área, volumen del follaje, altura y circunferencia del pie. El área y volumen de follaje están cercanamente relacionados a través de ecuaciones de regresión lineal. Para los citrus la altura del árbol proporciona un buen estimador de la superficie del follaje y la medida de la circunferencia del tronco es útil a los efectos de estimar el tamaño tanto de árboles de citrus como durazneros. Sin embargo la correlación de cada una de las medidas vegetativas con el rendimiento resultaron bajas o negativas, no analizando los autores este efecto.

Waring (1920), mencionando por Westwood y Roberts (1970), reportó que los rendimientos medidos en árboles frutales, basados en la circunferencia de tronco eran más significativos que aquellos realizados en base a rendimiento por árbol.

Heinicke (1921), citado por Pearce (1952) y Westwood y Roberts (1970), encontró que una duplicación de la circunferencia del tronco determinaba un incremento de 7,3 veces el peso de árboles jóvenes de manzano.

Sudds y Anthony (1928), mencionado por Pearce (1952), aseguran que la circunferencia del tronco y las ramas están tan altamente correlacionadas al peso y elongación de las mismas, que son los únicos datos necesarios a tomar en estudios del vigor de manzanos. Por otro lado Hoblyn (1931) citado por Pearce (1952), determina que sólo una medida de la circunferencia del tronco no es suficiente sino que hay que tomar una faja cilíndrica del mismo como medida del vigor.

Pearce (1952), Pearce y Davies (1954) determinaron que el peso de la parte aérea con respecto a una faja cilíndrica de tronco medida a determinada altura del injerto se comporta según la fórmula adaptada de Huxley (1924) mencionado por Pearce (1952), Turrel (1961), Turrel et al. (1969) y Westwood y Roberts (1970) $W = AG^b$. Donde W es peso de la parte aérea, G es la faja cilíndrica del tronco, b es potencia de la faja y A es una constante.

Pearce (1956) y Holland (1959) estudiaron el hecho de sustituir la medición del tronco por medición de fajas en las ramas resultando buena estimación del grosor y el área de sección transversal del tronco, cuando este no podía ser medido en casos de unión injert-portainjerto enterrados o troncos deformados de manzanos.

Westwood y Roberts (1970), concluyen en su trabajo sobre manzano que el rendimiento de fruta por cm^2 de sección transversal de tronco es el estimador más simple y útil para expresar la eficiencia de producción del árbol.

Ferree (1980) midió el desarrollo del follaje y la eficiencia productiva de árboles de manzana c.v. "Golden Delicious" bajo diferentes sistemas de conducción. Para evaluarlos utilizó como parámetros número de frutas/ 100 cm^2 de área foliar y kg/cm^2 de sección transversal de tronco.

Existen otras relaciones que merecen ser consideradas; el

diámetro del tronco en citrus está altamente relacionado con la edad ($r = 0,972$). La relación entre el diámetro del tronco y la edad del árbol es lineal, lo cual permite expresarla en forma de ecuación de regresión, (Turrel, 1961). Sin embargo, Webber y Satchellor (1943), citados por Turrel et al. (1969), midiendo muchas variedades de citrus en diversos lugares del mundo indican que tanto la altura como los diámetros de los troncos tienen una relación no lineal en forma de curva sigmoide con la edad del árbol y se transforma en rectilínea cuando se grafica en papel logarítmico.

Las curvas de frecuencia de distribución de la sección transversal con respecto a la edad en las plantas de citrus son normales en los primeros años de plantación y cambian con el tiempo a otro tipo de distribución, (Turrel et al. 1969).

Varela y Sosa Dias (1981), encontraron que uno de los parámetros que más incidía en la circunferencia de los troncos de naranjo y duraznero era la edad de los árboles, así como el nivel de materia orgánica del horizonte A y el pH del suelo.

2.1.2 Estimación de producción de frutos

Según Williams (1971), las primeras tentativas de estimar la producción de citrus en los E.E.U.U. consistían en recolectar observaciones subjetivas del rendimiento del cultivo.

Posteriormente Kelly (1953) y Stout (1962), citados por Williams (1971), estudiaron y pusieron en práctica en citrus el método "improve frame count" (conteo corregido en marco), que se basa en calcular la superficie de follaje a los efectos de referirla a una cantidad de fruta por unidad de superficie.

Se usó un marco midiendo dos pies de lado, el mismo se colocó sobre la periferia del follaje y la fruta proyectada por la extensión imaginaria de este marco fue contada hasta el tronco. Cada unidad de muestreo constituyó una proporción determina

de del tronco total de la superficie de follaje. El inverso de esta proporción es el factor de expansión para estimar la cantidad de fruta total del árbol. Stout (1962), citado por Williams (1971), determinó que este método no era del todo satisfactorio debido a que omitía la medición de frutas puesto que el factor de expansión era referido a una forma geométrica del árbol, no siempre representativa en árboles podados o seriamente afectados por heladas.

Jessen (1955) estudió y evaluó el método "randomized branch sampling" (muestreo de ramas al azar) en naranja. Calculó un estimador insesgado del número promedio de frutas por árbol a partir de frutas contadas en muestras de ramas seleccionadas al azar, con probabilidad dada, proporcional al área de sección transversal de la rama. Williams (1971), indica en su trabajo que este método dio mejores resultados debido a que se basa en la correlación de la sección transversal de las ramas con los respectivos rendimientos, es al azar e independiente de las fórmulas geométricas.

Chaplin y Westwood (1972), basados en la premisa: los rendimientos por árbol son una función de la superficie de follaje productora de fruta, la densidad y tamaño de frutas sobre la misma superficie, ajustaron en cerezos c.v. "Royal Ann" de 10 a 40 años de edad, variado tamaño, posa y densidad, las siguientes fórmulas:

$$A. \quad Y \text{ (índice de rendimiento)} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \frac{W_i F_i}{L_i}}{n} \right] T$$

Dado: W es peso por fruta (g)

F es n.º de frutos

L es área sección transversal de la rama (cm^2)

n es n.º de ramas

T es área sección transversal del tronco

B.

Índice de rendimiento (Y) = F [Rendimiento (x)]

Con la fórmula B se realizó un análisis de correlación y regresión y se ajustó una recta de regresión que permite predecir la producción de cerezas. Se concluye finalmente que esta técnica podría ser usada para ajustar ecuaciones de regresión predictoras de rendimientos en otros cultivos frutícolas.

Forshey y Elfving (1979), estudiaron la aplicación de un método de estimación para cuatro cultivares comerciales de manzana, que consistía en seleccionar dos ramas por árbol y en ellas realizar dos mediciones de gramos de fruta/cm de circunferencia de rama y número de frutas/cm de circunferencia de rama. Multiplicaron las dos mediciones respectivamente por las siguientes medidas obtenidas del tronco: circunferencia, sección transversal y media geométrica de la circunferencia y sección transversal. Se midió por otro lado la carga total (Kg/árbol y número de frutas/árbol). Se realizaron análisis de correlación y regresión, calculando seis coeficientes de correlación respectivamente siendo los más altos media geométrica de circunferencia y sección transversal-peso de frutos/árbol ($r=0,91$) y media geométrica de circunferencia y sección transversal-número de frutos/árbol ($r=0,93$). Respectivamente se ajustaron dos rectas de regresión que permitieron estimar la producción. En conclusión este método es rápido pero afectado de error por la variación entre tronco y medida del árbol debida a factores como portainjerto, poda, condiciones del suelo, fertilización, forma de conducta de fructificación, tamaño del árbol y densidad.

Otras relaciones que se deben tener en cuenta son aquellas que tienen que ver con el peso y diámetro de la fruta. Turrel y Herselise (1964), citados por Turrel et al. (1969), ajustaron una recta de regresión para limón "Eureka" relacionando diámetro ecuatorial (D) en cm y peso en gr (M):

$$D = 0,40891 M + 0,18020$$

Esta ecuación de regresión es especialmente valiosa cuando se mide fruta en los primeros estadios de desarrollo, debido a que es bastante precisa para estimar el crecimiento sin necesidad de sacrificar fruta.

Por otra parte la relación entre volumen y peso de fruta tiene un coeficiente de determinación ($r^2 = 0,96$) el cual nos indica la utilidad de determinar los diámetros de fruta que a su vez están correlacionados linealmente con el peso, (Williams, 1971).

Parker y Batchelor (1972), observaron que la distribución de los rendimientos de naranja Washington Navel se aproximaba a curvas de frecuencia normal en seis de los siete años de estudio. En el primer año de producción la distribución no resultó normal.

La distribución de los diámetros de fruta resultaron cercanamente normales cuando se usó un gran número de datos de varios años en pomelos (Showers, 1950 y Grunow, 1961 citados por Turrel et al. 1969).

2.2 SUELOS

2.2.1 Consideraciones generales

Los cítricos crecen y se desarrollan en un amplio rango de suelos, desde arenosos hasta arcillosos (Jones y Embleton, 1973).

La composición físico-química del terreno para el cultivo de agrios puede variar en proporciones relativamente importantes (Praloran, 1977). Por lo tanto con un cuidadoso ajuste de las prácticas culturales según el tipo de suelos, los citrus pueden cultivarse satisfactoriamente en diferentes suelos (Jones y Embleton, 1973).

Por otra parte, lo que se debe tener en cuenta es que las raíces de los citrus son funcionales a lo largo de las estaciones y por espacio de muchos años. En estas condiciones, el sistema radicular de los citrus está sujeto a un amplio rango de variación del medio físico, disponibilidad de nutrientes y temperatura (Jones y Embleton, 1973).

Las características físicas están determinadas por el tamaño de las partículas del suelo (textura), la relación de posición de estas partículas (estructura) en los distintos horizontes y las relaciones de un horizonte con otro (características del perfil). Estos factores determinan el total de espacio poroso y el tamaño de los poros a través de los cuales el agua, los nutrientes en solución y el aire se mueven en el suelo. (Igratieff y Page, 1970; Jones y Embleton, 1973; Praloran, 1977).

En nuestro país, se realizó un estudio preliminar de la aptitud citrícola de algunas regiones (De León y Forelli, 1970), pero entre las áreas estudiadas no se encontraba el área que abarca esta tesis. Sin embargo, Soneira y Guerra (1929), realizaron un estudio para la determinación de las zonas y tierras más aptas para fomentar la producción citrícola en el Uruguay,

siendo una de las áreas consideradas, la localidad de Melilla.

Para las condiciones físicas de los suelos de la región granjera sur hay que poner en evidencia su textura arcillosa; González (1944) citado por Praloran (1977) afirma que en climas templados la proporción de arcilla puede alcanzar el 40% sin ningún inconveniente. Asimismo Roederer (con.pers.) citado por Praloran estima también que el porcentaje admisible de arcilla depende sobre todo de la naturaleza y edad de las arcillas que condicionan su poder esponjoso. Este hecho también es considerado por Ignatieff y Page (1960), asegurando que suelos arcillosos aptos para la citricultura son aquellos que poseen un buen drenaje natural y buena estructura granular.

Para las condiciones del área granjera sur, Soneira y Guerra (1929), mencionan para naranja Valencia y de ombligo, que han demostrado poseer buenas cualidades en esta región (en tierras con un contenido mayor de 40% de arena gruesa, pH 6.5-7 y un porcentaje de arcillas que no exceda de 35%).

Por su parte, González-Sicilia (1960), considera que la resistencia mecánica que presenta la arcilla a la penetración de las raíces es un factor de importancia en el desarrollo del sistema radicular que en los suelos de esta clase es menos denso y bastante menos fibroso, y como consecuencia, el porte de los árboles es menor.

De lo anteriormente citado, se desprende la necesidad de considerar las aptitudes edáficas del portainjerto usado en nuestro país y en el área en estudio, que es el *Poncirus trifoliata*. De León y Morelli (1970), indican que el trifolia presenta sistema radicular abundante, se adapta bien a los suelos un poco húmedos y algo arcillosos, siendo inadecuado para suelos ácidos y calcáreos; siendo completamente flojo en la resistencia a la sequía. Prefiere suelos ácidos y puede tolerar hasta pH ca 4.

2.2.2 Materia orgánica y Nitrógeno

Los restos vegetales de toda naturaleza, hojas, ramas muertas que caen al suelo, constituyen la fuente esencial de materia orgánica desde su llegada al suelo y son más o menos rápidamente descompuestos por la actividad biológica (Duchaufour, 1970).

La materia orgánica cumple ciertas funciones: en primer lugar, la materia orgánica funciona como un "granulador" de las partículas minerales. Asimismo, la materia orgánica es la mayor fuente del suelo de importantes elementos minerales: fósforo, azufre y nitrógeno. Por su efecto sobre la condición física de los suelos, la materia orgánica también tiende a aumentar la cantidad de agua que el suelo pueda contener y la proporción de esta agua utilizable por las plantas. Por último, la materia orgánica es la principal fuente de energía para los microorganismos del suelo. (Buckman y Brady, 1965).

Además la materia orgánica influye sobre el comportamiento de los árboles. Si se considera el comportamiento de las raíces, se constata que las mismas exploran con preferencia las partes del suelo ricas en materia orgánica. (Trocmé y Gras, 1964).

En el caso de los cítricos el agregado de materia orgánica al suelo redundó en el mejoramiento del tamaño de fruta debido a dos factores: a) efecto sobre la estructura del suelo mejorando la penetración de agua y los factores relacionados (Parker y Jerry, 1945, citados por Parker y Jones, 1951).

b) La materia orgánica contiene apreciables cantidades de potasio, fosfato y otros nutrientes así como nitrógeno (Parker y Jones, 1951).

Con respecto a experiencias nacionales, Varela y Sosa Díaz (1961), concluyen que el vigor de los árboles de manzano está influenciado directamente por la edad de los árboles y el contenido de materia orgánica del horizonte A.

Según Duchaufour (1970) el nitrógeno mineral constituye la fuente esencial de nitrógeno, absorbible por las plantas. El mismo proviene en su mayor parte de la mineralización más o menos rápida de la materia orgánica fresca y una pequeña parte de la mineralización lenta de compuestos húmicos coloidales (1 a 2% por año), los que constituyen una reserva de nitrógeno debido a que son relativamente estables y resistentes a la acción microbiana.

Smith (1966) enumera las funciones del nitrógeno en los cítricos: es un constituyente de aminoácidos, proteínas, clorofila, alcaloides, amidas y otros compuestos en la planta. El nitrato absorbido es rápidamente reducido en las raíces y probablemente asimilado en forma de aminoácidos antes de ser traslocados a otras partes de la planta.

El nitrógeno disponible en el suelo, está en su mayor parte en forma de nitrato y varía desde 0 a cientos de ppm de nitrógeno como nitrato. Si el nitrógeno del suelo como nitrato es mayor de 5 ppm, no debe ser agregado fertilizante. Sin embargo, un nivel menor de 5 ppm no necesariamente indica una deficiencia, pero más bien el nivel de nitrógeno debe ser revisado por análisis foliar (Jones y Embleton, 1973).

Entre los elementos necesarios para un adecuado crecimiento del árbol, el nitrógeno es aquel que más comúnmente se encuentra deficiente en los suelos (Embleton, Reitz y Jones, 1973; Reitz, 1961; Reuther, Embleton y Jones, 1950).

La necesidad de aplicaciones de nitrógeno en montes de cítricos ha sido explicada, por lo menos en parte, por el hecho de que este elemento tiene una existencia más bien transitoria en el suelo. El nitrógeno está mucho más sujeto a la lixiviación que la mayoría de los elementos y una parte se pierde en la atmósfera en forma de gas. (McGland 1947; Chaparr, Liebig y Rayner, 1949, citados por Parker y Jones, 1951 y Smith, 1965).

Evidencias de deficiencia de nitrógeno en limones han sido reportadas por Vergara et al. (1973), en Chile en suelos arcillosos con registros pluviométricos de 700 a 1000 mm. Goñi et al. (1981) en un relevamiento nutricional de limoneros de la zona granjera sur (Uruguay) realizaron un muestreo foliar con estudio de suelos. En suelos característicos de la zona Brunosoles éutricos, Brunosoles subéutricos y Planosoles, se observó que el 34% de los montes muestreados se encontraba en rango bajo de nitrógeno y en rango de deficiencia un 28% según el estándar foliar para hoja de rama fructífera del Dr. Chapman.

Una deficiencia severa reduce el crecimiento total del árbol y drásticamente baja el rendimiento. Sin embargo, el efecto de una deficiencia moderada no es tan obvia (Smith, 1969, citado por Embleton, Reitz y Jones, 1973).

Según Smith (1966) es difícil establecer tasas exactas de nitrógeno u otros elementos fertilizantes en plantas perennes como los citrus debido al cambiante e impredecible efecto del medio ambiente. Sin embargo, pese a ello la curva de respuesta de Mitscherlich de rendimientos decrecientes es aplicable a los citrus.

El nitrógeno es particularmente importante en el momento de la floración. Dentro de ciertos límites, el número de flores se halla directamente vinculado con el nivel de nitrógeno del árbol o sea esencialmente en las hojas, que son las que contienen la mayor parte del nitrógeno (Smith, 1966).

Según Praloran (1977), la resistencia de los agrinos al frío va unida a veces a las aportaciones tardías de nitrógeno. Estas son peligrosas pues provocan un nuevo impulso vegetativo y una floración tardía poco antes del período del frío.

Rodney y Sharples (1961) en ensayos con limón Lisbon hallaron que incrementando la fertilización nitrogenada de 1 lb/árbol por año a 2,5 o 4 lb resultó no haber incremento en el nú-

mero de frutas excepto cuando fosfatos o abono animal eran agregados al nitrógeno. Esto también fue observado por Parker y Jones (1951) al asegurar que los fertilizantes nitrogenados y las fuentes de materia orgánica fueron los únicos materiales que aplicados al suelo incrementaron los rendimientos en naranja.

Jones et al. (1970) en un ensayo con dos variedades de limones (Monroe Lisbon y Prior Lisbon) y dos tasas de fertilización nitrogenada concluyen que hay una tendencia a incrementar los rendimientos con incremento de las tasas de N.

Wallace et al. (1955) citado por Smith (1966) indican que el nitrógeno influye negativamente en el porcentaje de jugo, positivamente en el porcentaje de ácidos, no variando el porcentaje de sólidos del jugo en limones.

Embleton, Jones y Platt (1975) reportan que los experimentos han demostrado poco efecto de N en la calidad del limón, como color de la fruta, forma de la misma y contenido de jugo.

Neo, et al. (1974) en un experimento con limón "Bearss" informar que el incremento de las tasas de nitrógeno aplicadas incrementaron la producción de fruta, incidencia de fruta con sarna y frutas verdes.

El status de nitrógeno de un citrus afecta la absorción o distribución de prácticamente todos los otros elementos. Las reacciones más evidentes son los efectos antagónicos entre N y P o K y la relación sinérgica entre N y Ca o Mg (Smith, 1966).

2.2.3 pH

El concepto de pH y los métodos de medición que se valen de él fueron pensados para tratar de evaluar a qué intensidad de acidez responden los sistemas biológicos. El valor de pH del suelo se ha usado desde hace ya mucho tiempo para representar la intensidad de acidez de éste y asimismo ha sido aceptado como criterio estándar para caracterizar suelos (Black, 1975).

Los cultivos cítricos se llevan a cabo satisfactoriamente en varios suelos en un rango de pH 5 (mediamente ácido) hasta cerca de pH 6,5 (mediamente alcalino) (Jones y Embleton, 1973)

Según Ignatieff y Page (1960) la escala de acidez óptima para los cítricos es de 5,5 a 6,5.

Fraloran (1977) recomienda un pH de 5,5 a 7 para el cultivo de cítricos.

De acuerdo con Haas y Reed (1926) y Truog (1938) citado por Jones y Embleton (1973), la reacción del suelo puede tener directamente o indirectamente influencia en el crecimiento de la planta.

Incroci y Gras (1964) hacen notar que, de manera general, un pH bajo es desfavorable para el buen funcionamiento de las raíces. Un medio ácido corresponde a un débil tener en bases (calcio, magnesio y potasio) y oligoelementos; la formación de combinaciones de fosfatos férricos o aluminicos disminuyen la absorción de ácido fosfórico; la actividad microbiana decrece y el aprovechamiento de nitrógeno mineral se reduce. Esto mismo es afirmado por Fraloran (1977) debido a que en suelos ácidos la solubilidad aumentada del manganeso, del aluminio, cobre y níquel puede ser causa de toxicidad, además por debajo de pH 5,5 el índice de nitrificación del suelo comienza a disminuir.

Rasmussen y Smith (1959) estudiaron el efecto del pH en

plantines de naranja Pineapple a dos valores de pH: 4 y 6. Constataron que a pH 4 el crecimiento se veía severamente inhibido, separando efectos directos del ión hidrógeno (toxicidad, alteración enzimática y respiratoria) e indirectos (solubilidad de minerales, antagonismo iónico y alteración de la absorción de elementos básicos -macronutrientes-).

Smith (1965) determina que los citrus son sensibles al pH debido a que todos los tipos de cultivos en solución muestran una reducción en el crecimiento cuando el pH es por debajo de 5 y posiblemente algo, por encima de 5. Un punto exacto al cual se produce la depresión del crecimiento no ha sido establecido.

Con respecto a la acidez que afecta a los limoneros, Aldrich, Buchanan y Bradford (1955), realizaron un ensayo con la variedad Allen Eureka sobre pie de naranjo dulce, en cuatro suelos citrícolas y cuatro no citrícolas de California. Los resultados del experimento indicaron que una acidificación producía diferencias significativas en el crecimiento de los limoneros y que hay una positiva y significativa correlación entre el crecimiento y pH para cada suelo estudiado. A medida que el suelo se volvía más ácido en cada tratamiento, el crecimiento disminuía.

En el otro extremo de la escala de pH tenemos que, a pH alcalino se desarrollan problemas de nutrición mineral por aparición de carbonato de calcio libre, además a pH 8,5 comúnmente se pueden encontrar excesivas cantidades de sales de sodio. (Jones y Embleton, 1973). Por su parte Praloren (1977) afirma, que en suelos de pH elevado, el exceso de calcio puede inducir la clorosis férrica y provocar deficiencias por inmovilización de zinc, cobre y fósforo. Ignatieff y Page (1960), señalan que los suelos de relativa riqueza en cuerpos de carácter básico pueden producir frutas de la más alta calidad, pero que el exceso de tales cuerpos tiende a producir clorosis, resultante de

una falta de absorción de ciertas sustancias nutricicias esenciales.

González-Sicilia (1968), opina que el verdadero valor de pH que interesa al desarrollo del vegetal es el de la película acuosa en contacto directo con los pelos radiculares, muy difícil de determinar y que, además, está influenciado por la propia acción absorbente selectiva y por el desprendimiento de CO_2 , consecuencia de la respiración de la raíz. Este pH puede ser muy diferente del de la solución del suelo no en contacto directo con las raíces.

A nivel nacional, Marula y Sosa Díaz (1981), concluyen en su trabajo que, además de la edad y el porcentaje de materia orgánica, el parámetro que incide en forma inversa en el vigor de durazneros es el pH del horizonte B, debido a que este horizonte tiene gran importancia en el aporte de nutrientes.

2.2.4 Fósforo

De acuerdo con Smith (1966) el fósforo tiene las siguientes funciones en el árbol de cítricos: es componente de enzimas, nucleoproteínas y lecitina, las cuales son fundamentales para el metabolismo. El adenosintrifosfato (ATP) y otros productos están involucrados en el normal funcionamiento de todas las células.

Según Duchaufour (1978) el P del suelo existe bajo tres formas: 1. autodifundible, 2. insolubilizada o fija y 3. orgánica. Existe un intercambio permanente entre las iones retenidos por los coloides del suelo y los iones PO_4 en solución, estando en equilibrio entre el fósforo adsorbido y el soluble. Pero una parte del fósforo del suelo no participa de los intercambios cationicos, se trata del P insolubilizado por precipitación o fijado por los coloides del suelo.

La deficiencia de P es rara en cítricos aún donde no ha sido

aplicado (Smith, 1966).

Chapman y Venselow (1957) citados por Reuther, Embleton y Jones (1958) señalan que los árboles de citrus pueden recibir fósforo adecuadamente, por acumulación de fósforo en el suelo proveniente del uso de fertilizantes compuestos y abono orgánico.

Por otra parte, Spencer (1963), menciona que la respuesta o no al agregado de fosfatos, depende principalmente de la cantidad de P presente en el suelo que esté disponible para el crecimiento y desarrollo de la planta.

Sin embargo, para esclarecer estos hechos Embleton, Reitz y Jones (1973), aseguran que las raíces de un árbol frutal exploran una masa relativamente grande de suelo y absorbe fósforo en cierto grado a lo largo del año. Un árbol también tiene una capacidad de almacenamiento y acumula suficientes reservas para complementar sus necesidades durante el período de primavera de rápida actividad metabólica y crecimiento. Por lo tanto Chapman (1934) citado por Embleton, Reitz y Jones (1973) concluyen que los citrus deben poder asegurar P proveniente de formas menos disponibles y un suplemento total más bajo que ciertos cultivos anuales.

Según Ignatieff y Page (1960), los agrícos requieren fósforo con moderación, excepto cuando se cultivan en suelos muy pobres en este elemento.

Sólo una pequeña cantidad de fósforo es removida anualmente por el cultivo de cítricos. (Embleton, Reitz y Jones, 1973).

Con respecto a la localización del fósforo en el perfil, Pratt, Jones y Chapman (1956), citados por Reuther, Embleton y Jones (1958) observaron que el fósforo aplicado al suelo se mueve hacia abajo muy lentamente. En experimentos realizados en California, se encontró que más del 60% de la acumulación

de pH aplicado a lo largo de 28 años de materiales fosfóricos y materiales orgánicos se encontraba en los primeros 15 cm de suelo y más del 80% en los 30 cm.

En relación a rendimiento y calidad de fruta Parker y Jones (1951), señalaron que los resultados de experimentos de campo con citrus en California no indicaron incrementos en rendimien-tos o cambios en grado o tamaño de la fruta como un resultado de aplicaciones de fosfato. De hecho, los fosfatos tendieron a reducir rendimientos levemente, especialmente en períodos donde la fertilización nitrogenada no fue suficiente.

Ensayos realizados con limón Eureka por Embleton, Jones, y Page (1967), indicaron que la fertilización con fósforo incrementó los rendimientos pero no afectó el tamaño de fruta o calidad.

Embleton, Jones y Platt (1975), mencionan el hecho de que variando los niveles de fósforo no hubo prácticamente efecto sobre la calidad de los limones, aún en rangos de deficiencia.

Con respecto a los excesos de fosfatos Spencer (1963), indica que pueden tener efectos no favorables sobre el crecimien-to y desarrollo de los citrus. Por otro lado Smith (1966), se-ñala que el fósforo es un elemento inocuo, no se conoce toxicidad directa producida por el mismo, y que varios tests indican que la toxicidad de los superfosfatos está asociada con la fuerte acidez de estos materiales.

2.2.5 Potasio

El exacto rol del potasio en la planta no ha sido aún aclarado. El potasio parece servir para ciertas funciones metabólicas en el crecimiento y división celular de tejidos jóvenes. Aparece como necesario para síntesis de carbohidratos, proteínas y lípidos, formación de ácidos orgánicos e hidratación de los tejidos de la planta. (Smith, 1966).

Según Duckman y Brady (1965), la mayor parte de los suelos minerales, excepto los de naturaleza arenosa, tienen altas cifras de potasio total. Las diversas formas de potasio en el suelo pueden ser clasificados en función de su aprovechamiento, en tres grupos generales: 1. no aprovechable (90% a 98% del K total, en parte de micas, feldespatos, etc.) 2. rápidamente asimilable (1-2% del K total, en soluciones del suelo o intercambiable adsorbido en las superficies coloidales del suelo) 3. lentamente asimilable (1-10% del K total, es el potasio no intercambiable, fijado por ciertos coloides del suelo, estando en equilibrio con el K rápidamente asimilable).

Ruiz (1961), menciona que el potasio es absorbido muy rápidamente por los citrus bajo condiciones ácidas de suelo, pero más bien lentamente en suelos calcáreos.

En relación a deficiencias de potasio Embleton, Jones y Page (1964), señalan, para dos suelos de California en los que se cultivaban limoneros, que en ellos se daban valores de K intercambiable extremadamente bajos y valores de Mg anormalmente altos, cuadro N°1.

La nutrición potásica está relacionada con otros elementos nutricionales; según Smith (1966), el K compite principalmente con otras bases intercambiables. Además tendría antagonismo con el N.

Con respecto a la acción del potasio sobre los rendimientos en cítricos, Parker y Jones (1951), señalan que la aplicación de fertilizantes potásicos no incrementaron significativamente los rendimientos de naranja. Hubo una leve diferencia a favor de los árboles tratados con K que los no tratados, pero el número de frutas cosechadas no se incrementó con la fertilización de este elemento.

El efecto del K sobre el limonero ha sido investigado, coincidiendo los resultados. Un incremento en K en los limone-

ros dio como resultado una cáscara más fina y un mayor porcentaje de jugo. (Embleton y Jones, 1966; Jones et al. 1973; Embleton Jones y Platt, 1975). Por otra parte, Embleton y Jones (1968), señalan que el potasio mejora la calidad del limón, agregándose a las características citadas un aumento de la concentración del total de ácidos en el jugo, y dilata la pérdida de color verde; de esta manera el fruto permanece en el árbol, creciendo más antes de ser cosechado.

Cuadro N°1 DEFICIENCIAS DE K EN LIMONEROS, EN DOS SUELOS DE CALIFORNIA.

Suelo	C A T I O N E S I N T E R C A M B I A B L E S					
	Na	K	Mg	Ca	CIC	pH
	%			me/100gr		
S. Diego	5,7	0,7	46	41	42	6,4
Sta. Bárbara	3,9	0,6	43	48	15,5	6,3

Fuente: Embleton, Jones y Page (1964).

Koo et al. (1974), reportan que aplicaciones de potasio en limoneros bajo irrigación incrementaron el contenido de ácidos del jugo, siendo la irrigación la que incrementó el tamaño de la fruta y no el K. Sin embargo Embleton, Jones y Page (1967), informan que en experimentos con limón "Eureka" deficientes en K y P, las aplicaciones de K incrementaron rendimiento y tamaño de la fruta, teniendo además efectos favorables sobre todos los factores de calidad de la fruta.

2.2.6 Calcio

Algunas de las funciones del calcio mencionadas por Smith (1966), son: cofactor enzimático, afecta la división celular y la estabilidad cromosómica. Forma el pectato de Ca que cementa las células y las mantiene juntas. Actúa como agente

antitóxico frente a otros elementos básicos tales como Na, K, Mg. Tiene efecto sobre la permeabilidad de los tejidos y la traslocación de carbohidratos. Por último, es particularmente importante en el crecimiento radicular

Las formas en que se presenta el Ca en el suelo, son según Duchaufour (1970) y Bonneau y Souchier (1979) las siguientes:

- a) Minerales primitivos (feldespatos, anfíboles, etc.)
- b) Calcáreo inactivo (carbonato de calcio formando granos groseros o cristalinos, mostrando una débil actividad química).
- c) Calcáreo activo (fracción finamente dividida susceptible de solubilizarse rápidamente bajo forma de bicarbonato; es así como migra y posteriormente forma acumulación de CaCO_3 en horizontes subsuperficiales).
- d) Calcio intercambiable.

El calcio juega un rol preponderante en el comportamiento físico del suelo. Por su poder flocculante frente a las arcillas y su rol estabilizante para los compuestos húmicos, contribuye a la organización de la estructura del suelo y a la estabilidad de la misma. Desde el punto de vista químico, condiciona la reacción del suelo. Un débil tenor de calcio está en relación con un carácter ácido y un tenor elevado con un medio fuertemente básico. (Bonneau y Souchier, 1979).

En la producción de citrus, los factores que interesan con respecto a este nutriente son los relacionados con los efectos indirectos del calcio y no su efecto como nutriente. (Embleton, Reitz y Jones, 1973).

Desde el punto de vista nutricional, no se ha reportado respuesta alguna al agregado de calcio en cultivos frutícolas. La mayoría de los suelos están bien provistos de calcio y sales de calcio que son aplicados para mantener su pH favorable y adecuada estructura. (Reuther, Embleton y Jones, 1950; Reitz, 1961).

En suelos conteniendo carbonato de calcio libre, la disponibilidad de los micronutrientes puede ser altamente decreciente, desarrollándose síntomas de deficiencia de los mismos. (Jones y Embleton, 1973). Sites et al. (1961), indican que el efecto del calcio sobre la planta y su influencia sobre otros elementos puede ser un factor importante cuando los substratos del suelo son de origen calcáreo. Además no es necesario que las raíces crezcan dentro de ese substrato para que los efectos de fertilidad influyan en el crecimiento de la planta.

Según Bonneau y Souchier (1979), la abundancia de calcio expone problemas agronómicos importantes: la insolubilización de fósforo por formación de fosfatos cálcicos insolubles, insolubilización de boro y clorosis férrica de los vegetales debido a una insolubilización del hierro en medio básico.

Ignatieff y Page (1960), señalan que en suelos calcáreos además de la falta de hierro también se puede dar en citrus deficiencia de cobre, manganeso y zinc.

Con respecto a la tolerancia al calcáreo de los diferentes pies, Aso (1974), realizó un ensayo de tolerancia de plantines de portainjertos cítricos a varios niveles de CaCO_3 en el suelo (1, 2.5, 5, 10 y 15%). Síntomas de deficiencia de hierro se observaron seis meses más tarde, siendo *Poncirus trifoliata* el más tolerante.

Aso y Bustos (1980), señalan que en quintas de limoneros en Tucumán, la deficiencia de Mg puede estar relacionada con un contenido absoluto bajo de Mg en el suelo, o ser inducida por contenidos relativamente altos de K o bien de Ca en suelos con presencia de CaCO_3 libre.

2.2.7 Magnesio

Las funciones del magnesio en la planta son: como constituyente de clorofila y pigmentos. El magnesio parece estar

en combinación con ácido ribonucleico y además funciona como un cofactor activador de enzimas. (Smith, 1966).

De acuerdo con Duchaufour (1970), el magnesio se encuentra en el suelo bajo dos formas: insoluble (minerales ferromagnesianos y dolomita) e intercambiable.

No se ha observado efecto alguno sobre el crecimiento vegetativo, rendimiento o calidad de fruta con niveles de Mg por encima de los requerimientos para prevenir síntomas visibles de deficiencia. (Smith, 1966).

La carencia de magnesio en los suelos arenosos de Florida (E.U.A.) es perjudicial para las raíces de los agrinos y reduce su capacidad de absorción de zinc, y a veces, del cobre, incluso cuando ambos elementos están presentes en el suelo en buenas cantidades. (Ignatieff y Page, 1960).

Según Smith (1966), existe marcado sinergismo del magnesio con el zinc y el manganeso, incrementos en Mg aumenta la acumulación de estos metales pesados en las hojas.

Por otra parte, Reuther, Embleton y Jones (1958), señalan que las deficiencias de magnesio son comunes en montes, muchas veces relacionados con ciertas prácticas culturales. Mencionan a Pratt y Harding (1957), estos hallaron en un experimento de fertilidad en naranja, de larga duración durante un intervalo de 22 años que existían relativamente grandes pérdidas de Mg del suelo cuando sólo se aplicó riego. Además estas pérdidas se incrementaron con el agregado de fertilizantes y yeso al suelo.

2.2.8 Agua y respiración radicular

El agua interesa para la planta no sólo desde el punto de vista de la transpiración, proceso por el cual se logra mantener una adecuada temperatura de los órganos aéreos que de otra forma sufrirían por la radiación directa, sino también como vehículo a través del cual se mueven los nutrientes. (Pala-

cios, 1978).

Los agrios son extraordinariamente sensibles a los cambios de humedad y sequía, ya que esta última puede llegar a provocar un reposo vegetativo parcial, seguido de un brote de vegetación acompañado de una floración que produce frutos inutilizables y sin embargo absorbe una parte de los elementos nutritivos que se pierden completamente. En el período en que los frutos ya son grandes, una irregularidad en la alimentación hídrica causa la explosión de los frutos. (Praloran, 1977).

Según Marsh (1973), una deficiencia de agua en la zona radicular produce ciertos efectos en el crecimiento de las raíces. Como el suelo se seca, el crecimiento de raíces se vuelve lento y eventualmente cesa. Es por ello que el crecimiento aéreo del árbol refleja con frecuencia lo que está sucediendo en el medio radicular.

Samish (1957) citado por Marsh (1973), demuestra lo anteriormente afirmado, mostrando en el cuadro N°2 que a pesar de que en todos los tratamientos hubo agua disponible, las diferencias fueron altamente significativas.

Algo que está relacionado con la cantidad y excesos de agua en el suelo es la concentración de oxígeno en el suelo. En numerosos ensayos de Labanauskas, Stolzy y Handy (1972); Labanauskas et al. (1971); Labanauskas et al. (1966), ponen en relieve que la difusión del oxígeno en los suelos está determinada en forma extensa por el espacio poroso del suelo y el grado en el cual los poros están ocupados con agua. El oxígeno tiene efecto sobre la absorción y translocación de nutrientes en las plantas.

El efecto del agua sobre la tasa de crecimientos de limones fue reportado por Hubert (1949) citado por Marsh (1973), observando que existe relación entre el incremento en volumen

de las frutas y las condiciones de humedad del suelo.

Cuadro N°2 EFECTO DE LA IRRIGACION EN EL CRECIMIENTO DE POMELOS DE 7 AÑOS DE EDAD

Respuesta y datos de riego	Tratamiento de riego		
	Mojado	Medio	Seco
Cantidad de agua (pulg./año)	24,6	16,8	10,4
Sección tronco (pulg. ²)	22,8	20,0	17,0
Volumen (pies ³)	766	681	480
Rend. total primeros 5 años (lb/árbol)	1015	833	597

Fuente: Samish (1957) citado por Marsh (1973).

2.2.9 Espesor del suelo y manejo

Por el hecho de su gran tamaño, los árboles frutales requieren suelos que provean un buen anclaje de la planta, suelo profundo, bien aerado, y un reservorio de humedad grande para hacer frente a los rigurosos requerimientos de productividad y longevidad. Por lo tanto, las raíces de los árboles son más extensas y profundizan más en el subsuelo que las raíces de la mayoría de los cultivos anuales. (Reuther, Embleton y Jones, 1958).

Ford (1954) y Cahoon, Morton y Jones (1959) citados por Jones y Embleton (1973), observaron similares efectos del espesor del suelo al reportar que la cantidad de raíces y la profundidad de arraigamiento puede influenciar y el tamaño del árbol y la producción de fruta.

Por otra parte Hilgeman y Van Horn (1954) y Cahoon, Morton y Jones (1959) citados por Jones y Embleton (1973), encontraron que la mayoría de las raíces se distribuían en los primeros tres pies de profundidad para distintos suelos.

Según González-Sicilia (1960), mientras menor sea el espe-

sor del suelo, menor porte y desarrollo alcanzará el arbolado que en él vegete, como consecuencia del deficiente desarrollo del sistema radicular, falta de espacio para su expansión. Este defecto de falta de profundidad del suelo se pone de manifiesto cuando las plantas alcanzan la edad adulta, pues mientras las plantas son jóvenes, a su sistema radicular, que aún no ha alcanzado la plenitud de desarrollo, le basta con una menor cantidad de tierra.

Relacionado con el espesor del suelo, tenemos el manejo del mismo, con herbicidas o con cultivo mecánico que están incidiendo en la profundidad del arraigamiento, vigor y rendimiento de los árboles. Leyden (1969) citado por Jordan y Day (1973), muestra los beneficios del control químico en Texas, con sus datos en el cuadro nº3 indicando que el diámetro del tronco es significativamente mayor y los rendimientos mayores en el manejo con herbicidas que con manejo mecánico.

Cuadro Nº3 INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE POMELO "RED BLUSH" SOBRE NARANJO AMARGO ESTIMADO POR MEDIDAS DE TRONCO.

Sistema cultural	Diámetros de tronco(cm)			Rendim. (Kg/árbol)	
	1964	1965	1966	1966	1967
Control químico	8,70	13,60	18,20	95	107
Control mecánico	6,00	10,40	15,50	10	74

Fuente: Leyden (1969) citado por Jordan y Day (1973).

El cultivo mecánico poda raíces en los primeros centímetros de suelo. El control químico de malezas, permite a las raíces crecer y aprovechar eficientemente la zona superficial del suelo, rica en elementos nutritivos, agua y aire. (Jordan y Day, 1973).

2.3 CLIMA

El clima es el factor de mayor importancia en el cultivo de los agrios, a causa de la acción limitativa que ejerce en el mismo y que determina la posibilidad o imposibilidad de este cultivo en condiciones económicas y comerciales en un sitio concreto. (González-Sicilia, 1960).

Con respecto a los citrus, la temperatura es el factor principal en cuanto a fijar posibilidades y limitaciones del cultivo (Orecchia, 1970). Según González-Sicilia (1960), la temperatura óptima de desarrollo de los agrios es de 23 a 34°C.

En cuanto a temperaturas mínimas, según Praloran (1977), los citrus tienen relativamente poca resistencia al frío, considerando temperaturas peligrosas a los -2°C, siendo el limonero una de las especies más sensibles al frío.

Según Orecchia (1966) y Praloran (1977), la actividad vegetativa de los citrus se inicia cuando la temperatura media diaria del aire es superior a 12,5°C.

Webber (1948), citado por Praloran (1977), señala que el mínimo de grados centígrados acumulados anualmente para los citrus son 1500, mientras que Orecchia (1970), indica que los cultivos comerciales son rentables entre 1000 y 5700°C acumulados.

Según Orecchia (1970), en nuestro clima son excepcionales las temperaturas por encima de 38-39°C, cuando se registran, en la culminación del verano, sólo se mantienen por algunas horas. El daño que pueden provocar se debe más a una relación negativa entre humedad del suelo y evapotranspiración que al efecto directo de la temperatura.

Todas las variedades comerciales de citrus tienen en general dos ciclos anuales de crecimiento. En ciertos climas los limoneros tienen tendencia a varios ciclos de desarrollo floral y vegetativo (Smith, 1966; Marsh, 1973). El hecho de que existan

temperaturas relativamente poco variables entre las estaciones de crecimiento, determina la tendencia a la floración continua del limonero (Hodgson, 1973).

Relacionando suelo y clima, Sites et al. (1961), ponen en relieve el hecho de elegir el sitio de cultivo de los citrus, donde debe considerarse el micro-clima. La experiencia y los registros climáticos indican que aquellos sitios con cierta pendiente, altos y con un buen drenaje de aire son los más deseables para el crecimiento de los árboles. Las elevaciones y el drenaje de aire son los factores más importantes que afectan la temperatura en cualquier ubicación del cultivo.

La lluvia es otro elemento del clima que interesa tener en cuenta en el cultivo de citrus. A tales efectos Marsh (1973), destaca que la cantidad y distribución de lluvia anual y régimen de humedad estacional son aspectos muy importantes del complejo ambiental que estarán influenciando la adaptabilidad a los diferentes climas del cultivo de citrus.

González-Sicilia (1960), afirma que los cítricos necesitan entre 900 y 1200 mm/año de lluvia.

De acuerdo con Grecchia (1970), la estimación real de la eficiencia hídrica debe hacerse estableciendo la relación lluvia-evapotranspiración, que en cada caso variará con las condiciones locales del suelo. A tales efectos se presenta en los cuadros nos. 4 y 5 el balance hídrico de tres suelos representativos del área a ser estudiada y en las figuras nos. 2, 3 y 4 los respectivos perfiles de humedad que nos muestran los momentos del año donde se pueden apreciar los excesos de agua que se presentan principalmente en los horizontes A.

Otro factor importante para analizar es el viento. Por lo que González-Sicilia considera que la acción del viento sobre los agrios depende de tres factores: fuerza o velocidad del mismo, temperatura y humedad.

Cuadro N°4 VALOR DE LA RESERVA DE AGUA (R) (mm)
HORIZONTE A

mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Suelo												
Árgisol Me	0	0	0	33	85	93	93	93	93	93	78	30
Brunosol Rg	0	0	0	33	50	50	50	50	50	50	35	0
Planosol RPa	0	0	0	33	60	60	60	60	60	60	45	0

Fuente: Sganga y Terzaghi (1982).

Cuadro N°5 VALOR DE LA RESERVA DE AGUA (R) (mm)
HORIZONTE A+B

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Suelo												
Argisol Me	39	0	0	33	85	141	150	150	150	150	135	87
Brunosol Rg	0	0	0	33	85	106	106	106	106	106	91	43
Planosol RPa	49	7	7	40	92	148	160	160	160	160	145	97

Fuente: Sganga y Terzaghi (1982).

Blanchard (1934) citado por Platt (1973), estudió la acción del viento y la efectividad de las cortinas en un cultivo de limón Eureka. Observó que los árboles protegidos contra el viento producían más, tenían dos veces más follaje, más vigor, así como mejor color y hojas más grandes que los árboles no protegidos (Cuadro n°6). Asimismo, las pérdidas por evaporación y transpiración fueron reducidas por cortinas rompe vientos.

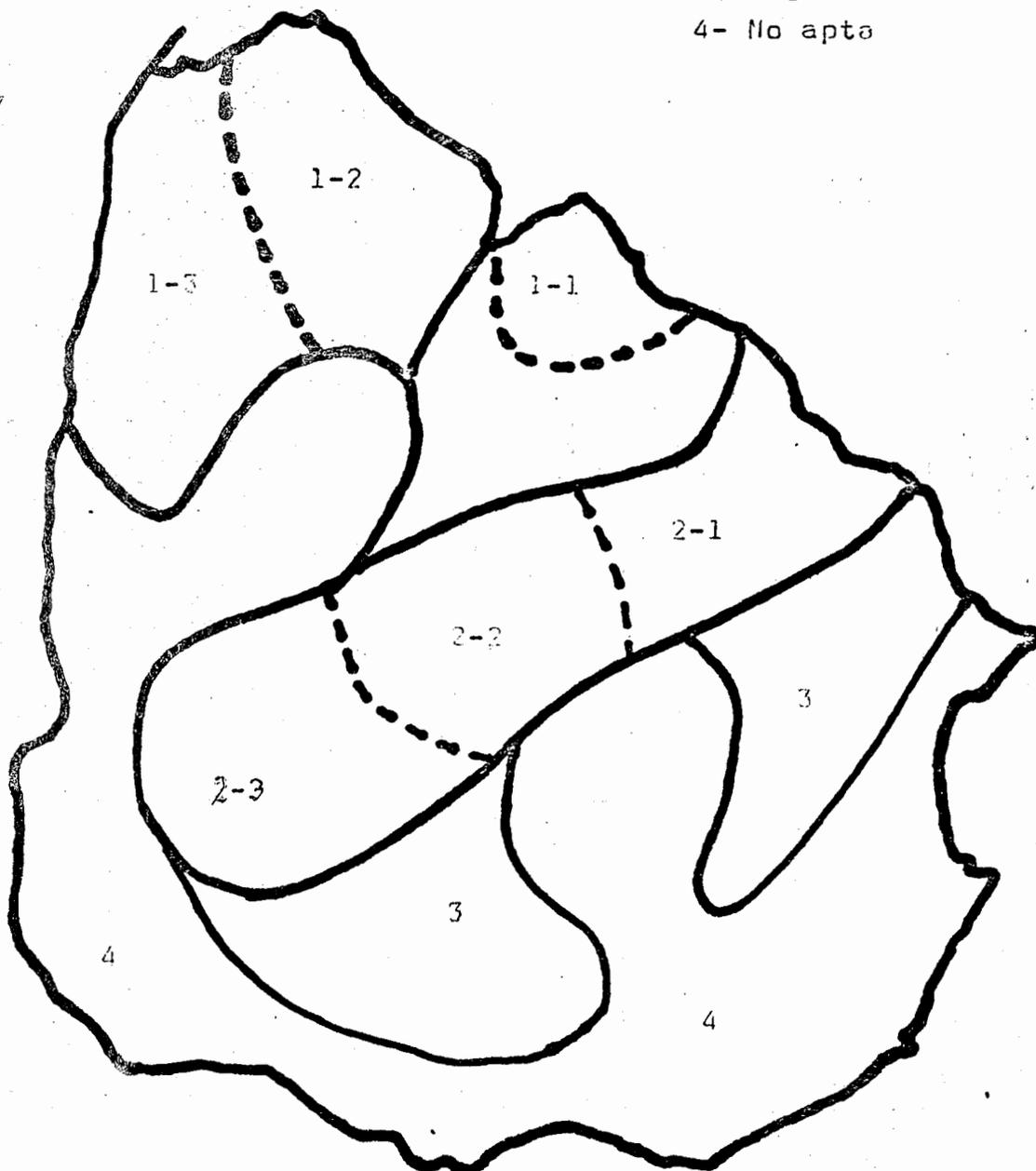
Cuadro N^o 6. EFECTO DEPRESIVO DEL VIENTO EN LOS RENDIMIENTOS DE LIMONEROS EUREKA EN EL CONDADO DE VENTURA, CALIFORNIA.

ARBOL N ^o	Protegido (N ^o frutas/árbol)	No protegido (N ^o frutas/árbol)
Monte 1	1017	94
(9 años a	500	120
2 millas del	761	77
océano).	590	97
Promedio	717	97
Monte 2	544	65
(4 años a	224	79
5 millas del	386	13
océano).	170	81
	120	37
Promedio	288	55

Fuente: Blanchard (1934) citado por Platt (1973).

Figura Nº1 REGIONES CLIMATICAS PARA EL CULTIVO DE CITRUS.

- 1- Muy apta
- 2- Buera aptitud
- 3- Regular aptitud
- 4- No apta



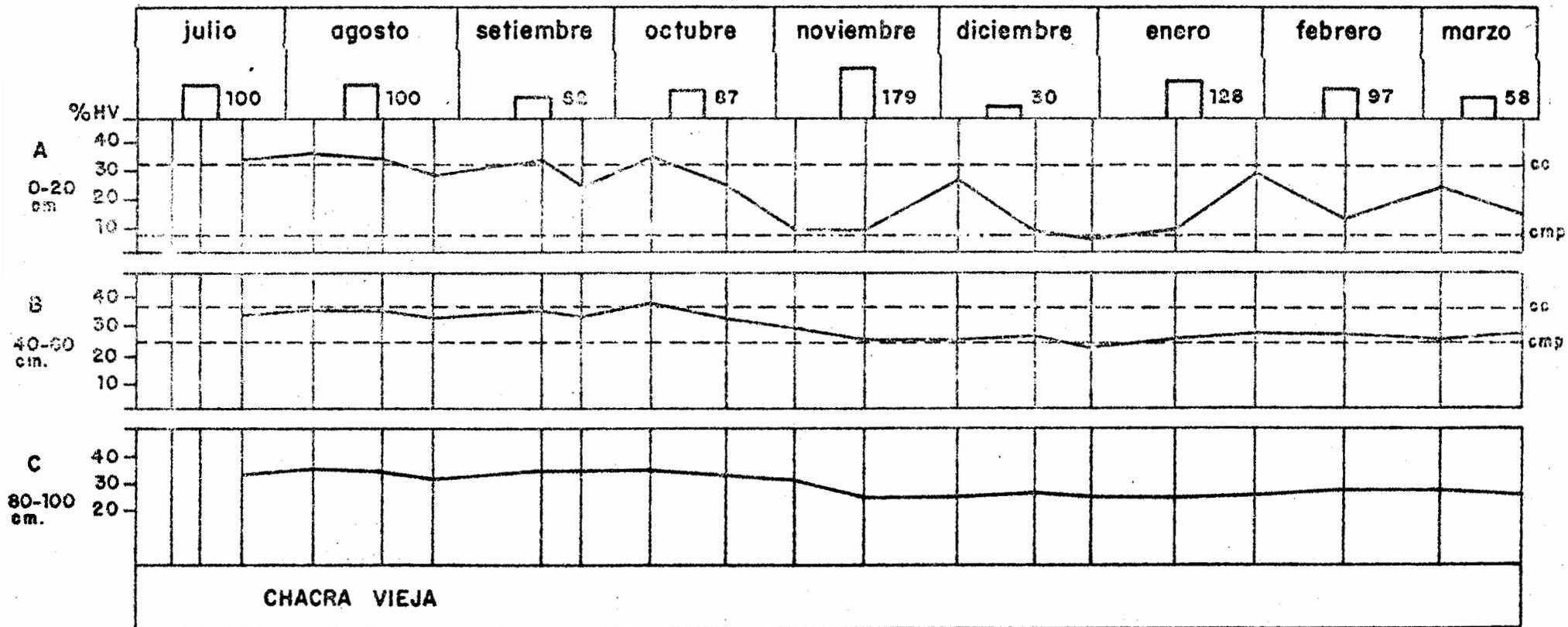
Fuente: Grecchia (1970).

Figura 192.

PERFIL DE HUMEDAD

ARGISOL Me—PRADERA REGENERADA

Precipitación mensual—mm.

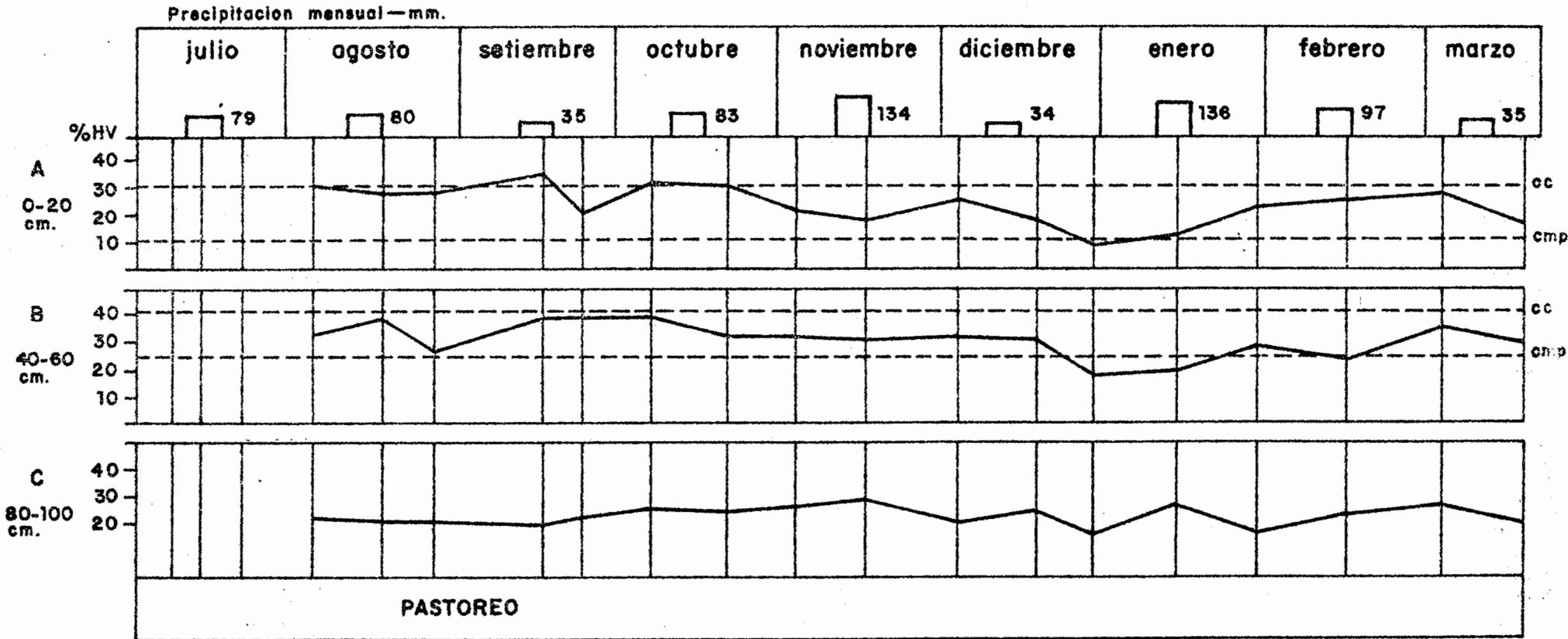


CHACRA VIEJA

Fuente: Sganga y Terzaghi (1982).

Figura 193.

PERFIL DE HUMEDAD BRUNOSOL R_g — CAMPO NATURAL



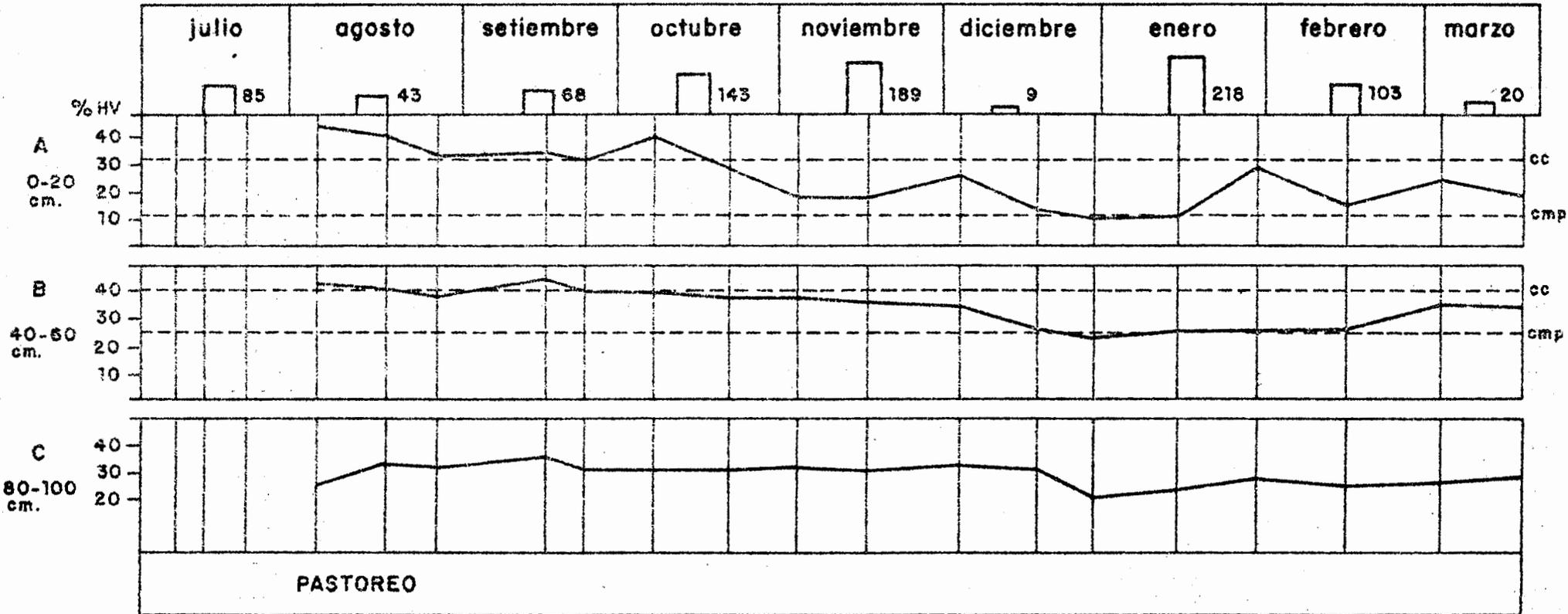
Fuente: Sganga y Terzaghi (1962).

Figura N°4

PERFIL DE HUMEDAD

PLANOSOL RPa — PRADERA REGENERADA

Precipitación mensual — mm.



Fuente: Sganga y Tarzaghi (1982).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

El estudio se llevó a cabo en la zona granjera Sur, en la localidad de Melilla.

3.2 CONDICIONES ECOLOGICAS DEL EXPERIMENTO

3.2.1 Suelos

Los suelos sobre los que se planteó el experimento se desarrollan sobre sedimentos limo-arcillosos de la formación Libertad, apoyado sobre materiales de cristalino débilmente transportado (basamento cristalino-formación Raigón). En la región aflora también la formación Fray Bentos y sedimentos aluviales modernos y actuales que no afectan directamente al área estudiada.

El área de trabajo pertenece a la zona 10 del CIDE, los suelos considerados son marginales de la misma, que en el Relevamiento de Reconocimiento a escala 1:1.000.000 (DSF, 1976), corresponden a la Unidad Toledo (To).

La parcela 1 corresponde a un Argisol Subéutrico melánico abruptico L, suelo asociado de la unidad Toledo. La parcela 2 se aproxima a Brunosol subéutrico háptico, F, gr., mp accesorio de esta unidad. La parcela 3 es un Planosol subéutrico melánico L también accesorio.

En el Relevamiento de Reconocimiento a escala 1:1.000.000 de la región Canelones-Montevideo, los suelos corresponden a la unidad 2 valle fuerte (2 vf 1 (R)F).

En este relevamiento se identifica a la parcela 1 como serie Tomkinson (Argisol subéutrico melánico abruptico L) desarrollada sobre formación Libertad; parcela 2 serie Santiago Vázquez (Brunosol subéutrico lúvico F-Ar F), desarrollada sobre

Raigón; parcela 3, serie Paso de la Arena (Argisol subéutrico melánico aprúptico L) desarrollado sobre sedimentos retransportados de la formación Libertad.

Los tres perfiles son bastante similares en características químicas, difiriendo en las físicas. Las diferencias físicas están relacionadas fundamentalmente con la economía del agua. Así la parcela con mayor profundidad de horizonte y arraigamiento más profundo, es la que presenta menor riesgo de sequía. La parcela 2 con un suelo moderadamente profundo, es la que presenta mayor riesgo. El riesgo de erosión está directamente relacionado con la pendiente siendo la parcela 1 de riesgo medio (Clase III, capacidad de uso, USDA); parcela 2, riesgo alto de erosión (Clase IV); parcela 3, bajo riesgo (Clase II).

En cuanto a la aereación del suelo hay que profundizar los estudios para separar los tres suelos, por presentar todos ellos síntomas de reducción.

3.2.2 Clima

Las principales características climatológicas de la región se resumen en el cuadro n°7

Cuadro N°7 PRINCIPALES CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS DE LA REGION ESTUDIADA. (PERIODO 1946-1970).

Temperatura media anual	16,5°C
Total medio anual de lluvias	1000 mm
Humedad relativa media	70-75%
Cantidad de días con heladas	15-20
Fecha media primer helada	1º de julio
Desviación típica de fecha media de primer helada	20 días
Fecha media última helada	10 de agosto
Desviación típica de fecha media de última helada.	20 días

FUENTE: Atlas Climatológico del Uruguay (1978).

3.3 TRABAJO DE CAMPO

Se realizó descripción de los tres suelos (tarjeta adjunta apéndice).

Se eligieron en cada suelo 8 árboles, en buenas condiciones sanitarias, que no tuvieran el pie enterrado, ni que manifestaran rasgos de incompatibilidad con el portainjerto, evitándose árboles en los bordes de los cuadros.

En cada árbol se midió: circunferencia de tronco a tres niveles, pie a la altura del injerto, a 10 cm del injerto y por debajo de la bifurcación de las ramas; altura del árbol y diámetro de copa en 2 direcciones (N-S, E-W).

Posteriormente de cada árbol se midió el calibre y contó el número de frutas de una cuarta parte de la copa, previamente localizada hacia el N, entre los días 28/4/82 y 10/5/82. El día 20/8/82 se cosechó, midiendo los kg de fruta, número de frutas.

Cada 8 árboles se realizó muestreo foliar de hoja no fructífera, tomando hojas de la zona externa ecuatorial del árbol, a una altura aproximada de 1.60m, tomándose alternativamente las muestras del lado N-S, E-W.

3.4 TRABAJO DE LABORATORIO

3.4.1 Suelos

Con las muestras extraídas luego de secadas al horno y molidas, se realizaron las siguientes determinaciones:

Materia orgánica, por oxidación con dicromato de sodio ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) y ácido sulfúrico (H_2SO_4) y determinación colorimétrica del dicromato reducido.

Fósforo, por el método Bray nº1.

Cationes intercambiables, fueron extraídos con acetato de amonio (Ac NH_4 1 normal), con relación suelo solución extractiva 1: 10, determinándose Calcio y Magnesio por absorción atómica, Sodio y Potasio por fotometría de llama.

3.4.2 Análisis foliar

Las muestras fueron lavadas en una solución de detergente, luego enjuagadas con agua destilada, siendo posteriormente secadas a estufa a 65°C durante 24 horas y molidas.

Se tomaron 0,5 gramos de muestra molida y seca a 105°C digerida con ácido sulfúrico y perhidrol, determinándose: N, se destiló una alícuota, recogiendo el amonio en agua destilada con indicador Shiro-Tashiro, valorándose con HCl 0,05 N; P por método colorimétrico usando molibdato de amonio; K por fotometría de llama; micronutrientes por absorción atómica a excepción de B que se determinó por método colorimétrico con curcumina.

3.5 CARACTERISTICAS DEL MONTE Y LOS ARBOLES.

Monte con plantas de limonero (*Citrus limón* sp.) injertadas sobre pie de trifolia, de 5 años de edad. Fueron plantadas con terrón en zanjas a una densidad de 6 x 4 m. No fueron podadas hasta la fecha. El manejo del suelo se realiza con herbicidas dejando fajas empastadas entre filas. Los tratamientos sanitarios se realizan según los requerimientos para producir fruta con calidad de exportación.

3.6 FERTILIZACION

50gr N/año en forma de urea y nitrato de potasio, a partir de 1981 sólo en forma de urea.

Fertilización foliar: 20-20-20 NPK y micronutrientes al 1% a partir de 1981 nitrato de potasio al 3% y óxido de zinc al 0,1%.

3.7 ELECCION DE VARIABLES

Parámetros del suelo.

Las variables P, K y Ca de los horizontes A y D, Mg y Na de los horizontes A, B y C no se tuvieron en cuenta debido a que en todas las observaciones los tenores de los mismos en el suelo fueron los normales, no constituyéndose en limitantes para el desarrollo del cultivo.

A nivel foliar los datos de N y P son bajos y los de K casi deficientes, según el estándar del Dr. Chapman, estando los demás microelementos a un nivel normal en las hojas. Los bajos porcentajes de N, P y K se explicarían porque las muestras fueron cosechadas muy tardíamente, teniendo que soportar por un período prolongado un volumen importante de fruta.

Por lo tanto, se seleccionaron las siguientes variables: profundidad del horizonte A, profundidad del horizonte A B, materia orgánica del horizonte A, pH del A, pH del B, pH del C y Ca del horizonte C.

Parámetros vegetativos

La elección de los parámetros se realizó bajo diferentes criterios:

- a. Coeficientes de variación. Se eliminó circunferencia del pie, por tener un coeficiente algo mayor que circunferencia del tronco que es una medida similar.
- b. Utilidad posterior de la medición. Se eliminó circunferencia por debajo de las ramas, debido a que no es una altura fija que se pueda medir en los sucesivos años.
- c. Correlación entre los parámetros vegetativos. Se eliminó sección transversal por su alta correlación con circunferencia de tronco (Cuadro nº8).
- d. Correlación de los parámetros vegetativos, con los parámetros del suelo, a los efectos de que aquellos que tengan correlación significativa puedan ser introducidos en el tratamiento

estadístico. De allí finalmente surgen altura del árbol y superficie del follaje (Cuadro nº9).

Cuadro Nº8 CORRELACIONES ENTRE PARAMETROS VEGETATIVOS

		r	
Circunferencia	Sección transversal	0,99	++
Sección transversal	Superficie	0,77	++
Circunferencia	Superficie	0,77	++
Altura	Superficie	0,61	+
Altura	Sección	0,46	+
Altura	Circunferencia	0,45	+

Cuadro Nº9 COEFICIENTES DE CORRELACIONES SIMPLES ENTRE PARAMETROS VEGETATIVOS Y PARAMETROS DE SUELOS ELEGIDOS.

	Circunf.	Altura	Dosel
Prof. horizonte A	0,186	0,577	0,3194
Prof. horizonte A B	0,116	0,364	0,1967
Materia orgánica A	0,0537	0,059	0,0998
pH horizonte A	0,3138	-0,312	0,2747
pH horizonte B	-0,1271	0,044	0,1651
pH horizonte C	0,1916	0,056	0,2377
Ca horizonte C	0,3023	-0,428	0,4465

3.8 METODO ESTADISTICO

Previamente a la selección de variables, se determinó el promedio, desvío típico, coeficiente de variación.

Con las variables seleccionadas se hicieron en primer lugar estudios de correlación simple, tanto en el análisis de la producción como con los parámetros vegetativos.

Se comparan además, los promedios de los diámetros de la fruta de los tres suelos.

En el caso del estudio de los parámetros vegetativos con respecto a variables del suelo, se usó el método de correlación múltiple "Step-Wise".

4. RESULTADOS

En el cuadro n°10 se presentan los resultados del estudio de promedios, desviación estándar, coeficiente de variación y rango de todas las variables medidas.

4.1 METODO DE PROMOSTICO DE PRODUCCION

En el cuadro n°11 se presentan los datos del número de frutas cortadas en 1/4 de árbol y la estimación a partir de dichos valores expandidos a la totalidad del árbol, para 24 árboles. Además están presentados los valores reales del total de frutas y kg de frutas de 16 árboles.

Para lograr el ajuste del método, se correlacionó el número de fruta estimada con el número real de frutas, para 16 pares de valores. Se obtuvo un coeficiente $r = 0,311$ no significativo. Además se correlacionó la estimación del número de frutos con los kg por árbol siendo su $r = 0,384$, no significativo.

Por otra parte se estudió la distribución y variación de los diámetros de las frutas cada 8 árboles plantados en los 3 suelos respectivos (Cuadro n°12 y figuras 5, 6 y 7). Se constató que los diámetros de los frutos se distribufan normalmente y que existía una diferencia de diámetro promedio de fruta entre los limones del suelo 3 con respecto a los de los suelos 1 y 2.

En el cuadro n°13 se observa el análisis de varianza para la regresión entre circunferencia promedio de fruta en cada árbol y peso promedio de cada fruta, cuyos valores se encuentran en el cuadro n°11. La correlación entre estas dos variables es muy significativa siendo su $r^2 = 0,777$.

En el cuadro n°24 se presentan los valores de los coeficientes de correlación simple entre los parámetros vegetativos y la producción expresado en valores reales de n° y kg de fruta para 16 árboles. Los coeficientes son todos significativos al 1% excepto los señalados con la sigla N.S.

Cuadro N°10

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACION Y RANGO DE LAS VARIABLES.

VARIABLES	\bar{x}	SD	C.V.	RANGO
Circunf. pie	38,012	2,066	5,43	33,2-42,1
Circunf. tronco	28,587	1,486	5,20	26,2-32,2
Sección transv.	65,059	6,771	10,41	54,6-81,7
Altura	3,225	0,148	4,60	3,0-3,6
Diámetro	3,86	0,346	8,97	3,47-4,32
Superficie (m ²)	29,029	2,775	9,56	24,6-33,9
Prof. horiz. A	23,146	8,69	37,54	11,0-40,0
Prof. horiz. A+B	68,437	17,307	25,29	56,0-95,0
M.orgánica A	3,38	0,42	12,42	2,5-4,5
pH horiz. A	5,57	0,57	10,27	5,1-7,6
pH horiz. B	6,97	0,50	7,17	6,2-8,2
pH horiz. C	6,06	0,77	9,55	5,7-8,8
Ca horiz. C	17,6	4,3	24,46	12,6-25,6
K horiz. A	0,52	0,21	40,38	0,26-0,89
P horiz. A	5,6	1,9	3,39	4-13
Mg horiz. A	2,7	0,4	14,81	2,2-3,7
Na horiz. A	0,40	0,06	15,0	0,32-0,50

CUADRO N° 11. DATOS DE PRODUCCION

Arbol	Prod.1/4 árbol N° frutas	Prod.estimada frutas/árbol	Prod.Total frutas/árbol	Prod.Total Kg/ árbol	Circunf. \bar{X} cm	Peso \bar{X} fruta Kg
1	183	732	861	97	19,0	0,113
2	182	728	912	83,5	17,4	0,091
3	197	788	867	92,5	17,7	0,106
4	155	620	748	93,5	18,3	0,125
5	297	1188	925	94	17,8	0,102
6	163	652	745	71,5	17,2	0,096
7	269	1076	673	77,5	18,8	0,115
8	162	648	688	84,5	19,0	0,123
9	163	652	561	56	17,2	0,100
10	134	536	632	71	18,2	0,112
11	152	608	818	63	17,6	0,101
12	170	680	764	84,5	18,2	0,111
13	120	480	676	71	17,9	0,105
14	130	520	873	73,5	16,5	0,084
15	189	756	754	73,5	16,8	0,097
16	173	692	659	75,5	18,9	0,115
17	203	812				
18	81	324				
19	181	724				
20	181	724				
21	130	520				
22	150	600				
23	163	652				
24	176	704				

Cuadro N°12 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LOS DIAMETROS DE FRUTAS OBTENIDOS EN LOS ARBOLES DE CADA SUELO.

	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3
Nº de frutas	1615	1296	1243
\bar{x} diámetro (cm)	4,41	4,41	4,59
S^2 diámetro	0,673	0,482	0,596
S (cm)	0,820	0,694	0,772
C.V. (%)	19,3	15,7	16,8

$$S_{\bar{x}-\bar{y}} = \sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}$$

$$z = \frac{(\bar{x}-\bar{y}) - \mu_{\bar{x}-\bar{y}}}{S_{\bar{x}-\bar{y}}}$$

Diferencias:

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 \quad \text{N.S.}$$

$$\bar{x}_2 - \bar{x}_3 \quad \text{Muy significativa}$$

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_3 \quad \text{Muy significativa}$$

Figura N°5 DISTRIBUCION DE FRUTA EN SUELO 1

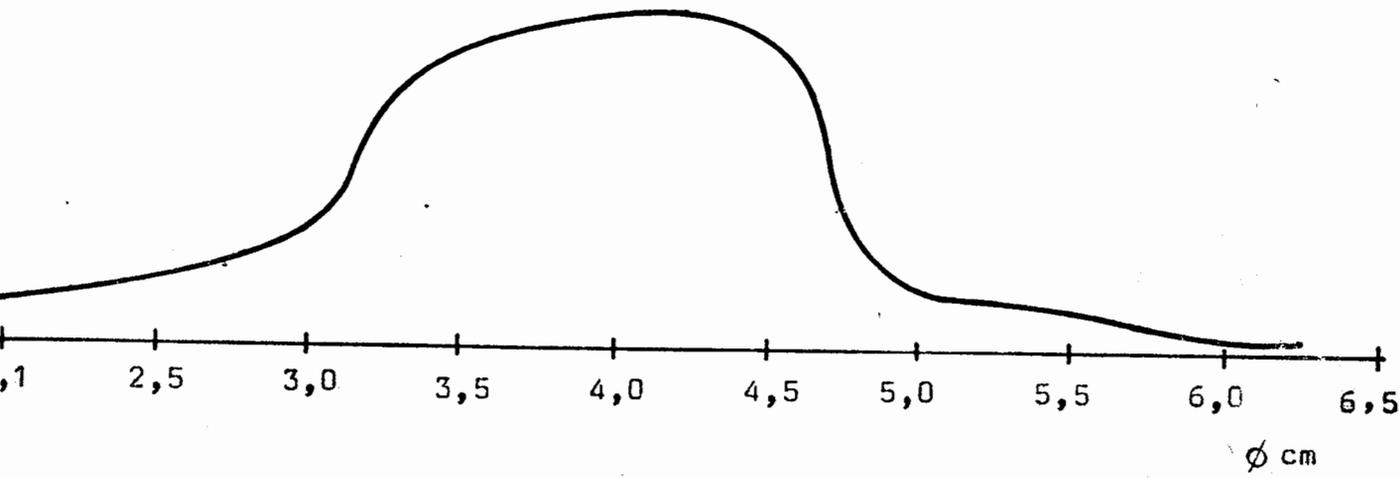


Figura N°6 DISTRIBUCION DE FRUTA EN SUELO 2

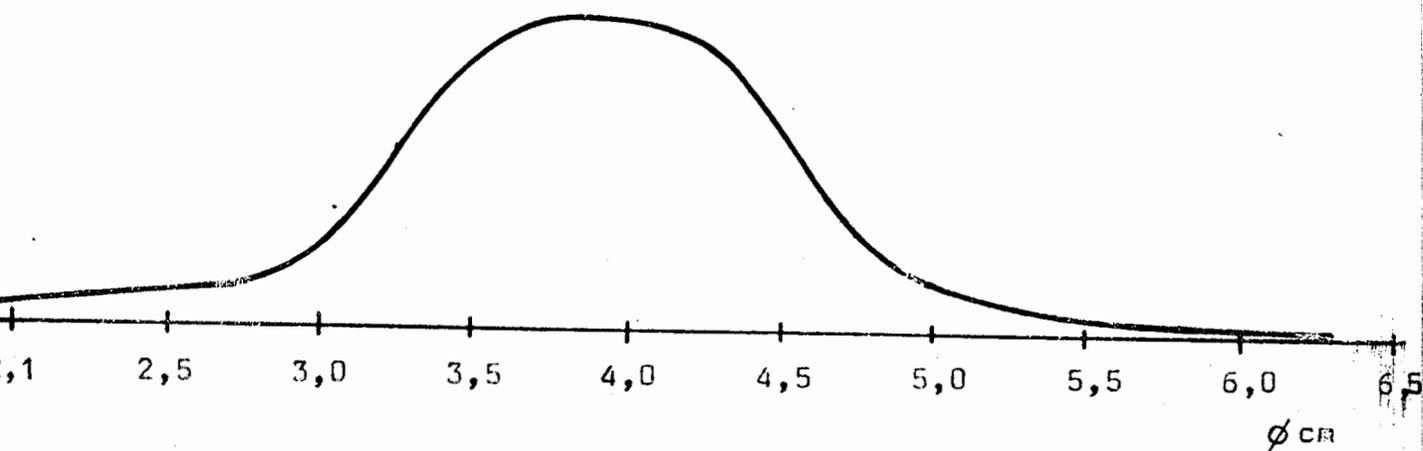
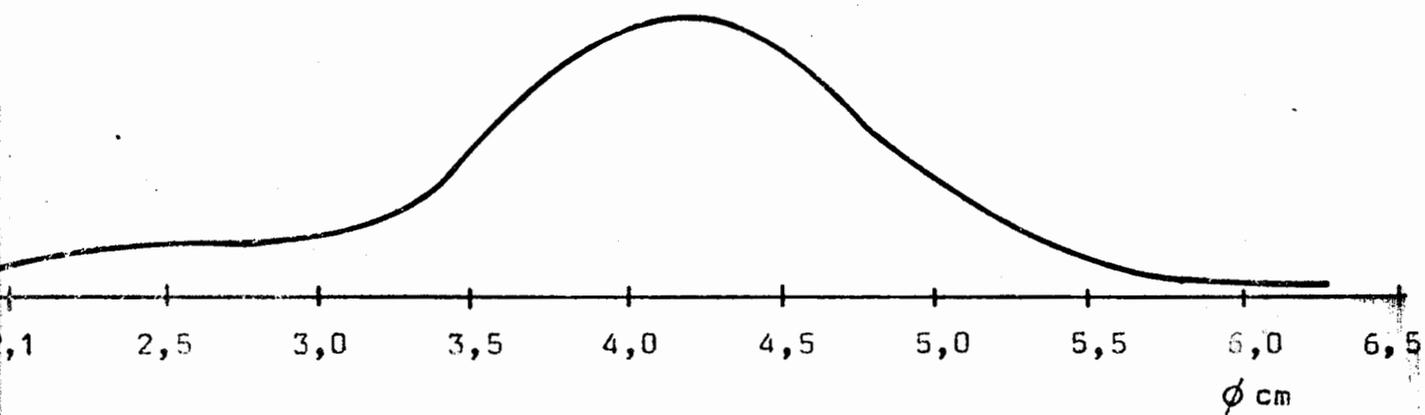


Figura N°7

DISTRIBUCION DE FRUTA EN SUELO 3



Cuadro N°13 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION

$$y = b_0 + b_1 x$$

Donde x es circunferencia de fruta en cm e y es peso de fruta en gr.

F. Variación	S.C.	G.L.	C.M.	F	F	
					5%	1%
Regresión	0,141	1	0,141	48,6 ⁺⁺	4,60	8,86
Error	0,041	14	0,0029			
Total	0,182	15				

$$r = 0,882 \quad r^2 = 0,777$$

$$y = 0,0127x - 0,1244$$

Cuadro N°14 COEFICIENTES DE CORRELACION SIMPLE ENTRE PARAMETROS VEGETATIVOS Y PRODUCCION REAL DE 16 ARBOLES

	n° frutas/árbol	kg fruta/árbol
Altura	0,183 N.S.	0,249 N.S.
Dosel	0,290 N.S.	0,638
Sección	0,725	0,699
Circunferencia	0,726	0,699

4.2 ESTUDIO DE LA RELACION ENTRE PARAMETROS VEGETATIVOS Y VARIABLES DEL SUELO

Para determinar cuáles son los principales factores que afectan la altura y área del dosel de los árboles, se realizó una regresión múltiple por el método "Step-Wise". En el cuadro nº16 se presentan las correlaciones simples entre todas las variables del suelo.

En primer término se estudió la relación entre altura y profundidad del horizonte A. Siendo ésta relación la que presenta mayor correlación simple (Cuadro nº9). Sucesivamente se fueron agregando las variables que presentaban mayores correlaciones parciales. En el cuadro nº17 se muestra el análisis de varianza para la regresión mencionada.

En segundo término se realizó el mismo tratamiento con el área del follaje o dosel, mostrándose el análisis de varianza para la regresión en el cuadro nº22; en este caso la primer variable es Ca del horizonte C.

Cuadro Nº15 DATOS EMPLEADOS EN EL ANALISIS ESTADISTICO DE
"STEP-WISE"

Obs.(nº)	Altura (m)	Dosel (m ²)	Prof.A (cm)	Prof.A B (cm)	M.O./A %	pH A	pH B	pH C	Ca C
1	3,20	29,11	25	75	4,0	5,1	6,4	8,5	16,5
2	3,40	29,69	24	70	3,3	5,4	6,2	8,5	16,5
3	3,00	31,32	16	75	3,5	5,3	6,6	8,6	17,9
4	3,20	29,11	18,5	70	3,7	5,4	6,5	8,6	18,3
5	3,25	31,94	20	72,5	3,3	5,3	6,5	8,4	14,0
6	3,20	24,59	18,5	77,5	3,5	5,3	6,2	8,6	17,6
7	3,10	27,09	18	72,5	3,5	5,1	7,0	8,5	14,0
8	3,40	33,88	21	75	3,3	5,3	7,3	8,3	12,8
9	3,00	26,37	11	65	3,3	6,1	6,8	8,5	25,5
10	3,10	25,99	13,5	60	3,2	7,6	7,7	8,4	25,6
11	3,00	28,68	14	56	3,1	6,9	8,2	8,8	22,4
12	3,20	29,12	12,5	57,5	3,2	5,7	6,7	8,6	24,1
13	3,20	30,01	20	57,5	2,5	5,2	6,7	6,2	15,3
14	3,15	25,32	28,5	65	3,0	5,4	6,6	7,0	15,2
15	3,20	25,87	20	57,5	2,8	5,5	7,0	7,6	24,2
16	3,30	28,25	15	60	3,0	5,9	6,6	7,9	23,4
17	3,05	26,47	26	77,5	3,3	5,4	7,1	8,1	12,6
18	3,20	26,94	27,5	77,5	3,2	5,4	7,4	7,5	14,8
19	3,30	32,32	27,5	52,5	3,5	5,3	7,4	8,5	14,1
20	3,50	34,69	30	80	3,2	5,4	7,5	8,3	12,7
21	3,35	30,23	40	90	3,8	5,6	7,3	8,2	15,4
22	3,60	30,88	37,5	90	3,5	5,5	7,5	8,1	13,2
23	3,40	32,18	40	95	4,0	5,3	7,0	8,1	18,6
24	3,10	26,66	37,5	95	4,5	5,4	7,2	5,7	17,8

Cuadro N°16 CORRELACIONES SIMPLES ENTRE PARAMETROS DE SUELO

PROF. A

- Prof. horizonte A+B	0,781
- Mat. orgánica del A	0,559
- pH horizonte A	-0,394
- pH horizonte B	0,226
- pH horizonte C	-0,339
- Calcio horizonte C	-0,546

PROF. HORIZ. A+B

- Mat. orgánica del A	0,712
- pH horizonte A	-0,371
- pH horizonte B	0,026
- pH horizonte C	-0,174
- Ca horizonte C	-0,457

MATERIA ORGANICA DEL A

- pH horizonte A	-0,222
- pH horizonte B	-0,027
- pH horizonte C	0,009
- Ca horizonte C	-0,170

pH HORIZONTE A

- pH horizonte B	0,524
- pH horizonte C	0,208
- Ca horizonte C	0,669

pH HORIZONTE B

- pH horizonte C	-0,099
- Ca horizonte C	0,006

<u>pH HORIZONTE C</u> - Ca horizonte C	0,220
--	-------

Cuadro N°17 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION

$$y = b_0 + b_1 x_1$$

Donde : x_1 = prof. horizonte A

y = altura

F. de Variación	S.C.	G.L.	C.M.	F	F	
					5%	1%
Regresión	0,1939	1	0,1939	11,20 ⁺⁺	4,30	7,94
Error	0,3811	22	0,0173			
Total	0,575	23				

$$R^2 = 0,333$$

$$R = 0,577$$

$$y = 2,982 + 0,1105 x_1$$

Para decidir qué variable debe entrar en el modelo en segundo lugar, se calcularon los coeficientes de correlación parciales. Los resultados se encuentran en el cuadro n°18.

Cuadro N°18 COEFICIENTES DE CORRELACION PARCIAL DADO PROFUNDIDAD DEL HORIZONTE A

Variables		r
Altura	Prof. horizonte A B	-0,1697
Altura	M. orgánica horizonte A	-0,3896
Altura	pH horizonte A	0,1136
Altura	pH horizonte B	-0,1088
Altura	pH horizonte C	0,3276
Altura	Calcio horizonte C	-0,1633

La variable que presentó mayor correlación fue la materia orgánica del horizonte A, por ello se la incluyó en el modelo en segundo lugar. En el cuadro N°19 se presenta el análisis de varianza para la regresión.

Cuadro N°19 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_3x_3$$

Donde:

x_1 = prof. horizonte A

x_3 = mat . orgánica

y = altura

F. de Variación	S.C.	G.L.	C.M	F.	F	
					5%	1%
Regresión	0,30504	2	0,1525	11,82**	3,47	5,78
Regresión x_3/x_1	0,11111	1	0,1111	8,62 **	4,32	8,02
Error	0,26996	21	0,0129			
Total	0,575	23				

$$R^2 = 0,53$$

$$R = 0,73$$

$$y = 3,383 + 0,0144x_1 - 0,145x_3$$

En forma conjunta la profundidad del horizonte A y la materia orgánica explican el 53% de las variaciones de la altura del árbol, es decir que aisladamente el nivel de materia orgánica del horizonte A explicaría alrededor de un 20% de la variación.

En el siguiente paso se trata de determinar si hay alguna otra variable que esté influyendo. A tales efectos se presenta

en el cuadro n°20 los coeficientes de correlación parcial dados profundidad y materia orgánica del horizonte A.

Cuadro N°20 COEFICIENTES DE CORRELACION PARCIAL DADOS PROFUNDIDAD Y MATERIA ORGANICA DEL HORIZONTE A

Variables		r
Altura	- prof. horizonte A B	0,0476
Altura	- pH horizonte A	0,0405
Altura	- pH horizonte B	-0,1718
Altura	- pH horizonte C	0,3644
Altura	- Ca horizonte C	-0,2772

Debido a que la correlación parcial mayor es con pH del horizonte C este parámetro entra en tercer lugar, presentándose el análisis de varianza en el cuadro n°21.

Cuadro N°21 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_3x_3 + b_6x_6$$

Donde: x_1 = profundidad del horizonte A

x_3 = materia orgánica

x_6 = pH horizonte C

y = altura

F. de Variación	S.C.	G.L.	C.M	F.	F	
					5%	1%
Regresión	0,3244	3	0,1081	8,63 ⁺⁺	3,10	4,94
Regresión x_6/x_1x_3	0,1936	1	0,1936	1,55 ^{ns.}	4,35	8,10
Error	0,2506	20	0,01253			
Total	0,575	23				

$$R^2 = 0,56$$

$$R = 0,75$$

Debido a que el coeficiente parcial b_6 resultó no ser significativo el modelo queda reducido a la siguiente ecuación:

$$y = 3,383 + 0,0144x_1 - 0,145x_3$$

Cuadro N°22 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION

$$y = b_0 + b_7x_7$$

Donde x_7 = Ca del horizonte C.

y = DoseL

F. de Variación	S.C	G.L.	C.M.	F.	F	
					5%	1%
Regresión	35,975	1	35,975	5,47*	4,30	7,94
Error	144,61	22	6,573			
Total	180,585	23				

$$R^2 = 0,20 \quad R = -0,45$$

Para decidir qué variable debe entrar en el modelo en segundo lugar debió calcularse los coeficientes de correlación parciales. Los resultados se encuentran en el cuadro n°23.

Cuadro N°23 COEFICIENTES DE CORRELACION PARCIAL DADO Ca DEL HORIZONTE C

Variables		r
DoseL	- prof. horizonte A	0,101
DoseL	- prof. horiz. A B	-0,0009
DoseL	- M.O. horizonte A	0,0008
DoseL	- pH horizonte A	0,0356
DoseL	- pH horizonte B	0,1953
DoseL	- pH horizonte C	0,330

La variable que presentó mayor correlación parcial fue pH del horizonte C. Ello determinó que se la incluyera en el modelo en segundo lugar. En el cuadro nº24 se presenta el análisis de varianza para la regresión.

Cuadro N°24 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION

$$y = b_0 + b_7x_7 + b_6x_6$$

Donde:

x_6 =pH horizonte C

x_7 =Ca horizonte C

y =Dose1

F. de Variación	S.C.	G.L.	C.M.	F	F	
					5%	1%
Regresión	51,691	2	25,846	4,01 [†]	3,47	5,78
Regresión x_6/x_7	15,716	1	15,716	2,44 _{ns.}	4,32	8,02
Error	128,894	20	6,445			
Total	180,585	23				

$$R^2 = 0,29$$

$$R = 0,54$$

Debido a que el coeficiente b_6 resultó no ser significativo, el modelo queda reducido a la ecuación:

$$y = 34,127 - 0,291x_7$$

5. DISCUSION

La distribución de los diámetros de fruta resultó estar cerca de la distribución normal. Esto confirma las observaciones hechas por Parker y Batchelor (1932), por lo tanto ello permite a partir de los datos experimentales presentados en el cuadro nº13 y figuras 5,6 y 7, dimensionar una muestra de los diámetros de fruta.

Del estudio de diferencias de medias de los diámetros de fruta en cada parcela surge que el suelo 3 tiene diferencia significativa con respecto a los otros dos suelos. Se observó que este suelo tiene mayor profundidad del horizonte A que los otros dos. En general el horizonte A es el más apropiado para el crecimiento radicular, por su mejor aereación, pH y mayor nivel de materia orgánica. Pero hay que agregar que el suelo 3 presenta a mayor profundidad una mayor capacidad para el almacenaje de agua lo que estaría regulando la tasa de crecimiento de los limones en forma decisiva en períodos secos, destacando el aspecto de que las observaciones se realizaron en un período de sequía intensa. El hecho de que las raíces exploren un horizonte A más profundo hace que junto a una mayor disponibilidad de agua haya una absorción mayor y más efectiva de nutrientes. Otro aspecto que hay que considerar es que los árboles no arraigan exclusivamente en el horizonte A sino que penetran en el B, donde también absorben nutrientes; el suelo 3 tiene una profundidad del horizonte A+B superior a los otros dos suelos, lo que también en cierta medida estaría afectando el tamaño de la fruta.

La alta correlación entre la circunferencia promedio de fruta en cada árbol con su peso promedio ($r = 0,882$) confirman lo citado por Williams (1971), de que existe alta correlación entre volumen y peso de fruta. En nuestro caso una mayor circunferencia está en función de un mayor volumen y por lo tanto un

mayor peso. El coeficiente de determinación $r^2 = 0,777$ nos indica que el 78% de la variación del peso está en función de la circunferencia de la fruta. Sería conveniente aclarar que otro factor que incide es la densidad de la fruta mencionado por Turrel et al. (1969) y Williams (1971); esta varía cuando se realizan mediciones de fruta inmadura. Para solucionar este problema se usaron las circunferencias de frutas medidas en el segundo muestreo así como sus pesos, debido a que presentaban una madurez pareja de color amarillo ("tree ripe", según la escala de Hodgson, 1973). Esto evitaría una corrección por densidad dando una estimación del peso promedio de fruta para cada árbol a través de la ecuación:

$$y = 0,0127x - 0,1244$$

Conociendo el número de frutas de cada árbol se calcula la carga de cada árbol en kg.

El método para estimar el número de frutas de cada árbol que se usó en esta tesis es una modificación del método mencionado por Williams (1971). Este método presentó una correlación no significativa al 5% entre el n° de fruta estimado y los kg por árbol ($r = 0,384$).

Se pueden identificar varias causas: en primer término, no se obtuvieron todos los datos de número de fruta y kg reales, se realizó por lo tanto la correlación con sólo 16 pares de valores debido a que el productor cosechó 8 de los 24 árboles de ensayo. Esto por lo tanto pudo aumentar el error.

Por otra parte, se mostró siempre del mismo lado en todos los árboles (N), no existiendo experiencias nacionales que indiquen diferencias significativas de carga de fruta según su posición en el árbol. Sites y Reitz (1949) y Syverster y Albrigo (1980), indican para naranja y pomelo respectivamente que la cantidad y calidad de la fruta están afectadas por la posición de la misma en el árbol. Por lo tanto no sabemos si eligiendo

la cuarta parte del árbol que mira hacia el norte estamos sobre valuando la producción, debido a un mayor aprovechamiento de la radiación solar, y dando en consecuencia una correlación muy ba ja con respecto al n° real de frutas.

De modo que sería necesario emplear algún otro método que obviara estas dificultades. El método de Jessen (1955) es quizás el que se adecua para obtener una estimación más precisa del n° total de frutos, basándose en un conteo de frutas en ramas elegidas al azar según el grosor de las mismas.

Aún cuando los datos de rendimiento pueden ser considerados como el criterio más importante para evaluar los efectos de un tratamiento cultural en un experimento, ellos deben ser su plementados con otras mediciones, particularmente del crecimien to de los árboles (Parker y Batchelor, 1932). Es por ello que en esta tesis se tomaron mediciones de circunferencia de tronco, altura y diámetro de copa, calculándose área transversal del tronco y área del dosel. Estas mediciones son útiles porque son menos variables que la producción anual de cada árbol y además según Parker y Batchelor (1932), algunos de ellos están altamente correlacionados con la producción. Todos ellos son buenos índices de crecimiento, debido a que están correlacionados entre sí según lo muestra el cuadro n°8.

De todos los parámetros vegetativos la altura del árbol fue el único que no tuvo correlación significativa con producción mientras que el área del dosel no tuvo correlación con el número total de fruta. Esto confirma que la circunferencia, sección del tronco y área del dosel son buenos indicadores de la producción.

Con respecto al dosel se decidió medir sólo el área del mismo, dejando de lado la medición del volumen de copa debido al hábito de crecimiento muy abierto del limonero, pensando que el área del dosel era mucho más representativa que el volumen.

Por otra parte, la fórmula de cálculo del área (ver apéndice) ha dado buenos resultados como indicadora del efecto de diversos tratamientos al suelo de drenaje y enclado (Calvert et al. 1978).

Debido a la selección de variables, sólo altura y área del dosel pudieron entrar en el método estadístico "Stepwise". La circunferencia y sección del tronco no pudieron entrar debido a la no significancia de las correlaciones simples con las variables del suelo (Cuadro nº9). A pesar de ello existen tendencias con respecto al pH del A y calcio del C, a ser significativos. Por lo tanto sería interesante realizar nuevas mediciones en el futuro para ver si se confirman estas tendencias.

La altura del árbol se vio afectada por dos variables: profundidad del horizonte A y % de materia orgánica del horizonte A, resultando la siguiente ecuación:

$$y = 3,383 + 0,0144x_1 - 0,145x_3$$

Queda claro el efecto de la profundidad del horizonte A sobre la altura del árbol por lo anteriormente discutido en cuanto a las diferencias de producción en los tres suelos. Pero el efecto negativo del porcentaje de materia orgánica es difícil de explicar. Quizás estén influyendo errores de muestreo, errores en el método de determinación en el laboratorio o la existencia de otras variables que están interaccionando y que no se han medido, por ejemplo aereación del suelo, donde sería importante relacionarla con el contenido de materia orgánica. Por lo tanto convendría volver a chequear en sucesivos años, este efecto.

En el caso del dosel la única variable que incidió fue la cantidad de Ca del horizonte C, resultando la siguiente ecuación:

$$y = 34,127 - 0,291x_7$$

El calcio del horizonte C tiene un efecto negativo sobre

el crecimiento del dosel. Esto confirma los ensayos de Aso (1974) indicando que el pie de trifolia es el más susceptible al calcáreo. Pero hay que aclarar que el calcio medido por el método usado en esta tesis no hace diferencia entre calcio intercambiable, calcáreo activo y concreciones de calcio que se hallan en el horizonte C. Por lo tanto habría que separar los efectos de cada una de estas fracciones para ver cuál es la contribución separada en la depresión del crecimiento.

6. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados estadísticos y la discusión realizada, se puede concluir:

1. En el suelo más profundo la producción de fruta resultó de mayor calibre, esto estaría explicado por el hecho de que suelos más profundos tienen una mejor economía del agua en períodos secos.

2. La distribución de los calibres de fruta se acercan a la distribución normal.

3. Existe alta correlación entre peso promedio de fruta y circunferencia promedio de fruta ($r = 0,882$), pudiéndose estimar el peso a través de la ecuación $y = 0,0127x - 0,1246$.

4. El método usado para estimar el número de frutas de un árbol no resultó estar correlacionado con el número real de frutas.

5. La circunferencia, sección de tronco y área del dosel están altamente correlacionados con los kg de fruta/árbol.

6. La circunferencia y sección del tronco están altamente correlacionados con el número de frutas/árbol.

7. La circunferencia y sección de tronco no tuvieron correlación simple significativa con ninguna variable del suelo.

8. La altura del árbol está afectada por la profundidad y porcentaje de materia orgánica del horizonte A, resultando la siguiente ecuación: $y = 3,383 + 0,0144x_1 - 0,145x_3$

9. El área del dosel está afectada en forma negativa por el contenido de calcio del horizonte C, resultando la siguiente ecuación: $y = 34,127 - 0,291x_7$

7. RESUMEN

Se estudió la producción de fruta en tres suelos del área granjera sur, en la localidad de Melilla. Se halló que en el suelo más profundo, la producción de fruta resultó de mayor ca libre, en condiciones de secano.

Se chequeó un método para estimar producción, el cual consiste en multiplicar la estimación del número de frutas por la estimación del peso promedio de fruta en función de su circunferencia a través de la ecuación:

$$y = 0,0127x - 0,1244$$

Se estudió la relación existente entre indicadores vegetativos de producción, con variables aportadas por el suelo, resultando:

1. La altura del árbol está en función de la profundidad y contenido de materia orgánica del horizonte A, determinada por la ecuación:

$$y = 3,383 + 0,0144x_1 - 0,145x_3$$

2. El área del dosel está en función de la cantidad de calcio del horizonte C, determinada por la ecuación:

$$y = 34,127 - 0,291x_7$$

8. LITERATURA CITADA

1. ALDRICH, D.G., BUCHANAN, J.R. and BRADFORD, G.R. Effect of soil acidification on vegetative growth and leaf composition of lemon trees. *Soil Science*. 79(6):427-439. 1955
2. ASO, P.J. Tolerancia de plantines de portainjertos cítricos a varios niveles de CaCO_3 en el suelo. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. 51(1):35-36. 1974.
3. _____ y BUSTOS, V.L. Condiciones del suelo relacionadas con la deficiencia de magnesio de los citrus en Tucumán. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. 57(2):9-13. 1966.
4. BLACK, C.A. Relaciones suelo-planta. Trad. de la 2ª ed. inglesa por A. Radufetti. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 1975. v1. 444p.
5. BOUQUET, M. et SOUCHIER, B. *Pedologie 2. Constituants et propriétés du sol*. París. Masson et cie. 1979. 459p.
6. BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. *Naturaleza y propiedades del suelo*. Trad. de la ed. inglesa por R. Salord Barceló. México, UTEHA, 1965. 590p.
7. CALVERT, D.V. et al. Citrus response to soil profile drainage, deep tillage and liming. *Proceedings International Society of Citriculture*. 1978. 217-219.
8. CULVER, R. and TILL, F.R. Some Measurements of tree size. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 7:587-592. December 1967.
9. DUNN, R.H. and WESTWOOD, M.L. A method for estimating the yields of sweet cherry. *Hortscience* 7(5):506-509. October 1972.

10. De LEON, L. y MORELLI, C. Estudio preliminar de la aptitud citrícola de algunas regiones de Uruguay. Informe técnico. M.A.P. D.S.F. 1970. 24p.
11. DUCHAUFECUR, P. Précis de pédologie. Paris. Masson et cie. 1970. 481p.
12. LEMBLETON, T.W. and JONES, W.W. Effects of potassium on peel thickness and juiciness of lemon fruits. Hortscience 1(1):25-26. 1966.
13. _____ and _____ Potassium builds lemon quality. Better Crops with plant food. 52(1):18-19. 1968.
14. _____, _____ and PAGE, A.L. Potash hunger in lemons. Better crops with plant food. 48(4):2-5. 1964.
15. _____, _____ and _____ Potassium and Phosphorus effects on deficient "Eureka" lemon trees and some salinity problems. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. 91:120-127. 1967
16. _____, _____ and PLATT, R. Plant nutrition and citrus fruit crop quality and yield. Hortscience. 10(1):48-50. 1975.
17. _____, REITZ, H.J. and JONES, W.W. Citrus fertilization. In Reuther W. ed. The Citrus Industry. University of California. 1973. v3. pp.122-182.
18. FERREE, D.C. Canopy development and yield efficiency of "Golden Delicious" apple trees in four orchard management systems. Journal American Society of Horticultural Science. 105(3):376-380. 1980.
19. FORSHEY, C.G. and ELFVING, D.C. Estimating yield and fruit numbers of apple trees from branch samples. Journal American Society of Horticultural Science. 104(6):897-900. 1979

20. GONZALEZ, SICILIA DE JUAN, E. EL cultivo de los agrinos. 1960. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. 806p.
21. GOÑI, C. et al. Relevamiento nutricional de limoneros de la zona sur. In II Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Uruguay. Asociación de Ingenieros Agrónomos. 1981. p. irr.
22. GREENE, B.A. and GERBER, J.F. Radiant energy distribution in citrus trees. Proceedings American Society for Horticultural Science. 90:77-85. 1967.
23. HAAS, A.R.C. and REED, H.S. The absorption of Ions by citrus and Walnut Seedlings. Hilgardia 2(4):67-106. 1926.
24. HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In Reuther W. ed. The citrus Industry. University Of California. 1973. v1. pp.431-592.
25. HOLLAND, D.A. Studies in the measurement of apple trees IV The use of branch girths to estimate trees size. Annual Report 1958. East Malling Research Station. 1959:77-79. April 1959.
26. IGNATIEFF, V. y PAGE, H.J. El uso eficaz de los fertilizantes. FAO. Estudios Agropecuarios. Nº43. 1960. 379p.
27. JESSEN, R.J. Determining the fruit count on a tree by randomized branch sampling. Biometrics. 1955:99-109. March 1955.
28. JONES, W.W. et al. Response of young lemon trees to potassium and zinc application. Yield and fruit quality. Journal of the American Society for Horticultural Science 98(4):414-415. 1973.
29. _____ et al. Nitrogen rate effects on lemon production quality and leaf nitrogen. Journal of the American Society for Horticultural Science 95(1):46-49. 1970.

30. _____ and EMBLETON, T.W. Soils, soil management and Cover Crops. In Reuther W., ed. The Citrus Industry. University of California. 1973. v3. pp.98-121.
31. JORDAN, L.S. and DAY, B.E. Weed control in citrus. In Reuther, W. ed. The Citrus Industry. University of California. 1973. v3 pp.82-97.
32. KOO, R.C.J., et al. Effects of nitrogen, potassium and irrigation on yield and quality of lemon. Journal of the American Society for Horticultural Science 1974. 99(4): 289-291.
33. LABANAUSKAS, C.K., et al. Effects of soil oxygen and irrigation on the acumulation of macro and micro nutrients in citrus seedlings (*Citrus sinensis* Osbeck). Soil Science 101(5):378-384. 1966.
34. _____, et al. Soil oxygen diffusion rates and mineral accumulation in citrus seedlings (*Citrus sinensis* var Bessie). Soil Science. 111(6):386-392. 1971.
35. _____, STOLZY, L.H. and HANDY, M.F. Concentration and total amount of nutrients in citrus seedlings (*Citrus sinensis* Osbeck) and in soil as influenced by differential soil oxygen treatments. Soil Science Society of American Proceedings 36(3) 454-457. 1972.
36. MARSH, A.W. Irrigation. In Reuther, W., ed. The Citrus Industry. University of California. 1973. v3 pp.230-279.
37. ORECCHIA, H.B. Interpretación climática para el cultivo de los citrus. Uruguay. Facultad de Agronomía. 1970. 20p.
38. PALACIOS, J. Citricultura moderna. Hemisferio Sur, 1978. Buenos Aires. 409p.
39. PARKER, E.R. and BATCHELOR, L.D. Variation in the yields of fruit trees in relation to the planning of future experiments. Hilgardia. 7(2):81-161. 1932.

40. _____ and JONES, W.W. Effects of fertilizers upon the yields, size and quality of orange fruits. California Agricultural Experiment Station. Bulletin 722, 1951. 58p.
41. PEARCE, S.C. Studies in the measurement of apple trees I. The use of trunk girths to estimate tree size. Annual Report 1951 East Malling Research Station. 1952:101-104. June 1952.
42. _____ Studies in the measurement of apple trees III. The use of branch girths as a substitute for the trunk girth. Annual Report 1955 East Malling Research Station. 1956:76-79. June 1956.
43. _____ and DAVIES, G.E. Studies in the measurement of apple trees II. The height at which trunk girths should be measured. Annual Report 1954:138-140. June 1954.
44. PLATT, R.G. Planning and planting the orchard. In Reuther, W., ed. The Citrus Industry. University of California. 1973. v3. pp.48-81.
45. PRALORAN, J.C. Los agrinos. Trad. del francés por Esteban Rimbau. Barcelona, Blume. 1977. 520p.
46. RASMUSSEN, G.K. and SMITH, P.F. Effect of H-ion concentration on growth of Pineapple orange seedlings in alternate solution water cultures. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. 73:242-247 1959.
47. REITZ, H.J. Citrus needs adequate nutrition. Better Crops with plant food. 45(4):10-14,31. 1961.
48. REUTHER, W., EMBLETON, T.W. and JONES, W.W. Mineral Nutrition of tree crops. Annual Review of plant physiology. 9:175-206.

49. RODNEY, D.R. and SARPLES, G.C. Responses of Lisbon Lemon trees to Applications of Nitrogen, Phosphate and Potash. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. 78:181-185. 1961.
50. SGANGA, J.C. Relación entre el crecimiento de *Eucalyptus umbellata* y las propiedades de algunos suelos de la asociación "Algorta" de areniscas cretáceas, en Piedras Coloradas (Paysandú). D.S.F. M.G.A. Facultad de Agronomía. Octubre, 1973. 28p.
51. _____ y TERZAGHI, A. Características físicas de los principales suelos agrícolas de Canelones. Montevideo. M.A.P. D.S. Boletín Técnico nº8. 1982. v2. 46p.
52. SITES, J.W. and REITZ, H.J. The variation in individual Valencia oranges from different locations of the trees as a guide to samplings methods and spot picking for quality I. Soluble in the juice. Proceedings American Society of Horticultural Science. 54:1-10. 1949.
53. _____ et al. Information to consider in the use of soils of flatwoods and marshes for citrus. University of Florida. Agricultural Experiment Stations. Circular S-135. 1961. 35p.
54. SMITH, P.F. Citrus nutrition. In Childers, N.F., ed. Fruit Nutrition. Somerville, N. Jersey, Sommerset Press. 1966. pp. 174-207.
55. SONEIRA, A. y GUERRA, J.M. Contribución al estudio de la determinación de las zonas y tierras más aptas para fomentar la producción citrícola en el Uruguay. Revista de la Facultad de Agronomía nº2. 133-174. 1929.
56. SPENCER, W.F. Phosphorus fertilization of citrus. University of Florida. Agricultural Experiment Station. Bulletin 653. 1963. 48p.

57. SYVERSTEN, J.P. and ALBRIGO, L.G. Some effects of grapefruit tree canopy position on microclimate, water relations, fruit yield, and juice quality. *Journal American Society for Horticultural Science*. 105(3):454-459. 1980.
58. TROCME, S. et GRAS, R. Sol et fertilisation en arboriculture fruitière. Paris, Perrin. 1964. 239p.
59. TURRILL, F.F. Growth of the photosynthetic area of citrus. *Botanical Gazette*. 122(4):284-298. 1961.
60. _____ et al. Growth equations and curves for citrus trees. *Hilgardia*. 39(16):429-437. 1969.
61. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE SUELOS Y FERTILIZANTES. Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. Montevideo. 1976. v3. 452p.
62. _____ UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA. FACULTAD DE AGRONOMIA. Atlas climatológico del Uruguay. Montevideo. 1978. 57p.
63. VARELA, D. y SOSA DIAS, M.L. Relación entre indicadores de producción de manzanos c.v. Red Delicious y durazneros c.v. Rey del Monte en los suelos de la región granjera Sur del Uruguay. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1980. 72p.
64. VERGARA, I. et al. Nutritional status of representative citrus orchards in Chile as evaluated by leaf and soil analyses. *Hortscience* 8(4):325-326. 1973.
65. WESTWOOD, M.N. and ROBERTS, A.N. The relationship between trunk cross-sectional area and weight of apple trees. *Journal American Society for Horticultural Science*. 95(1):28-30. 1970.
66. WHEATON, T.A. et al. Higher density plantings for Florida concepts. *Proceedings. Florida State Horticultural Society*. 91:27-33. 1978.

67. WILLIAMS, S.R. Forecasting Florida citrus production; Metodology and development. Florida. Crop and liverstock reporting service. January 1971. 96p.

9. LITERATURA CONSULTADA

-
1. BURGER, W.P. et al. Methods whereby the size of a citrus tree can be determined. South African Citrus Journal N°433: 13-15. 1970.
 2. KING, L.J. Statistical Analysis in Geography. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall. 1969. 288p.
 3. SERFONTEIN, C.M. and CATLIN, H.D. Determining the canopy area of citrus trees South African Citrus Journal. N°413:14-15. 1968.
 4. SGANGA, J.C. y PUENTES, R. El relevamiento de reconocimiento a escala 1:100 .000 en la República Oriental del Uruguay: metodología y pautas. M.A.P. D.S. Agosto, 1982. 27p.

APENDICE

DATOS DE ANALISIS DE LOS SUELOS

N° Obs.	Prof. A (cm)	Prof. A B (cm)	Y. O. A (%)	pH A	pH B	pH C	Calcio		
							A	B	C
1	25	75	4,0	5,1	6,4	8,5	7,5	15,1	16,5
2	24	70	3,3	5,4	6,2	8,5	7,2	13,6	16,5
3	16	75	3,5	5,3	6,6	8,6	7,3	13,9	17,9
4	18,5	70	3,7	5,4	6,5	8,6	7,5	14,0	18,3
5	20	72,5	3,3	5,3	6,5	6,4	6,7	13,7	14,0
6	18,5	77,5	3,5	5,3	6,2	6,6	6,1	12,6	17,6
7	18	72,5	3,5	5,1	7,0	8,5	6,9	13,9	14,0
8	21	75	3,3	5,3	7,3	8,3	7,1	13,4	12,8
9	11	65	3,3	6,1	6,8	8,5	14,0	18,3	25,5
10	13,5	60	3,2	7,6	7,7	8,4	12,0	18,8	25,6
11	14	56	3,1	6,9	8,2	8,8	11,9	17,9	22,4
12	12,5	57,5	3,2	5,7	6,7	8,6	12,0	15,9	24,1
13	20	57,5	2,5	5,2	6,7	6,2	8,9	17,0	15,3
14	22,5	65	3,0	5,4	6,5	7,0	8,9	15,5	15,2
15	20	57,5	2,8	5,5	7,0	7,6	11,6	16,6	24,2
16	15	60	3,0	5,9	6,6	7,9	9,6	16,9	23,4
17	25	77,5	3,3	5,4	7,1	8,1	9,5	15,1	12,6
18	27,5	77,5	3,2	5,4	7,4	7,5	9,3	5,2	14,8
19	27,5	52,5	3,5	5,3	7,4	8,5	9,4	16,6	14,1
20	30	80	3,2	5,4	7,5	8,3	10,8	16,4	12,7
21	40	90	3,8	5,6	7,3	6,2	10,6	17,1	15,4
22	37,5	90	3,5	5,5	7,5	8,1	9,9	16,7	13,2
23	40	95	4,0	5,3	7,0	8,1	10,0	15,1	18,6
24	37,5	95	4,5	5,4	7,2	5,7	9,5	15,1	17,6

DATOS DE ANALISIS DE LOS SUELOS

N ^o Obs.	Magnesio			Potasio		Sodio			Fósforo	
	A	B	C	A	B	A	B	C	A	B
	(meq./100gr)			(meq/100gr)		(meq./100gr)			(ppm)	
1	2,5	7,2	7,4	0,63	0,99	0,42	1,51	2,70	5	4
2	2,6	6,3	7,3	0,66	0,98	0,42	1,40	3,27	4	7
3	2,7	6,1	6,4	0,80	1,10	0,49	1,58	2,85	6	4
4	2,7	5,9	6,2	0,89	1,20	0,46	1,70	3,50	4	4
5	2,2	5,6	6,2	0,67	0,77	0,42	1,95	3,15	6	4
6	2,2	5,1	6,6	0,73	0,83	0,32	1,27	3,50	5	3
7	2,3	5,8	6,4	0,80	1,10	0,32	1,65	3,50	4	3
8	2,5	6,3	6,2	0,82	0,98	0,38	1,70	2,00	4	3
9	3,7	6,3	5,9	0,68	0,72	0,44	0,60	1,10	7	2
10	3,4	5,7	4,8	0,65	0,61	0,38	0,40	0,35	7	3
11	3,3	6,0	4,0	0,60	0,59	0,35	0,45	0,25	7	2
12	3,2	5,6	6,5	0,54	0,72	0,32	0,35	1,17	6	3
13	2,5	5,6	3,0	0,41	0,53	0,34	0,65	0,55	5	3
14	2,8	4,8	3,8	0,44	0,58	0,32	0,60	0,60	6	3
15	3,2	5,3	4,2	0,48	0,59	0,36	0,75	1,10	6	3
16	2,4	6,1	4,9	0,53	0,65	0,38	0,50	0,65	5	10
17	2,5	5,4	5,5	0,30	0,42	0,44	1,40	1,51	6	3
18	2,4	1,9	5,9	0,26	0,44	0,42	2,10	2,32	4	3
19	2,4	5,6	5,4	0,26	0,39	0,36	1,70	1,95	4	4
20	2,6	6,0	5,3	0,30	0,40	0,46	1,70	1,40	4	5
21	2,6	5,3	5,0	0,29	0,38	0,50	1,70	1,65	13	3
22	2,4	5,4	4,8	0,29	0,43	0,38	1,85	1,70	4	3
23	2,4	5,3	1,6	0,30	0,37	0,38	1,31	1,65	7	3
24	2,4	4,9	6,5	0,26	0,36	0,40	1,58	2,32	6	2

DATOS DE ANALISIS FOLIAR DE LOS ARBOLES DE LOS TRES SUELOS.
HOJA NO FRUCTIFERA.

	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	B ppm
1	2.05	0.11	0.51	4.30	0.37	91	31	60	38	58
2	2.16	0.01	0.47	4.46	0.32	89	24	76	112	59
3	1.94	0.12	0.45	4.50	0.34	92	28	32	94	57

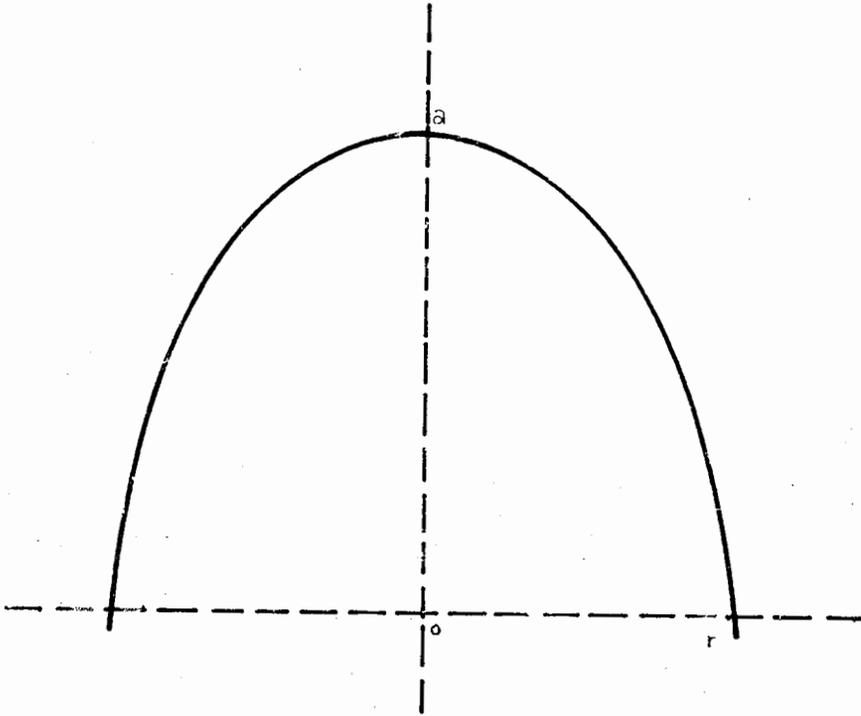
Suelo Serie Tomkinson G. GRUPO Argisol Subéutrico Melánico Abrúp. I
 Fecha 26/5/82 Operador Szoui-Sganga Obs. No Suelo 1
 Foto No - Muestra anal. No - Depto. Montevideo
 Localidad Melilla
 Fisiografía L(FR)B Mat. madre Libertad-Localita
 Relieve Lomas fuertes Pendiente o/o 2,5 Forma Ligeramente convexa
 Exposición N Erosión Laminar leve
 Drenaje Moderadamente bueno N. Freática No
 Escurrimiento Medio Permeab. Lenta en el horizonte D
 Pedregosidad No Recosidad No
 Cultivos Citrus-Limoneros
 Veg natural -
 Observaciones

Horizonte	Profundidad	Espesor	Transición	COLORES		Estructura	Consistencia (h)	Textura	Raíces	Reacción	P.H	Concreciones	Otras Características
				Matriz	Motas								
A1	0-15-25	15-25	a	10YR3/2	-	-	mfr	FL Pav	+++	-	-	-	-
B2	15-25-35-70	35-55	g	10YR2/2	pocas naranjas	-	fi	Ac-Al Pgy	+++	-	-	P2CaS FeMn	P3/1 MT 1
B3	50-70 60-80	40-20	g	10YR4/2 7.5YR5/4	-	-	fi	Ac-Al Pav	+++	-	-	-	-
Cca	60-80 +			7.5YR5/4	-		fi	AcL Pgy				Ca	

Suelo Santiago Vázquez G. GRUPO Brunosol Subéutrico Típico Fr
 Fecha 26/5/82 Operador Szogi-Scanga Obs. No Suelo 2
 Foto No _____ Muestra anal. No - Depto. Montevideo
 Localidad Melilla
 Fisiografía Vf LRFD Mat. madre Lib. delgado/Raigón/F. Entos/Crist.
 Relieve Valle fuerte Pendiente o/o 4,5 Forma Ladera convexa
 Exposición N Erción Laminar
 Drenaje Moderad. imperfecto N. Freática No
 Ecurrimiento Rápido Permeab. Lenta en el horizonte B
 Pedregosidad No Rociedad No
 Cultivos Citrus - Limoneros
 Veg. natural -
 Observaciones _____

Horizonte	Profundidad	Espesor	Transición	COLORES		Estructura	Consistencia	Textura	Raíces	Reacción	PH	Concreciones	Otras Características
				Matriz	Notas								
A ₁	0-25	10-25	c	10YR3/2	-	-	fr	FAc gvc	+++	-	-	-	
B ₂	10-25 42-60	32-35	g	10YR3/2	a veces naranjas	-	fi	Ac gvc	+++	-	-	-	PME2 3/1 4/1
B ₃	42-60 52-70	40	g	7,5YR3/2 5/2	-	-	fi	Ac gvc	+++	-	-	-	
C ca	52-70 +			7,5YR5/4	-	-	fi	Ac gvc					ca abundantes

DETERMINACION DEL AREA DEL DOSEL



$$S = \frac{\pi r^4}{8a^2} \left\{ \left(\frac{4a^2}{r^2} - 1 \right)^{3/2} - 1 \right\}$$

Fuente: Williamson (1971)