

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

Taller de Licenciatura

**Efectos de la Utilización de Mulch de Acícula de Pino, Corteza de Pino, Paja con Guano de Caballo y Guano de Pavo sobre la Productividad del Palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.**

**QUILLOTA CHILE**

**2000**

**ÍNDICE DE MATERIAS**

## **1. INTRODUCCIÓN**

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

- 2.1. Caracterización del palto Hass y factores críticos que intervienen en su productividad
  - 2.1.1. Sanidad radical
  - 2.1.2. Floración y cuaja
  - 2.1.3. Calibre y desarrollo de fruto
- 2.2. Uso de mulch. Una alternativa real
- 2.3. Algunos inconvenientes en el uso de mulches
- 2.4. Características de los mulches por estudiar
  - 2.4.1. Guano pavo
  - 2.4.2. Acícula de pino
  - 2.4.3. Corteza de pino
  - 2.4.4. Paja

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

- 3.1. Ubicación del ensayo
- 3.2. Material vegetal ocupado para el ensayo
- 3.3. Parámetros por medir
  - 3.3.1. Desarrollo radicular
  - 3.3.2. Desarrollo vegetativo
  - 3.3.3. Floración
  - 3.3.4. Producción
  - 3.3.4. Temperatura
  - 3.3.6. Análisis químico y físico de los mulch y la solución de suelo
  - 3.3.7. Degradación de mulch
- 3.4. Diseño experimental

## **4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

- 4.1. Desarrollo radicular
  - 4.1.1. Longitud de raicillas
  - 4.1.2. Densidad radicular
  - 4.1.3. Distribución radicular
- 4.2. Crecimiento vegetativo
- 4.3. Desarrollo reproductivo
  - 4.3.1. Número de panículas determinadas e indeterminadas
  - 4.3.2. Precocidad
  - 4.3.3. Rendimiento
  - 4.3.4. Calibre de exportación
- 4.4. Degradación de los mulches
- 4.5. Presencia de malezas

## **5. CONCLUSIONES**

**6. RESUMEN**

**7. LITERATURA CITADA**

**ANEXOS.**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Para la producción de fruta de buena calidad que satisfaga las exigencias del mercado a un mínimo costo, es necesario contar con técnicas que deriven del conocimiento

científico sobre la biología de las plantas frutales, en relación al medio en que viven y a su manipulación (GIL, 1997).

De acuerdo a los antecedentes que actualmente se conocen, el palto sería una especie originaria de las zonas de México, Guatemala y Centro América. Tres circunstancias que afectan la actual naturaleza de sus frutos dan testimonio de ello: abundantes lluvias como lo muestra su alta sensibilidad a la sequía, suelos bien drenados como lo manifiesta su alta sensibilidad a la asfixia radicular, y un suelo poseedor de un grueso mulch rico en materia orgánica en descomposición dada la alta tendencia de las raíces sanas de crecer hacia cualquier capa de suelo en descomposición, desarrollándose bien en suelos con niveles de materia orgánica del 10 % e incluso mayores (BERGH, 1992; MATAVA, 1991).

Se ha observado que algunos desechos agrícolas se asemejan a la cubierta vegetal de estos bosques, entre los cuales se encuentran los cortes de pasto, chips de madera compostada, hojas, y otros (CASALE *et al*, 1995).

Por otro lado, durante mucho tiempo, nuestros antecesores veían muy clara la importancia de agregar materia orgánica al suelo para devolver lo que es sacado del medio; sin embargo, después de la Segunda Guerra Mundial, se vio necesario reemplazar su aplicación por otras formas de fertilizantes que tuviesen una efectividad a corto plazo. Así, el desarrollo de la industria química logró simplificar la vida del agricultor, creando fertilizantes sintéticos que podría aplicar más fácil y económicamente. Esta práctica aún continúa, sin embargo, un cambio de actitud producto de la revalorización del medio ambiente, ha hecho que numerosos agricultores vuelvan a considerar los beneficios de agregar materia orgánica al suelo (SAKOVICH, 1997b).

Las prácticas culturales que eliminan o reducen la polución ambiental tienen un valor inherente más allá que el retorno inmediato, y serán posiblemente beneficiosas al largo plazo para los agricultores (TURNEY y MENGE, 1994).

Tras este panorama aparece el uso de mulch, que presenta una serie de ventajas: el incremento en el crecimiento y vigor de las plantas, que puede deberse a la conservación de la humedad del suelo al reducir la evaporación y escurrimiento; el mantenimiento de mejores temperaturas de suelo, menor pérdida de nutrientes por lixiviación, menor compactación del suelo, mayor infiltración de agua, aumento de la disponibilidad de nutrientes, aumento de la nitrificación y nutrientes disponibles por la descomposición de los mulch, favorecimiento la preservación o mejora de la estructura del suelo (ROBINSON, 1988); es decir, contribuyen en forma efectiva a proporcionar las condiciones naturales de este cultivo.

BERGH y OPPENHEIMER (1992), citados por BEN-YA'ACOV (1995), expresan su convencimiento que el aporte de materia orgánica es esencial para el palto, aunque no presentan evidencia para esta idea. Posteriormente, WOLSTENHOLME, MOORE-GORDON y COWAN (1997), estudiando el efecto de mulch de corteza de pino compostada, logra mayor producción y mejores calibres. Se hace necesario, por lo tanto, investigar las propiedades de los diversos materiales orgánicos evaluando la factibilidad de su uso en diferentes condiciones.

Con este fin se ha dado comienzo en el año 1998 a un estudio en la zona de Quillota donde se prueba el efecto que podrían tener algunos mulches tales como guano de pavo, acícula de pino, corteza de pino y guano de caballo más paja. Se escogieron estos materiales puesto que estaban fácilmente disponibles en la zona, lo que es un factor muy importante de considerar para la elección, ya que el principal costo en su uso lo representa el transporte.

Luego de haber obtenido los resultados del primer año, es necesario continuar el seguimiento de los tratamientos en los años siguientes. Corresponde analizar ahora los efectos observados en este segundo año.

Para la realización de dicho análisis, se han planteado los siguientes objetivos.

- Comparar el crecimiento radicular del palto cv. Hass obtenido en los diferentes tipos de mulch.

- Comparar la estabilidad y duración de los diferentes mulch.
- Analizar la influencia de los mulch sobre el crecimiento vegetativo de otoño y primavera.
- Observar el número y frecuencia de panículas determinadas e indeterminadas que presentan los árboles bajo los diferentes tratamientos.
- Comparar la producción obtenida en los diferentes tratamientos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1. Caracterización del palto Hass y factores críticos que intervienen en su productividad:

#### 2.1.1. Sanidad radical:

La zona de origen del palto corresponde a bosques lluviosos, con suelos altamente permeables en los cuales se desarrolla un sistema radicular poco profundo, con raíces cortas y débiles, bastante suberizadas y relativamente ineficientes en la absorción de agua, con una baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radicales. (DU PLESSIS, 1991; WHILEY y WINSTON, 1987).

El 60% de ellas se concentran en los primeros 450 mm de suelo donde son vulnerables a los rápidos cambios ambientales (WHILEY *et al*, 1988b y CASALE *et al*, 1995).

Este sistema se encuentra en un frágil equilibrio con el desarrollo de la parte aérea del árbol, debido a su participación en la absorción de agua, nutrientes y producción de reguladores de crecimiento. Es así que cualquier restricción en el desarrollo del sistema radicular se traduce en problemas de absorción de nitrógeno, en el crecimiento y en la producción final. Por otro lado, de cada "flush" vegetativo se genera uno radicular por lo que los trastornos en la parte aérea también influirían sobre el desarrollo de las raíces (WHILEY *et al*, 1988b; RAN, Y. 1994; WHILEY *et al*, 1995).

De hecho, como las raíces constituyen el principal sistema reductor del  $\text{NO}_3^-$  por sus mayores contenidos de la enzima nitrato reductasa en relación a la parte aérea, y también lo son en la asimilación de amoníaco a proteínas, sobre todo en la etapa de las "flush" pediculares (LOVATT, 1990), el óptimo funcionamiento de ellas está vinculado a la cantidad y oportunidad del suministro de productos fotosintéticos formados en las hojas (SILVA y RODRIGUEZ, 1995).

El nivel de producción del palto depende en forma importante del estrés causado por temperaturas extremas del suelo en septiembre y la cantidad de lluvias caídas en el invierno. Lo anterior se explica de la siguiente manera: las excesivas lluvias en invierno provocan la muerte de numerosas raíces por lo que temprano en primavera, durante la floración y cuaja, el árbol presenta dificultades para absorber agua suficiente. Por otro lado, las bajas temperaturas de suelo en septiembre reducen el crecimiento radicular en este período crítico lo que acentúa el efecto anterior (ZAMET, 1995).

Mediante ensayos realizados para verificar el efecto de la temperatura sobre el crecimiento radicular del palto, se observó que a temperaturas de 13 °C éste se deprime, encontrándose el mayor crecimiento con temperaturas entre 18 y 23 °C (WHILEY *et al.*, 1988b; WHILEY y WINSTON, 1987).

Las propiedades físicas del suelo afectan la tasa de crecimiento de las raíces. Estas características físicas incluyen la temperatura, aireación, impedimentos mecánicos y, el tamaño y continuidad de los poros (VEPRASKAS y MINER, 1986)

Con respecto a esto último, las raíces crecen a través de los poros cuyo diámetro sea mayor que el diámetro de la zona de elongación. En condiciones en que los poros son de menor diámetro, las raíces pueden agrandarlos para poder crecer, empujando las partículas cuando logran superar la resistencia a la penetración o los impedimentos mecánicos del suelo. (RUSSELL, 1977, citado por VEPRASKAS y MINER, 1986).

Las condiciones de anaerobiosis disminuyen la permeabilidad de las raíces al agua y aumenta la resistencia a la absorción; la pérdida de agua de la parte aérea excede la absorción de agua por las raíces, lo que genera una disminución del potencial hídrico de la hoja y marchitamiento de éstas. Los estomas se cierran como consecuencia de la disminución del potencial hídrico de las hojas, lo que restringe la transpiración y el restablecimiento del turgor de las hojas (BRADFORD y YANG, 1981).

Sucede que, normalmente, las raíces obtienen el oxígeno suficiente para su respiración

aeróbica directamente desde el suelo. La concentración en profundidad es similar a la del aire húmedo; sin embargo, cuando los suelos son mal drenados o cuando la lluvia o la irrigación son excesivas pueden inundarse o anegarse; entonces el agua llena los poros y bloquea la difusión del oxígeno en la fase gaseosa, quedando oxigenados sólo los primeros centímetros de la superficie del suelo. Cuando las temperaturas son bajas y las plantas entran en receso, el agotamiento de oxígeno es muy lento y relativamente inofensivo. Sin embargo, cuando las temperaturas son altas ( $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), el consumo por parte de las raíces de las plantas, la fauna y los microorganismos del suelo es mayor, por lo que pueden agotarlo totalmente desde el volumen de agua del suelo en unas 24 horas (TAIZ y ZEIGER, 1991).

En la ausencia de este  $\text{O}_2$ , el ciclo de ácidos tricarboxílicos no puede operar, y el ATP sólo puede ser producido por fermentación. Las raíces comienzan entonces a fermentar el piruvato (formado en la glicolisis) a lactato. La fermentación láctica, sin embargo, es transitoria, porque la acumulación de lactato baja el pH celular. Como el pH intracelular baja, se activa la fermentación a etanol. La producción neta de ATP en la fermentación es de 2 moles de ATP por mol de hexosa de azúcar respirada (comparado con los 36 moles de ATP por mol de hexosa en la respiración aeróbica). De este modo, el daño al metabolismo radicular por deficiencia de oxígeno origina en lo sucesivo una reducción del ATP destinado a los procesos metabólicos básicos (TAIZ y ZEIGER, 1991; KAWASW, 1981).

Las características del suelo también se ven afectadas, reduciendo el potencial de óxido reducción de éste, cambiando el pH y aumentando la concentración de iones tóxicos, metales, compuestos fenólicos y etileno (KAWASW, 1981).

Es así como la absorción y traslocación de agua y nutrientes se ve disminuida, debido a la poca energía disponible; la síntesis y el flujo de citoquininas y giberelinas en las raíces es suprimida, dado al daño provocado, y la concentración de auxinas en el tallo de las plantas aumenta, en razón de un bloqueo del transporte de éstas hacia las raíces (BRADFORD y YANG, 1981 KAWASW, 1981).

BRADFORD y YANG (1981) señalan que las plantas en anaerobiosis presentan niveles de etileno superiores a las plantas en condiciones normales y parte de los altos niveles en el suelo serían de origen microbial. Sin embargo, en contraposición a lo anterior es que la síntesis de etileno requiere oxígeno, por lo que la baja concentración en las raíces que se encuentran en anaerobiosis debieran detener la síntesis del etileno. Lo que al parecer ocurre es que en estas condiciones se estimula la formación de ACC, precursor del etileno, y posteriormente es en la parte aérea en la que existe suficiente oxígeno donde se transforma en etileno.

Otro de los factores importantes que limitan la producción de patos corresponde a la pudrición de raíces causada por *Phytophthora cinamomi* Rands. Dicho ataque causa la muerte de raíces después de aproximadamente 6 horas de infección, desarrollándose el hongo en el tejido necrótico en descomposición por varias semanas, provocando una alteración de las relaciones hídricas del árbol, (WHILEY *et al*, 1986; COFFEY, 1984).

Las raíces alimenticias no suberizadas son susceptibles a la infección por *Phytophthora cinamomi* provocándose rápidos cambios en la dinámica del crecimiento del árbol (WHILEY *et al*, 1988b).

#### 2.1.2. Floración y cuaja:

Las yemas florales del palto son generalmente mixtas, con inflorescencias indeterminadas, es decir, terminan en una yema vegetativa, aunque en forma eventual; también existen yemas determinadas, caso en el que los crecimientos vegetativos ocurren sólo por el desarrollo de una yema lateral, ya que la yema apical del eje central corresponde a una flor (GARDIAZÁBAL, 1998).

LOVATT, BERTLING y BLANKE (1994) determinaron que las inflorescencias indeterminadas transpiran 23 ml más agua que las determinadas, tanto antes como después de la antesis. Por lo tanto, existen diferencias significativas en los contenidos

de reguladores de crecimiento, carbohidratos, compuestos nitrogenados y otros nutrientes en los frutos que se desarrollen en inflorescencias indeterminadas versus determinadas. Esto puede estar jugando un rol importante en la cuaja, tamaño de los frutos y calidad final de éstos.

Los mismos investigadores detectaron, además, que las flores de inflorescencias determinadas tienen mayores concentraciones de ABA y GA, pero menores niveles de zeatinribosa (que es una citoquinina), mientras que las inflorescencias indeterminadas poseen una mayor relación CK- ABA (LOVATT, BERTLING y BLANKE, 1994), siendo ésta una de las causas del mayor potencial con que cuentan esta últimas.

La floración del palto es muy abundante, tanto que se producen entre 1 a 2 millones de flores por árbol. Sin embargo, sólo unas pocas cuajan (menos del 0,001 %). Dicha cuaja no ocurre de una sola vez, sino que en dos o tres “peaks” a través del tiempo, cuando se presentan condiciones de buenas temperaturas (BLUMENFIELD y GAZIT, 1974; LOVATT, BERTLING y BLANKE, 1994).

La floración y la cuaja del cv. Hass ocurre predominantemente en una época de baja actividad radical, reducida transpiración, baja fotosíntesis y bajas temperaturas que afectan en forma negativa la apertura floral, polinización, fecundación y cuaja. A medida que la floración progresa, aumenta la competencia con los nuevos brotes vegetativos en desarrollo en un momento en que las raíces están aún inactivas o con muy baja actividad, por lo que la competencia por nutrientes y agua se torna cada vez más intensa. Ambos factores, en conjunto y por separado, afectan la cuaja de frutos. (LOVAT y SALAZAR, 1994; WHILEY *et al*, 1988a).

Cabe destacar que la brotación de verano tiene un impacto positivo a nivel nutricional para la fruta que se encuentra en ese momento en el árbol y para la continua productividad, ya que aporta carbohidratos para la fruta que hay en ese momento y a la producción de flores que se formarán en la próxima primavera. (WHILEY *et al*, 1988a).

Las temperaturas atmosféricas también condicionan la cuaja; las bajas retrasan el proceso y las altas temperaturas remueven todos aquellos frutitos débiles (ZAMET, 1995).

### 2.1.3. Calibre y desarrollo de fruto:

Una de las características que llama más la atención en el fruto del palto es la continua división celular del mesocarpo mientras éste permanezca adherido al árbol. Existe un alto gasto de energía para producir aceites y grandes semillas ricas en carbohidratos, a diferencia de frutos que almacenan azúcar como son las manzanas, cítricos, duraznos, etc. Por esta razón, en la etapa del desarrollo de los frutos del palto existe una gran demanda de productos carbonados originados en el proceso de fotosíntesis. Además, el fruto sólo madura luego de ser cosechado, ya que en el árbol la tasa de división celular continúa, siendo alta en los frutos jóvenes y disminuyendo en frutos maduros (BLUMEFIELD y DAZIT, 1974; WHILEY *et al*, 1996a).

El crecimiento de las paltas se caracteriza por una curva de crecimiento simple sigmoidea, tanto para su diámetro polar como ecuatorial. (CHANDLER, 1964; BLUMENFIELD y GAZIT, 1974; MARTÍNEZ, 1981; CUTTING *et al*, 1986; ZILKAH y KLEIN, 1987; TAPIA, 1993).

La parte comestible corresponde al mesocarpo y al endocarpo, estando constituido el primero de células parenquimáticas uniformes en tamaño y forma, mientras que el endocarpo está constituido de dos o tres capas de pequeñas células. (BLUMENFIELD y GAZIT, 1974).

El embrión es pequeño en un principio; luego, se desarrolla y crece rápidamente durante el primer mes, constituyendo el componente más pesado de la semilla al finalizar el primer período de crecimiento. Su desarrollo se extiende desde cuaja hasta marzo, cuando la deshidratación de la testa de la semilla provoca la interrupción del aporte de nutrientes. (BLUMENFIELD y GAZIT, 1974).

En relación al sistema vascular, toda la red se encuentra unida en el pericarpo hasta entrar a la cubierta de la semilla donde se separan cubriendo todo el volumen de ella. (BLUMENFIELD y GAZIT, 1974).

En un comienzo, la testa es blanca y gruesa. Después de tres a cuatro semanas de ocurrida la cuaja, se transforma ella en el componente más pesado de la semilla, alcanzando su máximo peso en febrero. Posterior a esto, comienza su deshidratación y oscurecimiento hasta que se seca completamente. El sistema vascular en la testa también se seca y es incapaz de transferir materiales y hormonas. Por lo tanto, no puede existir un intercambio rápido de materiales entre el embrión y el pericarpio, y la influencia del embrión sobre el crecimiento del fruto cesa completamente. Es en este momento que el embrión se encuentra completamente libre en la cavidad de la semilla lo que indica madurez hortícola de la fruta (BLUMENFIELD y GAZIT, 1974).

El cultivar Hass es conocido por ser problemático en el tamaño de sus frutos. Una gran proporción, hasta un 40% en algunos casos, tienden a ser pequeños y de muy bajo valor económico (LAHAV y ATSMON, 1979; GILL *et al*, 1984 citados por ZILKAH y KLEIN, 1987; MOORE-GORDON, COWAN y WOLSTENHOLME, 1997).

La semilla del palto parece ser un fuerte “sink” de nutrientes y hormonas, lo que queda en evidencia por su efecto sobre el crecimiento del fruto y por su gran tamaño y alto contenido de materia seca. Además, como ya se dijo, el sistema vascular transporta nutrientes principalmente hacia la semilla (BLUMENFIELD y GAZIT, 1974).

Debido a que la división celular continúa en los frutos durante toda su vida, las aplicaciones exógenas de citoquininas generan una respuesta en éstos, observándose en los frutos de bajo calibre un aumento del tamaño (CUTTING, 1993).

La muerte de la cubierta de la semilla precede a la disminución de la tasa de crecimiento del fruto en marzo. Cuando por alguna razón la muerte de la testa ocurre

temprano, pero después de mediados de diciembre, se desarrollan frutos de tamaño intermedio (BLUMENFIELD y GAZIT, 1974; COWAN, MOORE-GORDON Y WOLSTENHOLME, 1997).

El desarrollo de los frutos es altamente competitivo con el de la raíz y los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles; por lo tanto, en etapas críticas del ciclo de crecimiento, los requerimientos para el desarrollo de la fruta y de los brotes hacen bajar las reservas de los árboles (WHILEY, 1990).

Al mismo tiempo, una de las causas más importantes de la caída de fruta de verano, cuando el árbol ha invertido de un 10 a un 40% del potencial de peso individual por fruto, es el estrés de carbohidratos, lo que se suma a las altas temperaturas y la alta demanda evaporativa de esta estación (WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990).

Se ha observado también que una gran proporción de los frutos provenientes de la zona más cálida mostraba en el momento de cosecha signos de degradación prematura de la testa, lo que no se observó en frutos provenientes de zonas más frescas (CUTTING, 1993).

También, los déficit de presión de vapor atmosférico durante la etapa de desarrollo de los frutos eran muy altos, registrándose potenciales hídricos de las hojas más negativos. (WHILEY *et al*, 1986).

Se puede concluir, de esta forma, que uno de los factores más importante que están afectando la reducción del tamaño de los frutos es la transpiración, ya que los frutos son un reservorio de humedad para las hojas cuando el árbol está sometido a condiciones internas de estrés hídrico (SCHROEDER y WIELAND, 1956).

El tamaño final del fruto no sólo depende del cultivar y del régimen de temperaturas, sino que también de la posición del fruto en el árbol, el número de frutos en el árbol, en

una determinada rama, el número y tamaño de las hojas que están aportando fotosintatos al fruto y del régimen de luz en la zona de las hojas. Se suman, además, factores como la respiración, nutrición, irrigación y complejidad del árbol (CUTTING, 1993; ZAMET, 1995).

La relación entre la cantidad de fruta que posee el árbol y el tiempo que ésta es almacenada en él luego de haber alcanzado su madurez fisiológica, tienen una gran incidencia en la producción, siendo las cosechas tardías causantes de una alternancia en la producción (WHILEY *et al*, 1996):

Otro aspecto importante de considerar es el anillado del pedúnculo que se desarrolla como una lesión corchosa en la unión del pedicelo o el pedúnculo de la fruta. HIRON y WRIGHT, (1973) y MOLBORROW (1981), citados por WHILEY *et al*. (1986), establecen que las condiciones de déficit hídrico en forma constante en los tejidos vegetales -siendo uno de estos casos, los árboles afectados por *P. cinamomi*- aumentan el nivel de ABA (WHILEY *et al*, 1986).

El aumento de ABA provoca la abscisión, la cual es parcialmente contrarrestada por el aporte de auxinas desde la semilla. Se podría solucionar esto si la condición de déficit hídrico se reduce y el aporte de auxinas desde la semilla se mantiene\_ (WHILEY *et al*, 1986).

En ensayos realizados en árboles de 6 años, en la zona de Queensland en la que se probó metalaxyl y phosethyl de aluminio para proteger a los árboles de pudrición de raíces, se observó que los árboles tratados con fungicidas presentaban en forma significativa un menor número de frutos anillados con respecto al testigo (WHILEY *et al*, 1986).

En fin, se puede concluir que la producción y el calibre de la fruta están bajo el control de varios factores que interactúan entre sí; factores genéticos, condiciones climáticas extremas, floraciones pobres, competencia vegetativa y reproductiva, entre otros

(WOLSTENHOLME, MOORE-GORDON Y COWAN, 1997).

## 2.2. Uso de mulch. Una alternativa real.

Un *mulch* se puede definir como cualquier material orgánico o inorgánico aplicado a la superficie del suelo para modificar sus condiciones y favorecer el crecimiento de las plantas, previniendo la pérdida de humedad del suelo por evaporación, disminuyendo el desarrollo de malezas y las fluctuaciones de temperatura, promoviendo la productividad y reduciendo notoriamente la erosión del suelo. Sin embargo, es la conservación de la humedad del suelo el principal efecto de su uso (ROBINSON, 1988; STINSON *et al.*, 1990; FOSHEE *et al.*, 1996).

Los materiales que se utilizan son variados y entre ellos se encuentran: la turba, chips de madera, acícula de pino, hojas, paja, cortes de pasto, arena, piedras, etc. Además, destacan materiales manufacturados como plástico, celofán, entre otros (ROBINSON, 1988).

Con respecto al uso de mulches de plástico u otros mulches sintéticos, éstos logran un control de malezas más efectivo, pero dificultan la penetración del agua y no pueden ser establecidos sobre grandes superficies; además, bajo ellos se alcanzan altas temperaturas que tienden a reducir los niveles de humedad y no son visualmente estéticos, lo que limita su utilización a pequeñas superficies (ROBINSON, 1988; SKROCH *et al.*, 1992).

Por ello, si bien los mulches pueden ser clasificados como orgánicos o inorgánicos, la mayoría son del primer tipo, basándose su elección en costo, apariencia y disponibilidad local (SKROCH *et al.*, 1992).

En un huerto maduro, la capa natural de hojas comienza lentamente a descomponerse, constituyéndose en una fuente constante de aporte de materia orgánica, lo que permite el desarrollo de algunas raicillas. Si bien se formará bajo la canopia una capa gruesa

de humus, el uso de diferentes productos orgánicos favorece la formación de esta capa en descomposición (MATAVA, 1991).

Diversos autores han observado que esta especie crece mejor con un mulch que imita la capa orgánica de los bosques, de la misma forma se ha observado que las raíces del palto crecen hacia donde se encuentra el mulch (CASALE *et al*, 1995; MOORE-GORDON y WOLSTENHOLME, 1996).

La aplicación de un mulch orgánico no sólo favorece la creación de una capa de suelo de gran riqueza, sino que también cumple funciones anexas como disminuir la cantidad de luz solar que llega a la superficie del suelo, reduciendo el desarrollo de malezas; reducir la evaporación del agua al aislar el suelo; y aumentar la materia orgánica que constituye una fuente de nutrientes para la planta. (FOSHEE *et al*, 1996; SAKOVICH, 1997a).

Por otro lado, la materia orgánica agregada al suelo sirve también de alimento para la microfauna, permitiendo un aumento poblacional de los microorganismos que lo habitan y, de esta forma, pueda existir una conversión de un suelo de malas características a uno de excelentes características, friable, con buena aireación, rico en nutrientes y con buena infiltración de agua (SAKOVICH, 1997b).

La mayor agregación del suelo incrementa la porosidad y genera un aumento en la capacidad de retención de agua. De hecho, se ha visto que los tratamientos con mulch presentan mayores niveles de humedad en pleno verano, existiendo, además, una reducción de 1/3 a 1/4 de la pérdida de humedad por evaporación, una mayor tasa de infiltración y una mayor aireación del suelo (TUKEY y SCHOFF, 1963; SAKOVICH, 1997b; SKROCH *et al*, 1992).

Lo anterior se debe a numerosos factores como son la protección frente al impacto de la lluvia en el suelo, la disminución de la compactación del suelo y aumento de la actividad biótica (ROBINSON, 1988).

STINSON *et al.* (1990) plantean que, debido a que la humedad del suelo se mueve hacia la superficie de éste por capilaridad, el sol, el viento o condiciones de baja humedad relativa promueven la evaporación. El uso de un mulch permite reducir la evaporación, puesto que alarga el flujo del agua a través de los capilares del suelo y el aire.

Ensayos realizados por GREGORIOU y RAJKUMAR (1984) mostraron que la humedad del suelo durante la temporada seca fue significativamente mayor en los suelos tratados con mulch. La combinación del riego con el uso de mulch produjeron un nivel consistentemente mayor de humedad a lo largo de toda la temporada seca, que ni el riego ni el mulch por sí solos hubiesen logrado.

Con respecto al crecimiento radicular, la generación de un buen medio tanto físico como químico permite un mayor desarrollo de raíces en los primeros 15 a 30 cm de suelo lo que se traduce en plantas más vigorosas y de mayor desarrollo. (ROBINSON, 1988; COFFEY, 1984).

La mejora de las características físicas del suelo permite una mayor aireación en suelos compactados, observándose mayores niveles de oxígeno y menores niveles de CO<sub>2</sub>. Al mismo tiempo, una mayor retención de humedad en suelos livianos. (TUKEY y SCHOFF, 1963; BEN-YA' ACOB, 1995).

La aplicación de materia orgánica puede mejorar la estabilidad estructural, disminuyendo la disturbación del suelo y, en consecuencia, reduciendo la tendencia de las arcillas a la dispersión junto con reducir la erosión (BARZEGAR *et al.*, 1997; SAKOVICH, 1997b).

SAKOVICH (1997b) explica que la materia orgánica mejora la porosidad del suelo, debido al incremento de la actividad biológica en él, lo que permite la formación de agregados, debido a la secreción de sustancias gelatinosas por parte de los

microorganismos que ayudan a adherir las partículas de suelo. Los agregados también se forman químicamente por la unión de arcillas con la materia orgánica que constituyen complejos órgano - minerales.

A lo anterior, GRIERSON (1990) suma el rol de los ácidos húmicos en la adsorción y retención de agua y nutrientes.

Otra ventaja de los mulch orgánicos es que aportan actividad biológica en la rizósfera incluyendo micorrizas; lo anterior puede ser importante en el caso del palto, puesto que, como ya se mencionó, no desarrolla pelos radicales (BEN-YA' ACOB, 1995).

Según SAKOVICH (1997b), el suelo cuenta con una gran cantidad de organismos entre los cuales se encuentran hongos, bacterias, algas y numerosos invertebrados. Aquéllos que descomponen la materia orgánica constituyen el 95 % (en peso) de la biomasa viviente del suelo. Estos organismos se encuentran constantemente rompiendo materiales vegetales y resintetizándolos dando origen al humus. Además, producen enzimas y otros compuestos que permiten que ciertos minerales se encuentren más disponibles para las plantas. Entre éstas esta la enzima fosfatasa que disuelve las rocas de fósforo y otras partículas de fósforo insoluble dejándolas disponibles.

Otro beneficio de la microfauna del suelo lo constituye la estimulación del crecimiento de las plantas al colonizar las raíces de éstas, favoreciendo la secreción de hormonas y convertir las secreciones radiculares en vitaminas y componentes del crecimiento que permiten estimular el crecimiento y la producción. Además, los microorganismos pueden convertir los exudados de las raíces en variados compuestos secundarios que controlan la pudrición de raíces (SAKOVICH, 1997b).

Los organismos del suelo, tales como gusanos y otros insectos, ayudan a mezclar el suelo y mejorar la estructura de éste (SAKOVICH, 1997b).

En Australia, se descubrió que los suelos los cuales presentaban un efecto supresivo a *Phytophthora cinamomi*, mantenían altos contenidos de materia orgánica, altos niveles de calcio intercambiable (20-27 m.e.), pH de 5,5 -7, altos niveles de nitrógeno en forma de amonio y nitrato, y una alta actividad biológica (HILL, 1995).

En Israel, se ha concluido que el uso de materia orgánica, ya sea como mulch o bajo los camellones, permite mejorar las condiciones de árboles enfermos. (BEN-YA' ACOV, 1995).

El uso de materia orgánica es hoy considerada como elemental e indispensable en el control integrado de *Phytophthora cinamomi*, debido al desarrollo de una microfauna rica en hongos, microbios, bacterias y actinomicetes que ejercen un efecto supresivo a través de la competencia e inhibiciones interespecíficas con el patógeno (COFFEY, 1984; BEN-YA' ACOB, 1995; CASALE *et al*, 1995).

La creación de un medio ambiente que estimula el crecimiento radicular, pero que físicamente inhibe al patógeno; la liberación de compuestos de degradación tales como CO<sub>2</sub>, amonio, nitritos o saponinas que, en general, le son tóxicos; su actuación como trampa de zoosporas donde enquistan e inducción de mecanismos de defensa en la planta, son algunos de los bioefectos de la materia orgánica señalados por CASALE *et al*, 1995.

Existen algunas bacterias y hongos que poseen la habilidad de inhibir el crecimiento del patógeno y otros poseen la habilidad de desorganizar sus hifas. No es importante el tipo de materia orgánica aplicada para lograr un control biológico de patógenos que causan la pudrición de raíces en palto, ya que no existe, al parecer, ninguna bacteria específica responsable del antagonismo del hongo. La capa del mulch en descomposición entrega una diversidad de bacterias y un gran número de ellas aparecen involucradas en el control de *Phytophthora*. Sin embargo, existiría un hongo que, se cree, presenta un efecto supresivo a *Phytophthora*; *Trichoderma spp.* Éste ha sido aislado de la rizósfera de los paltos y se sugiere la existencia de parasitismo y

antibiosis (CASALE, 1990; BORST, 1983b).

El mayor efecto supresivo de los microorganismos sobre los hongos del suelo ocurre a nivel de la interfases entre la capa de material descompuesto y la capa de material mineralizado subyacente (BORST, 1983b).

Otra ventaja del uso de mulch radica en que son susceptibles de ser colonizados con biocontroladores previos a su aplicación, pudiendo posteriormente aplicarlos cuando sea necesario sin provocar daños mecánicos a las raíces existentes. Es así como el uso de un mulch apropiado y la descomposición de la materia orgánica agregada al suelo, puede constituir un sustrato que permita el desarrollo de biocontroladores (CASALE *et al.*, 1995).

La agregación del suelo, debido a la unión de los coloides, permite la formación de una mayor cantidad de canales por los cuales el agua puede drenar. Esto disminuye el movimiento de las zoosporas a través del agua libre del suelo, estando el tiempo de drenaje de estos poros directamente asociado a la tasa de diseminación del hongo (BORST, 1983b; TURNEY Y MENGE, 1994).

Se observó también que los árboles afectados por *P. cinamomi* presentan un mayor déficit hídrico que los árboles sanos durante casi todo el día y la noche, aunque ambos alcanzan similares potenciales de agua al amanecer (WHILEY *et al.*, 1986).

Otro efecto del uso de mulch sobre el control de *Phytophthora* estaría dado por la reducción de la temperatura del suelo tanto estacional como anual y en entregar energía para el desarrollo de organismos antagónicos al hongo (BORST, 1983a).

El efecto del uso de mulch sobre la temperatura del suelo depende del material utilizado, ya que cada mulch genera su propio régimen, siendo, sin embargo, la temperatura diurna más baja y la nocturna levemente más alta que el suelo descubierto, existiendo, de esta forma, una menor fluctuación de temperatura diaria.

Existe un menor efecto del mulch sobre la variación de la temperatura estacional que de la variación diaria de temperatura (ROBINSON, 1988; TUKEY y SCHOFF, 1963).

Otro efecto del uso de mulch, es el de reducir el número y desarrollo de malezas, y por lo tanto, sus efectos competitivos, lo que se debería al efecto sofocante y a las características químicas del mulch (ROBINSON, 1988; SKROCH *et al*, 1992 STINSON *et al*, 1990; GREGORIOU y RAJKUMAR, 1984; FOSHEE *et al*, 1996).

El efecto supresivo sobre el crecimiento de las malezas, permite reducir también la pérdida de humedad por transpiración, manteniéndose húmeda la superficie del suelo por un período de tiempo más prolongado. Además, habría una disminución de la erosión en comparación con el uso de herbicidas que mantienen la superficie del suelo descubierta (ROBINSON, 1988).

En los casos en que el control de malezas, es de principal importancia, los herbicidas tienen mayor ventaja. Sin embargo, en situaciones en que los mulches son preferidos por sus ventajas adicionales, su uso es altamente deseado. Por otra parte, existen países europeos que poseen ciertas limitaciones al uso de herbicidas, constituyendo esto un punto a favor para el uso de mulch (ROBINSON, 1988).

Debido a que tanto el uso de mulch como el de herbicidas poseen ciertas limitantes, existen situaciones en que pueden ser utilizados en conjunto para complementar la acción de ambos (ROBINSON, 1988).

En materia de nutrición, dada la lenta entrega del nitrógeno y otros elementos, y al aumento de la capacidad de retención de nutrientes del suelo generado por el uso de mulch orgánico, se reduce la necesidad de realizar grandes aplicaciones de nitrógeno, por lo que se disminuyen también las posibilidades de contaminación de las aguas subterráneas (CASALE *et al*, 1995).

La materia orgánica es un reservorio de nitrógeno, fósforo y azufre, los cuales no están disponibles para la planta mientras se encuentren en su forma orgánica, por lo que cuando la materia orgánica se descompone, estos nutrientes van lentamente quedando disponibles (SAKOVICH, 1997b).

Existe evidencia de que altos niveles de calcio en los suelos, generados por utilización de diferentes mulch orgánicos, genera numerosos beneficios en huertos de paltos y puede también contribuir al movimiento de calcio hacia los frutos. (BROADBENT *et al.*, 1974, citados por WITNEY, HOFMAN y WOLSTENHOLME, 1990).

La materia orgánica, al ser descompuesta, da paso a la formación de humus. Las partículas de humus poseen una gran cantidad de moléculas con carga negativa que sujetan temporalmente iones con carga positiva (cationes) incluyéndose aquí al potasio, calcio, magnesio y amonio. Estos elementos se encuentran así inmediatamente disponibles para la planta (SAKOVICH, 1997b).

Además, mientras más alto sea el contenido de humus del suelo, mayor será la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de éste y, por lo tanto, mayor será su riqueza nutritiva. Otro aspecto importante del humus, radica en sus componentes ácidos que logran disolver ciertos minerales tales como fierro, zinc y manganeso estando, de esta forma, más disponibles para la planta (SAKOVICH, 1997b).

Finalmente, las plantas más vigorosas y con mayor cantidad de hojas activas son más resistentes a la pudrición de raíces que aquéllas cuya superficie foliar está restringida o dañada por deficiencias minerales, lo cual puede deberse a que estos árboles posiblemente entreguen mayor cantidad de carbohidratos a las raíces requeridos para su metabolismo. Esta resistencia es reconocida en otros cultivos y sería razonable que ocurriera también en los paltos (BORST, 1983b).

### 2.3 Algunos inconvenientes en el uso de mulches.

El uso de mulches se ve restringido por el costo económico que implica su transporte, a no ser que el material se encuentre disponible en el sector. Al mismo tiempo, el gran volumen que se requiere aplicar por hectárea sigue siendo una limitante (ROBINSON, 1988). Sin embargo, la reducción en costos de irrigación, fertilización, aplicaciones de herbicidas y fungicidas puede compensar el costo del uso de mulch orgánico en los árboles frutales (TURNNEY y MENGE, 1994).

Existen casos en los que el uso de mulch afecta el crecimiento de las plantas y puede ser causado por numerosos factores, siendo difícil atribuirle la causa a uno sólo, debido a las diferentes interacciones y condiciones de suelo que se presentan. Entre dichas causas se encuentran una menor nitrificación, retención excesiva de humedad o disminución en la temperatura del suelo por bajo el nivel óptimo para las plantas que requieren temperaturas más altas (ROBINSON, 1988).

Por otro lado, si los árboles no han sido muy dañados por *Phytophthora*, se pueden recuperar con el uso de mulch, pero cuando hay síntomas marcados, el tratamiento con mulch no es suficiente (DIVISION OF CROP SCIENCES, 1992)

El uso de algunos materiales como mulch sin los manejos adecuados, pueden generar una capa de materia orgánica impermeable que atrape mucha humedad llevando, de esta forma, a las raíces alimenticias del palto a una rápida muerte (COFFEY, 1984; ROBINSON, 1988).

La utilización de mulches con una alta relación C-N (30:1) genera una disminución inicial de la nitrificación; sin embargo, esto se ha revertido con el uso de fertilizantes nitrogenados. De esta forma, los mejores resultados se han obtenidos con la utilización combinada de mulch y fertilización nitrogenada, más que por el uso de ambos por separado (ROBINSON, 1988; WOLSTENHOLME, MOORE-GORDON y ANSERMINO, 1996).

Cabe destacar que el crecimiento de las plantas además del efecto del proceso de

nitrificación, puede verse afectado también - ya sea en forma positiva o negativa - por las características químicas del mulch (ROBINSON, 1988).

Otro problema del uso de mulch lo constituiría la reducción del efecto de los herbicidas suelo-activos, debido al proceso de adsorción de éstos por el mulch, dependiendo de la capacidad de intercambio catiónico del material. Es así como la turba reduce el efecto de los herbicidas suelo-activos y, cuando son aplicados posteriores al mulch, dificultan la penetración del agua por lo que la eficacia del herbicida se ve disminuida (ROBINSON, 1988).

Por otro lado, si bien el uso de mulches orgánicos es efectivo para el control de malezas anuales, el desarrollo de malezas perennes ya establecidas no es afectado, pudiendo emerger a través de éste y prosperando de mejor forma, debido a la ausencia de competencia con las malezas anuales (ROBINSON, 1988).

Una limitante que se debe considerar en la elección de un mulch corresponde a su peso, ya que un mulch puede verse afectado por la presión de lluvia o viento, pudiendo volarse en zonas más ventosas (STINSON *et al*, 1990).

La elección de la cobertura vegetal por utilizar, no sólo debe basarse en su capacidad de favorecer el crecimiento de la planta, sino también, en su durabilidad y estética visual, puesto que al ser utilizado en superficies grandes, ya sea para disminuir la compactación del suelo u otro motivo, comprometen una gran superficie visible del suelo (SKROCH *et al*, 1992).

Precisamente, un problema que provoca la utilización de residuos como mulch es el desarrollo de hongos, ya que la presencia de cuerpos fructíferos como callampas son estéticamente desagradables y, además, pueden reducir la penetración de agua. (STINSON *et al*, 1990).

#### 2.4 Características los mulch por estudiar:

#### 2.4.1 Guano:

El efecto de los guanos en paltos no está claro. Algunas plantaciones crecen muy bien bajo grandes abonados; sin embargo, la mayoría de estas plantaciones se encuentran en condiciones de suelos arenosos. El efecto del abonado de plantaciones de paltos bajo condiciones de suelos pesados no ha sido ampliamente estudiada (LAHAV y KALMAR, 1984).

En general, si bien numerosos nutrientes aportados por el guano pueden ser reemplazados por la aplicación de fertilizantes, la ventaja de éste es su lenta descomposición, lo que origina una entrega constante y gradual de dichos nutrientes y una reducción de las deficiencias y enfermedades cuyo origen está en el suelo. A lo anterior se podría sumar una menor lixiviación y contaminación de las aguas subterráneas (BEN-YA'ACOV, 1995; LAHAV y KALMAR, 1984).

BEN-YA'ACOV (1995) mencionó que el guano de vacuno fue, en un principio, ampliamente utilizado en California y Florida reconociéndose su buen aporte de nitrógeno y amonio.

Otra ventaja del guano es su riqueza en diferentes elementos, algunos de características orgánicas que pueden ser esenciales para el crecimiento del palto, aun cuando su falta no sea notoria. Además, la materia orgánica aporta actividad biológica en la rizósfera incluyendo micorriza, lo que puede ser importante en el caso del palto que no desarrolla pelos radicales (BEN-YA'ACOV, 1995).

Otro aspecto positivo lo constituye la mejora de las características físicas del suelo, pudiendo lograrse mejor aireación en aquéllos compactados y mayor retención de humedad en suelos livianos (BEN-YA'ACOV, 1995).

ZENTMYER (1982), citado por BORST (1983a), establece que las temperaturas óptimas para el crecimiento de *Phytophthora cinamomi* se encuentra entre los 20°C y

32 °C. Las temperaturas registradas bajo los paltos a los cuales se les aplicó un mulch de guano de pavo se encontraban bajo el óptimo a través del año.

(RAZETO, 1992) plantea que para una óptima eficiencia del guano, éste debe ser incorporado al suelo, pues al dejarlo sobre la superficie, no sólo no se descompone, sino que, además, pierde una alta proporción de nitrógeno en forma de gas.

De acuerdo a algunos ensayos realizados por CASALE *et al.* (1995), el uso de guano de gallinas, mezcla de guano de caballo y vaca, guano de vaca y paja de alfalfa, no resultó ser eficaz, ya que se redujo el crecimiento de paltos y cítricos, afectó la sanidad radical, además de disminuir las poblaciones de los biocontroladores a niveles no detectables. Lo anterior se debería a la alta liberación de amonio durante su degradación, llegando por momentos a liberar 1000 g de  $\text{NH}_3$  por gramo de peso seco, en circunstancias que el porcentaje de raíces sanas de paltos y cítricos está inversamente relacionada con la cantidad de amonio y nitrógeno en el mulch.

Por otro lado, en los ensayos realizados en Galilea donde se aplicó guano de gallina en dosis de 20 y 40 ton/ha y guano de pollo en dosis de 30 y 60 ton/ha, a paltos cv. Hass, Ettinger, Fuerte y Naval, se observó, al cabo de 4 años, un efecto negativo del guano, siendo mayor el de guano de gallina. El guano provocó una disminución de la producción en Naval y Hass en un 10 y 15% respectivamente induciendo también clorosis general (LAHAV y KALMAR , 1984).

No muy lejos, en Bnei-Dror, el uso de guano fresco generó una clorosis general y una disminución de la productividad de los árboles. (BEN-YA`ACOV, 1995).

El guano, principalmente el de gallina, puede inducir o agravar una deficiencia de zinc o de manganeso, debido a que tiende a fijar estos elementos en el suelo. SAKOVICH, 1997b; RAZETO, 1992).

Otra de las posibles causas para explicar el efecto negativo del abonado es la

salinidad, ya que el palto es conocido por su alta sensibilidad a ella. Si una alta aplicación de guano se combina con un riego mal realizado, las sales se pueden acumular bajo el guano. (LAHAV y KALMAR, 1984; SAKOVICH, 1997b).

También, podría ser que el guano reduzca la conductividad hidráulica del suelo o produzca un efecto antagónico entre el potasio, el fósforo y algunos microelementos (LAHAV y KALMAR, 1984).

El guano normalmente aumenta la conductividad hidráulica del suelo, pero a veces tiene efecto contrario, ya que aplicaciones de altas cantidades de guano pueden disminuir la conductividad hidráulica y provocar compactación del suelo. Ésta, a su vez, puede reducir la elongación de raíces e inducir clorosis (LAHAV y KALMAR, 1984).

Un estrés determinado por altos contenidos de humedad en los primeros 30 a 60 cm de suelo, provoca eventuales problemas en el metabolismo radical limitando su crecimiento y transporte activo de elementos minerales, de tal manera que existiría una menor producción de citoquininas y, por ende, menor transporte hacia la parte aérea, donde ocurriría un desbalance con los niveles de ácido abscísico, disminuyendo, de esta manera, en forma indirecta la fotosíntesis y la formación de ácidos grasos a partir de los compuestos intermedios del ciclo de ácidos tricarbónicos (MARSHNER, 1986, citado por CAUTÍN, 1988, datos sin publicar).

Al mismo tiempo, cuando el suelo está completamente agotado de  $O_2$  molecular, los microorganismos anaerobios del suelo obtienen su energía desde la reducción de nitrato a nitrito o a  $N_2O$  y  $N_2$ , los cuales se pierden como gases a la atmósfera en un proceso llamado desnitrificación. Como las condiciones favorecen la reducción, otros microorganismos anaerobios pueden reducir  $(SO_4)^{-2}$  a  $H_2S$  el cual es un inhibidor de la respiración o,  $Fe^{+3}$  a  $Fe^{+2}$ , altamente soluble. Al haber un abundante abastecimiento de sustrato orgánico, gran cantidad de metabolitos bacterianos como el ácido acético y el ácido butírico son descargados al interior del agua del suelo (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Más aún, es posible que la oxidación de la materia orgánica aumente los niveles de  $\text{CO}_2$  y disminuya los de  $\text{O}_2$ , lo que también puede provocar reducción del  $\text{Fe}^{+3}$  y  $\text{Mn}^{+3}$  a  $\text{Fe}^{+2}$  y  $\text{Mn}^{+2}$  que se, encontrarían menos disponibles para la planta (LAHAV y KALMAR, 1984; PEDRAZA, 1996).

La relación C/N puede afectar el desarrollo de las plantas, lo que es común en los guanos con restos de paja o viruta provenientes de las camas de las vacas siendo una buena relación la de 10-20: 1. Esto se debe a que las bacterias demoran en descomponer aquellos materiales con una alta relación C/N por lo que consumen durante ese período el nitrógeno del suelo compitiendo con las plantas en crecimiento (PEDRAZA, 1998).

Por lo tanto, materiales a base de guano, a excepción de los bien compostados - que no liberen amonio durante su degradación- fueron, en general, perjudiciales. Sin embargo, es posible que al ser aplicados en bajas cantidades y en forma poco frecuente, sean beneficiosas por el aporte de nutrientes al suelo (CASALE *et al*, 1995).

Con respecto a esto, LAHAV y KALMAR (1984) probaron que, a pesar de que esa aplicación de guano aporta micronutrientes, los niveles de estos disminuyen en las hojas, debido al antagonismo generado con el fósforo. Es así como los niveles de zinc y cobre se vieron significativamente disminuidos.

#### 2.4.2 Acícula de pino:

El efecto del mulch sobre el crecimiento de las plantas, varía según la especie vegetal de la cual se trate el material utilizado, debido a los diferentes y complejos efectos de éste sobre el suelo. No obstante, se ha observado un mayor vigor de las plantas al utilizar acícula de pino, corteza de pino y en menor grado con la paja de heno (ROBINSON, 1988).

PEGG (1977), citado por SPENCER (1982), establece que los sustratos más ácidos

podrían inhibir la producción de esporangios de ciertos patógenos y estimular el desarrollo de microorganismos antagónicos.

Con respecto al pH, el acícula de pino tiende a bajar el pH mientras que la corteza de árbol puede elevarlo (STINSON *et al*, 1990) .

Con respecto a la humedad del suelo, se observó que fue significativamente mayor en los ensayos que contenían mulch de ciprés, acícula de pino, cortes de pasto, corteza de pino, en comparación al testigo (STINSON *et al*, 1990).

En relación a la estética visual, el acícula de pino ha sido considerada la más estética, seguida por la corteza de pino y los chips de cedro (SKROCH *et al*, 1992).

También, existe un cambio de color de los diferentes mulches, los cuales toman un color más grisáceo a medida que pasa el tiempo. Este cambio es menos notorio en chips de madera y acícula de pino (STINSON *et al*, 1990).

#### 2.4.3 Corteza de pino:

DAY (1994) plantea que existirían tres dudas con respecto a la aplicación de chips de madera fresco como mulch a las plantas, a saber: que las enfermedades las cuales pueda contener la madera sean traspasadas a las plantas; que las sustancias alelopáticas de la madera puedan afectar a las plantas susceptibles, y que también afecte la retención del nitrógeno que presenta la madera fresca durante su descomposición.

El mismo autor sugiere que la aplicación del mulch en capas muy gruesas pueda generar un daño a las plantas por el calor producido al iniciarse su compostación. Por lo tanto, convendría almacenar los chips de madera por 3 a 6 meses antes de usarlo, procurando removerlo para asegurar una buena aireación, favoreciendo la descomposición y la disipación de compuestos ácidos.

Estos chips poseen niveles altos de celulosa y bajos de nitrógeno. La utilización de mulches con una alta relación C-N (sobre 30:1) genera una disminución inicial de la nitrificación, lo que puede causar significativa deficiencia nutricional, especialmente en plantas herbáceas, por lo que se les debe aplicar nitrógeno para lograr su descomposición (ROBINSON, 1988; DAY, 1994, BORST, 1983b).

La corteza de pino resulta ser un sustrato liviano, generalmente libre de patógenos, de buen drenaje (SPENCER *et al*, 1982).

Según KOKALIS y RODRÍGUEZ (1994) y SPENCER (1982), la corteza de pino compostada tiene un efecto supresivo de enfermedades causadas por numerosos patógenos. Se sabe que su aplicación puede inhibir la acción de *Rhizoctonia* y tener un efecto supresivo sobre nemátodos parásitos de las plantas y patógenos del suelo como *P. cinamomi*, lo que ha sido atribuido a la acción de factores biológicos.

HOITINK (1980), citado por SPENCER (1982), establece que el efecto supresivo de la corteza de pino disminuye si éste posee trozos de madera, ya que ello elevaría el pH.

Ensayos realizados en invernaderos en que se aplicaron estos sustratos, demostraron que la población de hongos aumentaba notoriamente, hallándose entre ellos *Penicillium chrysogenum*, *P. variotti* y *P. janthinelum* que normalmente se encuentran en suelos asociados a coníferas o sustratos húmicos, y que tienen una alta capacidad antibiótica (KOKALIS y RODRÍGUEZ, 1994).

Debido a que no se observó un aumento del nivel poblacional total de bacterias del suelo, se cree que el efecto de la corteza de pino sería cualitativo y no cuantitativo (KOKALIS y RODRÍGUEZ, 1994).

Por otro lado, la corteza de pino da mejor resultado en el control de malezas que la paja, debido a los fenoles y taninos presentes en las coníferas. Con respecto a la

cantidad que se debe aplicar para un efectivo control, depende del material usado. Es así como mulches de paja de 10 cm de altura son efectivos; además, aquéllos de 7 a 10 cm de corteza son más efectivos que aquéllos de 5 cm, debiendo durar aproximadamente 3 años (ROBINSON,1988).

Se puede destacar que las partículas de corteza menores a 25 mm retienen más humedad que las mayores a 75 mm (ROBINSON, 1988).

En ensayos realizados en Kwazulu/Natal Midlands, los árboles con mulches de corteza de pino mostraron un prolongado y extenso crecimiento radical especialmente en el de verano - otoño. Este mulch fue elegido por sus atractivas propiedades físicas y su larga vida media, de unos 5 años, lo cual implica que el alto costo inicial puede ser amortizado sobre un mayor número de años (MOORE-GORDON, WOLSTENHOLME y LEVIN, 1995).

Al mismo tiempo, al cabo de tres temporadas, se obtuvo como promedio un incremento en el 6,6 % del calibre en (g), un 14,7 % en el número de frutos por árbol y un 22,6 % de incremento en la producción expresado en (Kg./árbol). Este ensayo, fue realizado en árboles sanos, de 6 años de edad. Por lo tanto, se desprende que existe un efecto significativo del uso de mulch de corteza de pino compostada sobre la productividad en paltos jóvenes (WOLSTENHOLME, MOORE-GORDON y COWAN, 1997)

En experimentos realizados en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, para ver la durabilidad de algunos mulch, se observó que después de 630 días la corteza de pino era la más durable seguida por la acícula de pino (SKROCH *et al*, 1992).

Cabe notar que la apariencia de la corteza y chips de madera como mulch también son preferidos al mimetizarse con el medio (ROBINSON, 1988).

#### 2.4.4. Paja:

El uso de mulch de paja u otros materiales permiten crear un excelente medio para el

crecimiento de raíces alimenticias (COFFEY, 1984).

Si bien todos los suelos que posean mulch presentan mayores niveles de fósforo disponible que los testigos (suelo descubierto), sólo los mulches fibrosos como la paja muestran niveles significativamente mayores (TUKEY y SCHOFF, 1963).

La aplicación de mulch de paja de trigo favorece la formación de agregados de mayor tamaño, quedando la superficie del suelo inmediatamente bajo el mulch friable sin sufrir compactación (STAUFFER, 1946).

A pesar del éxito general del uso de mulch sobre el control de malezas, pueden existir ciertos problemas con ella, como es el aumento del desarrollo de malezas si los materiales utilizados presentan semillas de malezas (ROBINSON, 1988).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Ubicación del ensayo:**

El ensayo se llevó a cabo en el Huerto California, ubicado en el sector de San Isidro, de la provincia de Quillota, V Región, Chile; correspondiendo a los 32°50´ latitud sur y 71°13´ longitud oeste.

#### **3.2. Material vegetal ocupado para el ensayo:**

Para el ensayo se continuará utilizando los mismos paltos elegidos para la primera parte de esta investigación. Éstos, corresponden a árboles del cultivar Hass de 50 años de edad, de vigor medio a bajo, que se encuentran a una distancia de plantación de 8x8 m. Para lograr una muestra homogénea, ya se evaluó en el primer año de este ensayo, el estado de los árboles en relación al tamaño medio (medido en altura y diámetro aproximado de follaje), carga frutal en ese momento y estado sanitario de ellos. Entre los árboles que se encontraban en mejores condiciones, se han escogido 75, en los cuales se han aplicado los tratamientos.

El suelo sobre el cual se encuentran los árboles, es de origen coluvial, ubicado en ladera de cerro, de pendiente suave, en que en los primeros 20 cm es franco arcilloso, luego, en los 25 cm siguientes es arcilloso. Bajo esta capa de arcillas existe una estrata de tosca y piedras en profundidad que limitan el drenaje del agua y el crecimiento de raíces.

El ensayo consta en la utilización de cuatro tipos de mulch, considerándose cada uno como un tratamiento diferente; a saber: guano de pavo, corteza de pino, acícula de pino y paja con guano de caballeriza, más un tratamiento testigo.

Los mulch fueron dispuestos alrededor de cada árbol cubriendo el área de proyección de la canopia y con un espesor de 20 cm.

Cada tratamiento fue aplicado en dos hileras contiguas, lo que hace un total de 15 árboles por tratamiento, separando uno del otro mediante una hilera de borde.

El sistema de riego en los tratamientos es igual para todos y consiste en un riego por microaspersión con 2 emisores por árbol de 52 lt/hr.

### 3.3. Parámetros por medir:

Se han tomado en cuenta los siguientes elementos para analizar el efecto que tendrían los mulches sobre la productividad del palto cv. Hass:

#### *Crecimiento radicular:*

Longitud de raíces (cm)

Densidad (Número de raicillas por  $\text{dm}^2$ )

Distribución de raíces en profundidad (%).

#### *Crecimiento vegetativo:*

Longitud del brote (mm)

#### *Floración:*

Número de inflorescencias determinadas (%).

Número de inflorescencias indeterminadas (%).

#### *Producción:*

Precocidad (porcentaje de aceite)

Rendimiento (kg./árbol)

Calibre (c. de exportación: 32, 40, 50, 60, 70, 80)

#### *Temperatura:*

Temperatura registrada en los mulches. ( $^{\circ}\text{C}$ )

Temperatura registrada en el suelo bajo los mulches. (°C)

*Características físicas y contenidos químicos:*

Análisis de salinidad del suelo y de los mulches.

Análisis de fertilidad del suelo y de los mulches.

Velocidad de infiltración de los tratamientos (cm/min.)

Densidad aparente del suelo (gr/cc).

*Degradación del mulch:*

Disminución en altura (cm).

3.3.1 Desarrollo radicular:

Para observar el crecimiento radicular, se han construido 3 rizotrones por cada tratamiento. Éstos consisten en una calicata de 45 cm de profundidad por 100 cm de ancho en cuya pared más cercana al tronco hay un vidrio sostenido por dos estacas de madera, el que permite visualizar las raíces a través de él.

Los principales enemigos de los rizotrones son los roedores, por lo tanto, para evitar que fuesen dañados se han cubierto con una malla de alambre y una tapa de madera que al mismo tiempo evitara la entrada de luz que afecta el normal desarrollo de las raíces.

Los vidrios han sido cuadrículados en cuadrantes de 1 dm<sup>2</sup> para poder medir la densidad y crecimiento radicular. Ellos también han sido cubiertos por un polietileno negro para evitar pérdida de humedad e incidencia de luz.

La medición del largo de raíces se realizó identificando cada una de las raíces con adhesivos y marcando sobre el vidrio el crecimiento. Para la medición de la densidad radicular se llevó un registro del número de raicillas presentes en cada cuadrante a través del tiempo. Estas mediciones se realizaron cada 15 días para el crecimiento de

otoño y cada 20 días para el crecimiento primavera-verano, pudiendo observar más claro el efecto del tiempo sobre el desarrollo radicular.

### 3.3.2. Desarrollo vegetativo.

Este parámetro fue evaluado para el crecimiento de primavera - verano, puesto que no hubo un desarrollo vegetativo suficiente como para medir en otoño.

De cada tratamiento, se eligieron 5 árboles con floración media en los cuales se escogieron 4 ramillas orientadas hacia cada punto cardinal a una altura de 1,5 a 2 m aproximadamente. De cada ramilla, se escogió el brote apical y se midió con un pie de metro a intervalos 20 días, siempre comparando con lo que sucede en el resto del huerto para tener una visión generalizada de lo que está pasando en los tratamientos.

### 3.3.3. Floración.

Por otro lado, al igual que en el desarrollo vegetativo, de cada tratamiento se eligieron 5 árboles con floración media en los cuales se escogieron 4 ramillas orientadas hacia cada punto cardinal a una altura de 1,5 a 2 m, aproximadamente. En cada una de ellas, se contó el número y tipo de inflorescencias que presentaban (determinadas o indeterminadas).

### 3.3.4. Producción.

Para medir la precocidad se tomaron muestras quincenales de 5 paltas de tamaño similar por tratamiento y fueron enviadas a laboratorio para medir porcentaje de aceite.

Para evaluar el rendimiento y el calibre durante la cosecha, se tomaron 10 árboles por tratamiento y fueron cosechados al barrer la totalidad de ellos. Se midió la producción en (kg) por árbol pesando cada bandeja cosechada e identificando a qué repetición correspondía.

Para medir el efecto sobre el calibre, se tomaron muestras de 100 frutos por árbol y se pesó cada uno de ellos en una balanza portátil. Luego se analizó la distribución de calibres según la siguiente tabla

Cuadro 1. Distribución de calibres de exportación en relación al peso (gr.) para la palta.

<b>CALIBRE</b>	<b>PESO (gr.)</b>
32	332 - 391
36	307 - 332
40	262 - 306
50	199 - 261
60	169 - 198
70	144 - 168
80	124 - 143
Fuera de norma	<124 y >391

#### 3.3.5. Temperatura:

Para establecer la evolución, fue preciso el parámetro temperatura, por lo que se ubicaron termómetros en cada mulch y en el suelo bajo él. Estas temperaturas fueron registradas cada semana para obtener un valor promedio mensual.

#### 3.3.6. Análisis químico y físico de los mulches y la solución de suelo:

Se tomaron dos muestras a lo largo de la temporada de cada mulch y de suelo bajo mulch para que sean sometidas a análisis químico de salinidad mediante pasta de extracto de saturación. Se ha obtenido así la conductividad eléctrica, el pH y el contenido de sales que presentan.

Al mismo tiempo, como apoyo al análisis anterior, se obtuvieron muestras de la solución nutritiva del suelo mediante extractómetros, o también llamados sonda de succión, para analizar algunos componentes como cloruros, potasio, nitratos, fósforo, amonio, calcio y sodio.

Para evaluar el aporte nutricional de los tratamientos, se hizo un análisis de fertilidad completo a los mulches y a los suelos bajo los mulches para compararlos con los obtenidos en el primer año de estudio.

Se midió, además, la velocidad de infiltración sobre cada mulch con el uso de un trozo de tubo de PVC de 8 pulg. de diámetro y aforado en su interior con marcas cada 2 cm. (2 al 14); una vez que eran enterrados en el suelo, se llenaban de agua hasta los 14 cm y luego se cronometraba el tiempo que demoraba el agua entre una marca y otra.

#### 3.3.7. Degradación de mulch.

Para poder medir esta variable, se han enterrado 4 estacas de 40 cm por árbol, a 1 m del tronco, orientadas hacia cada punto cardinal y a una profundidad de 15 cm, sobresaliendo los restantes 25 cm antes de colocar el mulch. Una vez establecida la capa de mulch, se ha medido su degradación mensualmente.

#### 3.4. Diseño experimental.

El análisis estadístico utilizado para la variable largo de raíces, largo de brote, porcentaje de panículas determinadas e indeterminadas, porcentaje de degradación del mulch, calibre y producción fue un modelo de Bloques Completamente al Azar.

Para la densidad de raíces, se aplicará un modelo Completamente al Azar con Arreglo Factorial ( $A \times B$ ) donde  $A$  corresponde al número de tratamientos por medir y  $B$  al número de mediciones a través del tiempo.

En los casos de diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó una comparación de medias mediante el TEST DE TUKEY AL 5%.

Desde el Anexo 5 al 17, se encuentra el detalle de los análisis estadísticos realizados para cada parámetro.

## **4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Desarrollo radicular:**

A diferencia de la primera etapa de esta investigación, se percibió desarrollo radicular durante el otoño, prolongándose hasta las primeras semanas de junio. Sin embargo, sólo se observaron raicillas en los mulches de acícula de pino, corteza de pino y paja más guano. Posteriormente, a fines del otoño, se observó crecimiento en baja cantidad en uno de los rizotrones del tratamiento testigo.

A mediados de agosto, todos los rizotrones fueron reconstruidos debido a los daños que habían ocasionado algunos ratones. Si bien no todos presentaban daños, era

necesario dejarlos en las mismas condiciones. La reparación constituye un factor de estrés como consecuencia de remover algunas raicillas o exponerlas a la deshidratación, estrés que no fue mayor al originado en la construcción de ellos, sin embargo, las raicillas demoraron más en reaparecer que en la primavera anterior.

A partir de la segunda semana de diciembre, comenzaron a aparecer raicillas en algunos rizotrones de los tratamientos testigo, acícula, corteza y paja, cuyo desarrollo fue seguido hasta la primera semana de febrero.

En los rizotrones de los tratamientos con guano de pavo, al igual que en el ensayo anterior (WIEGAND, 1999), no se observó desarrollo de raicillas. Las muestras y los análisis de solución de suelo realizados al momento del establecimiento de los mulches arrojaron altos contenidos de sales en el mulch y en el suelo bajo éste, especialmente cloruros que produjeron una necrosis severa en gran parte de las raicillas. Éste hecho ya había sido descrito por MATAVA (1991), quien advirtió que todos los elementos aplicados que contienen guano poseen altos niveles de sales que pueden causar caída prematura de hojas y frutos.

Este mismo autor añade que la aplicación debería realizarse en invierno cuando la actividad de los árboles es menor, permitiendo que el exceso de sales sea lavado de la zona radical antes de que los árboles inicien su crecimiento activo en primavera. Sin embargo, este problema no se ha revertido aún a los niveles esperados, ya que por las características de éste suelo es difícil que ello ocurra.

En los análisis de suelo (Anexo 2), se puede observar que en el mes de junio los niveles de sodio, sulfatos, bicarbonatos y cloruros superaban ampliamente los rangos establecidos para una especie sensible a la salinidad como ésta.

Además del problema que tienen las plantas en la absorción de agua desde un suelo salino, producto del aumento del potencial electronegativo de ésta, un alto contenido de sodio produce dispersión de las partículas coloidales del suelo, y disgrega la estructura

del mismo, disminuyendo la permeabilidad al agua e incluso la aireación (RAZETO, 1992).

Un exceso de potasio, como se observa en el mismo Anexo, pudiera traer problemas de antagonismo con otros elementos. En tal sentido, es un hecho conocido que a medida que aumenta la disponibilidad de este elemento en el suelo, disminuye la absorción de magnesio, lo que debería verse reflejado en el análisis foliar de abril próximo. Por otro lado, los altos contenidos de bicarbonatos crean una interferencia sobre la absorción o translocación de algunos elementos esenciales como el fierro, pudiendo producirse una disminución en la síntesis de clorofila (RAZETO, 1992; SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

La conductividad eléctrica del mulch, al momento de su establecimiento, superaba los 17 mmhos (WIEGAND, 1999); 12 meses después, ésta llegaba a los 14,8 mmhos y al cabo de 18 meses, fue de 7,73 mmhos. Fueron probablemente la lámina de riego aplicada (Anexo 19) y las precipitaciones del año 1999 (Anexo 20), las que lavaron gran cantidad de sales, entre ellas, a los cloruros que por tener carga negativa, no se adhieren a las arcillas ni a la materia orgánica, e hicieron disminuir en 7 puntos la conductividad eléctrica, lo que aún es dañino para los paltos. Este mismo problema también fue observado en ensayos realizados por LAHAV y KALMAR (1984) en Israel.

Por otra parte, producto de la consistencia del guano de pavo y la cantidad ocupada, se ha generado una capa de materia orgánica impermeable que atrapa mucha humedad llevando, de esta forma, a una rápida muerte de las raíces alimenticias por deficiencia de oxígeno, tal como señala COFFEY (1984) y TAIZ and ZEGERS (1991).

Esta situación que compromete a las raíces ha quedado en evidencia en la parte aérea, puesto que hubo dos árboles que murieron.

#### 4.1.1. Longitud de raicillas:

Al momento de analizar resultados, es conveniente tener en cuenta que los factores genéticos, tanto del portainjerto como del injerto, parecen estar involucrados en la distribución de las raíces y algunos componentes del tamaño radicular (BORYS, BARRERA y LUNA, 1985)

Los resultados que se muestran en el Cuadro 2 indican que no hay diferencia estadística en la longitud de las raicillas, según el tipo de mulch. Una posible explicación es que en la acícula de pino se observaron algunas raíces más largas, que mantenían la media más alta que en la corteza y en la paja (Figura 1), pero que al ser tan pocas no constituyen una diferencia estadística.

Como ya se mencionó, no hubo crecimiento de raíces en los rizotrones del tratamiento de guano de pavo ni en los del tratamiento testigo.

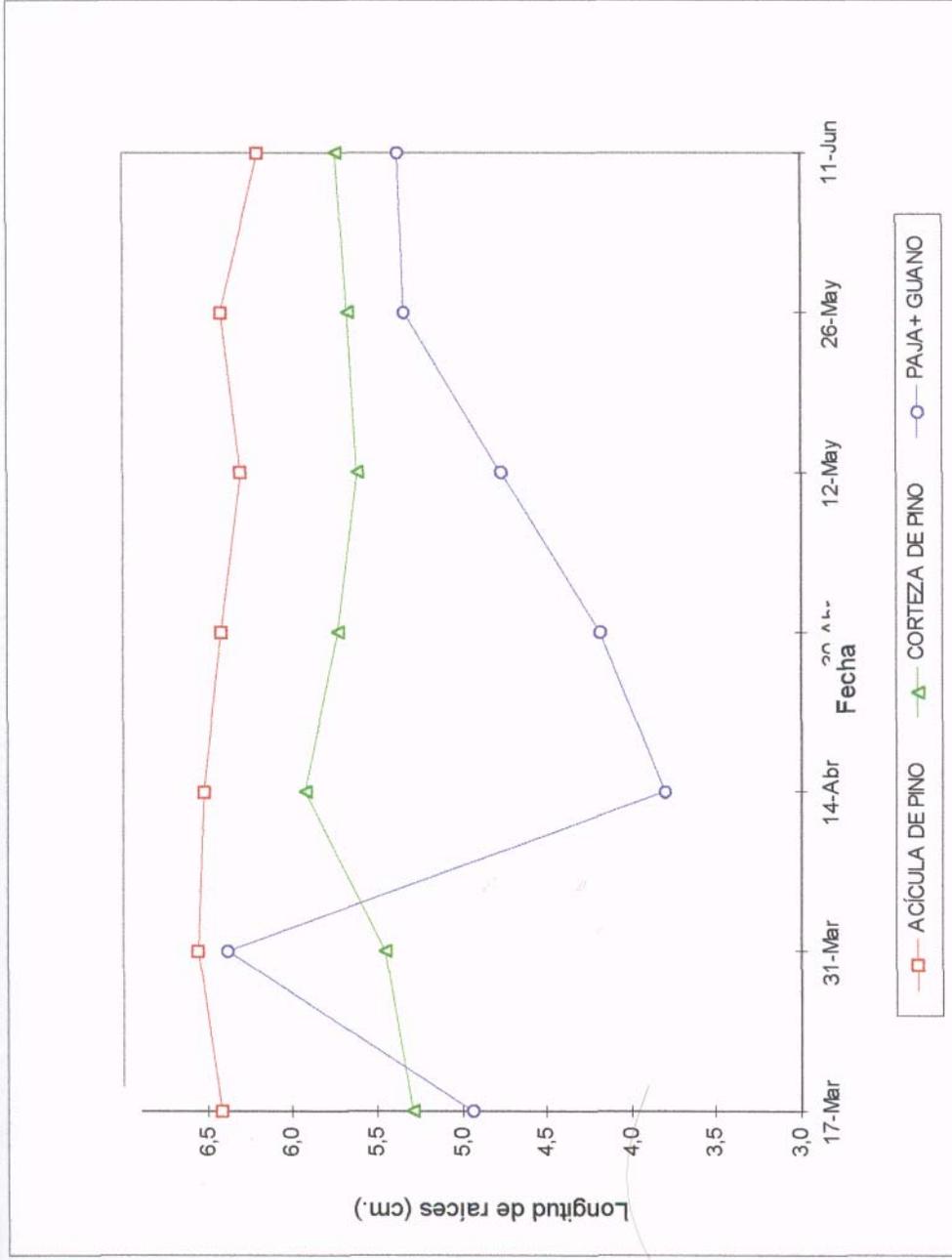


Figura 1. Longitud media de las raíces de los tratamientos de acícula, corteza y paja a distintas fechas de evaluación correspondientes al crecimiento de otoño de 1999.

Cuadro 2. Largo de las raíces existentes en los rizotrones de acícula de pino, corteza de pino y paja con guano de caballo entre el 17 de marzo y el 11 de junio.

MULCH	LARGO PROMEDIO (cm)	
ACÍCULA DE PINO	6,28	A
CORTEZA DE PINO	5,66	A
PAJA+ GUANO	5,49	A
MEDIA GENERAL	5,81	

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad  $P= 0.05$ , según Test de Tukey.

La Figura 1 muestra una fuerte depresión en el tamaño medio de las raíces del tratamiento de paja con guano a comienzos de abril, producto de la aparición de nuevas raicillas.

El guano de caballo presenta ciertos niveles de salinidad, pero que a diferencia del guano de pavo, se encuentran en bastante menor concentración (Anexo 2 y 3). BARZEGAR *et al.* (1997) afirman que cuando existen bajos porcentajes de sodio intercambiable y altos niveles de materia orgánica, ésta previene la dispersión de las arcillas contribuyendo a la estabilidad de los suelos.

Los niveles de densidad que se observan son más altos que los obtenidos en el “flush” de la primavera de 1998 por WIEGAND (1999), puesto que muchas de esas raíces permanecieron activas durante todo el verano y continuaron creciendo en el segundo “flush” de otoño.

Las mayores diferencias de temperatura entre un mulch y otro o entre un suelo u otro, se pudieron observar en pleno invierno y también en los periodos más cálidos (Figura 2 y 3).

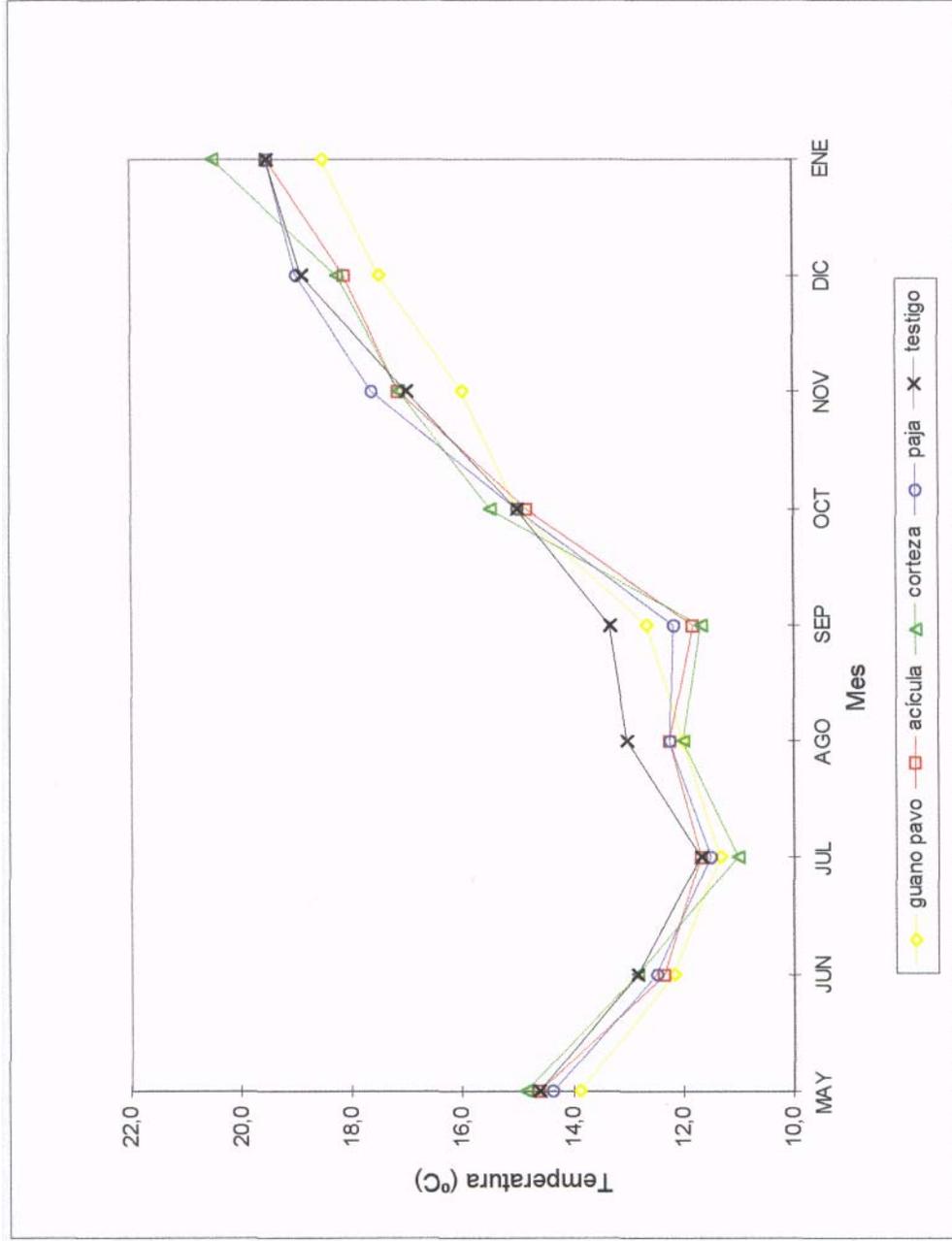


Figura 2. Temperatura promedio mensual del suelo (°C) medida bajo el mulch entre mayo de 1999 y enero del 2000.

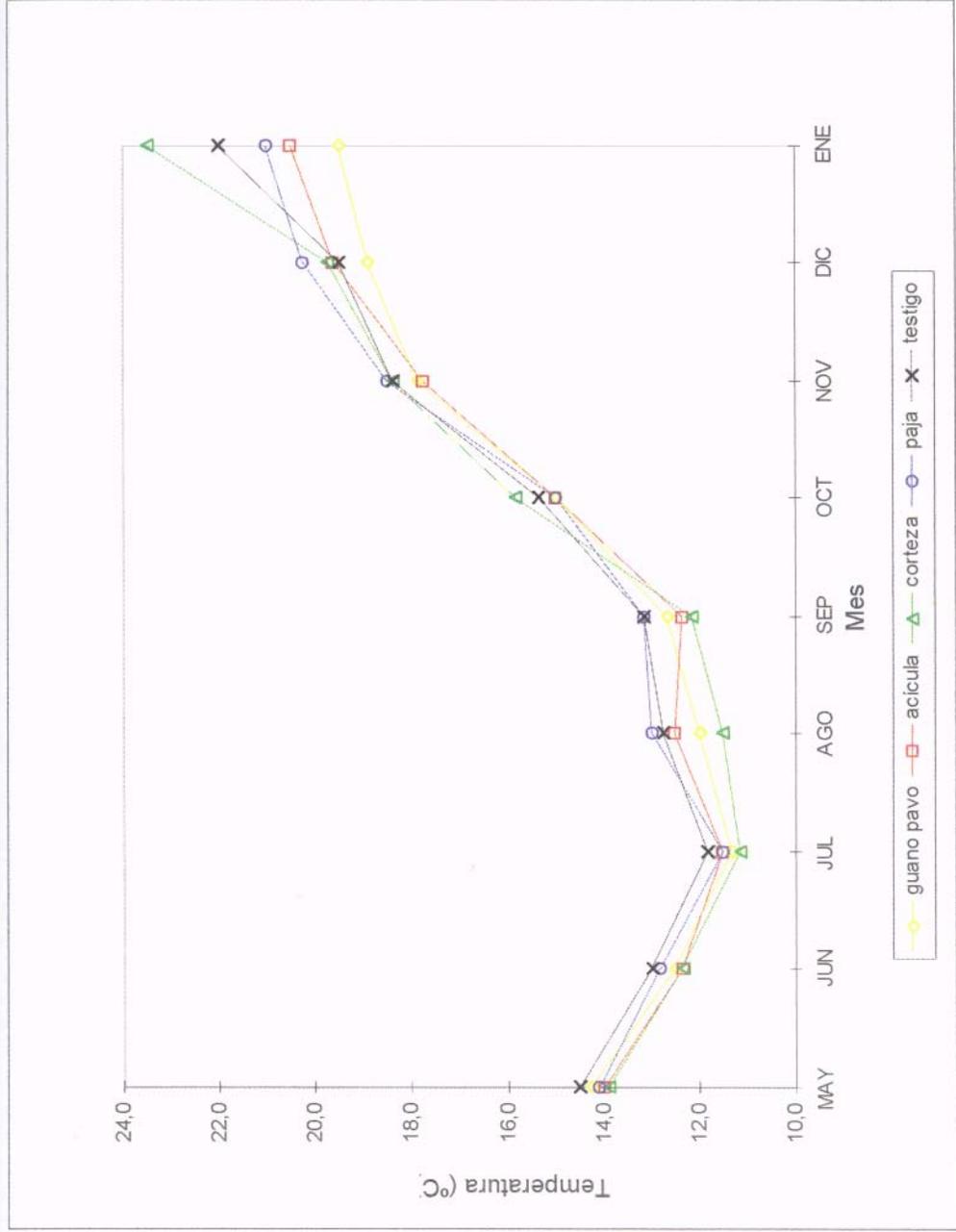


Figura 3. Temperatura promedio mensual (°C) registrada en los mulches entre mayo de 1999 y enero del 2000.

BORST (1983a) señala que la temperatura del suelo no es considerada comúnmente una propiedad importante de éste, debido a que varía constantemente; sin embargo, está muy relacionada con todos los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en él. Así se ve que cuando la temperatura baja de los 13°C, el crecimiento de raicillas es casi nulo, necrosando algunas y sólo manteniéndose otras, hasta retomar el crecimiento cuando las condiciones son las adecuadas.

El desarrollo radicular observado en la primavera de 1999, se atrasó por alguna razón, observándose las primeras raicillas en la segunda semana de diciembre, como ya se ha mencionado (Figura 4).

De las Figuras 2 y 3, se puede desprender que en el suelo, ya a mediados de septiembre, se alcanzaron temperaturas superiores a los 13 °C, adecuadas para la activación de las raíces (WHILEY *et al*, 1988b y BORST 1983a); además, también se produjo un retraso en el desarrollo vegetativo, por lo que la restricción en el crecimiento probablemente fue producida por la baja cantidad de reservas en el árbol.

Cuadro 3. Largo de las raíces existentes en los rizotrones de acícula de pino, corteza de pino y paja con guano de caballo, entre el 17 de diciembre de 1999 y el 4 de febrero de 2000.

MULCH	LARGO PROMEDIO (mm)	
<b>CORTEZA DE PINO</b>	6,32	A
<b>TESTIGO</b>	4,90	A B
<b>ACÍCULA DE PINO</b>	4,62	A B
<b>PAJA+ GUANO</b>	3,89	B
<b>MEDIA GENERAL</b>	4,93	

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad P= 0.05, según Test de Tukey.

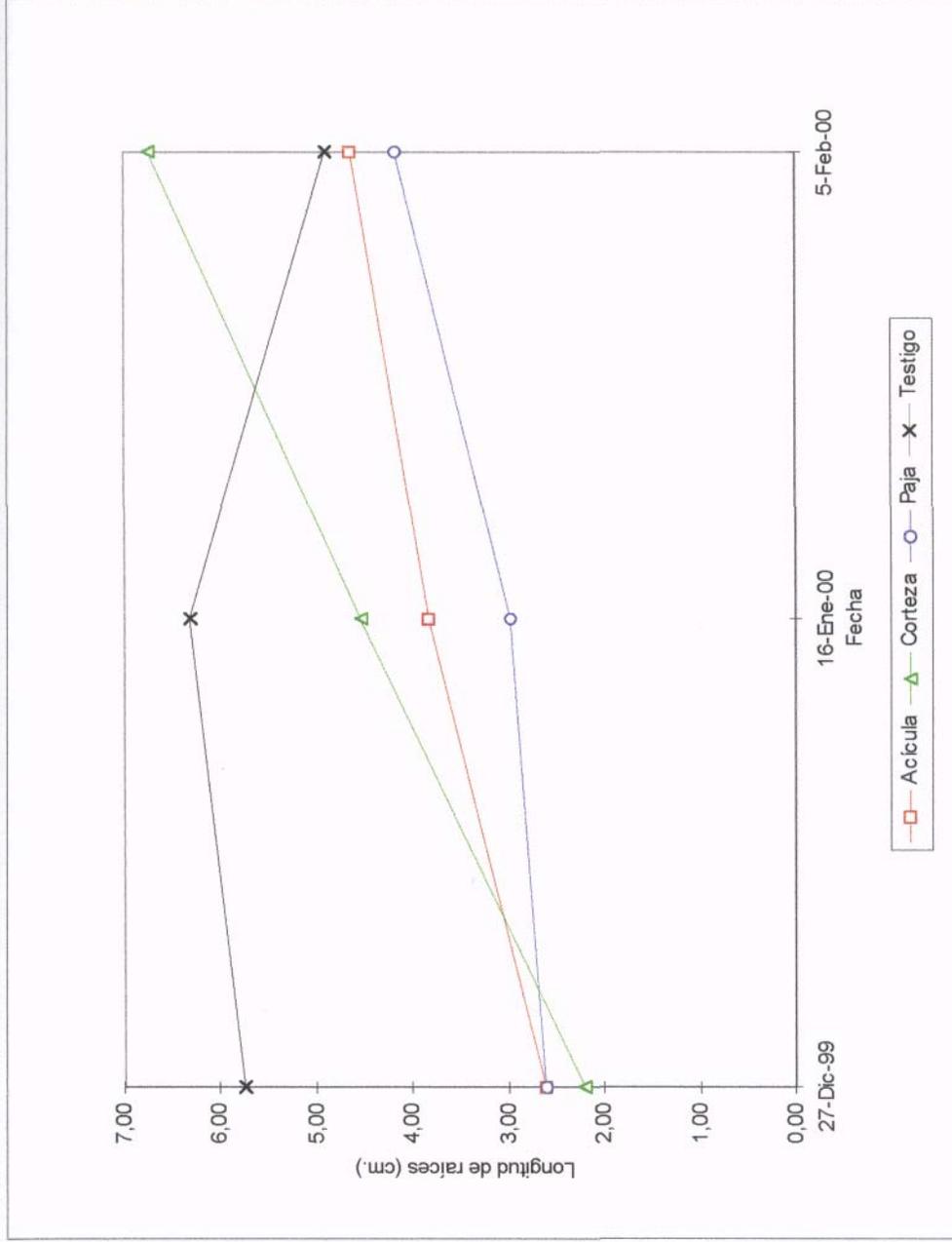


Figura 4. Longitud media de las raicillas de los tratamientos de acícula, paja, corteza y testigo a distintas fechas de evaluación correspondientes al crecimiento de primavera 1999 - verano 2000.

El Cuadro 3 contiene el largo promedio de todas las raíces que se observaron desde diciembre de 1999 hasta la primera semana de febrero de 2000. Las raíces evaluadas en el mulch de paja más guano de caballeriza, son de un tamaño significativamente menor que en la corteza de pino, siendo el resto de los tratamientos iguales entre sí. Sin embargo, estos resultados tienen una validez sólo parcial, ya que la medición finalizó cuando las raíces se encontraban en pleno crecimiento, y tal vez, la diferencia se deba a la variación en la fecha de aparición de ellas en los distintos tratamientos.

#### 4.1.2 Densidad radicular:

De acuerdo al análisis estadístico sobre el crecimiento de otoño, no habría un efecto claro en la fecha de evaluación sobre el número de raicillas (sólo una diferencia entre la segunda y la última medición), siendo el tipo de mulch el factor más determinante para explicar las diferencias de densidad en los diferentes tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de raíces por dm<sup>2</sup> presentes en los rizotrones en las evaluaciones correspondientes al crecimiento de otoño.

FECHAS	ACÍCULA DE PINO	PAJA+ GUANO	CORTEZA DE PINO	MEDIAS (F)
17-03-99	1,57	1,09	1,83	1,60 A B
31-03-99	1,51	1,02	1,40	1,31 A
14-04-99	1,57	1,50	1,34	1,47 A B
30-04-99	1,76	1,57	1,37	1,57 A B
12-05-99	1,95	1,73	1,34	1,67 A B
26-05-99	2,00	1,86	1,26	1,71 A B
11-06-99	2,07	1,89	1,26	1,74 B
<b>MEDIAS (M)</b>	1,78 A	1,52 A B	1,40 B	1,58

Promedio con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad P= 0.05, según Test de Tukey

En el efecto del uso de mulch sobre la densidad de raíces, existe una diferencia entre el tratamiento de acícula de pino con respecto al de la corteza de pino. En los análisis realizados en la primera parte de esta investigación, este efecto no era significativo

(WIEGAND, 1999); sin embargo, en esta parte se vio con mayor claridad (Figura 5). La paja más guano, sin embargo no presenta diferencia con respecto a los otros dos mulches.

En el crecimiento observado entre diciembre de 1999 y la primera semana de febrero del 2000 (Figura 6), se determinaron las siguientes densidades radiculares:

Cuadro 5. Número de raíces por  $\text{dm}^2$  presentes en los rizotrones en las evaluaciones correspondientes al crecimiento primavera - verano.

<b>FECHAS</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>CORTEZA DE PINO</b>	<b>PAJA + GUANO</b>	<b>ACICULA DE PINO</b>	<b>MEDIAS (F)</b>
<b>27-12-99</b>	<b>0,68</b>	<b>0,11</b>	<b>0,20</b>	<b>0,05</b>	<b>0,31 A</b>
<b>16-01-00</b>	<b>1,05</b>	<b>1,11</b>	<b>0,80</b>	<b>0,68</b>	<b>0,93 B</b>
<b>04-02-00</b>	<b>3,59</b>	<b>1,56</b>	<b>1,68</b>	<b>1,89</b>	<b>2,41 C</b>
<b>MEDIAS (M)</b>	<b>1,86 A</b>	<b>1.04 AB</b>	<b>0,97 B</b>	<b>0,93 B</b>	<b>1,22</b>

Promedio con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad  $P= 0.05$ , según Test de Tukey.

Hay que considerar que sólo fueron medidos  $71 \text{ dm}^2$  distribuidos en 4 tratamientos, en un período de 40 días, a diferencia del crecimiento de otoño en que se abarcaron  $153 \text{ dm}^2$  distribuidos en 3 tratamientos, en un periodo de 90 días y en que los rizotrones ya llevaban varios meses sin haber sido alterados. Por lo tanto, la validez de estos resultados es sólo relativa, no así la del crecimiento de otoño.

En el Cuadro 5, el único efecto diferente sobre la densidad es el obtenido en el tratamiento testigo con respecto al de paja con guano y al de acícula de pino, pero los otros no arrojaron diferencias significativas. Una explicación posible a la menor densidad de raíces en la acícula de pino y en la paja con guano, es la rápida degradación de estos mulches como se verá más adelante.

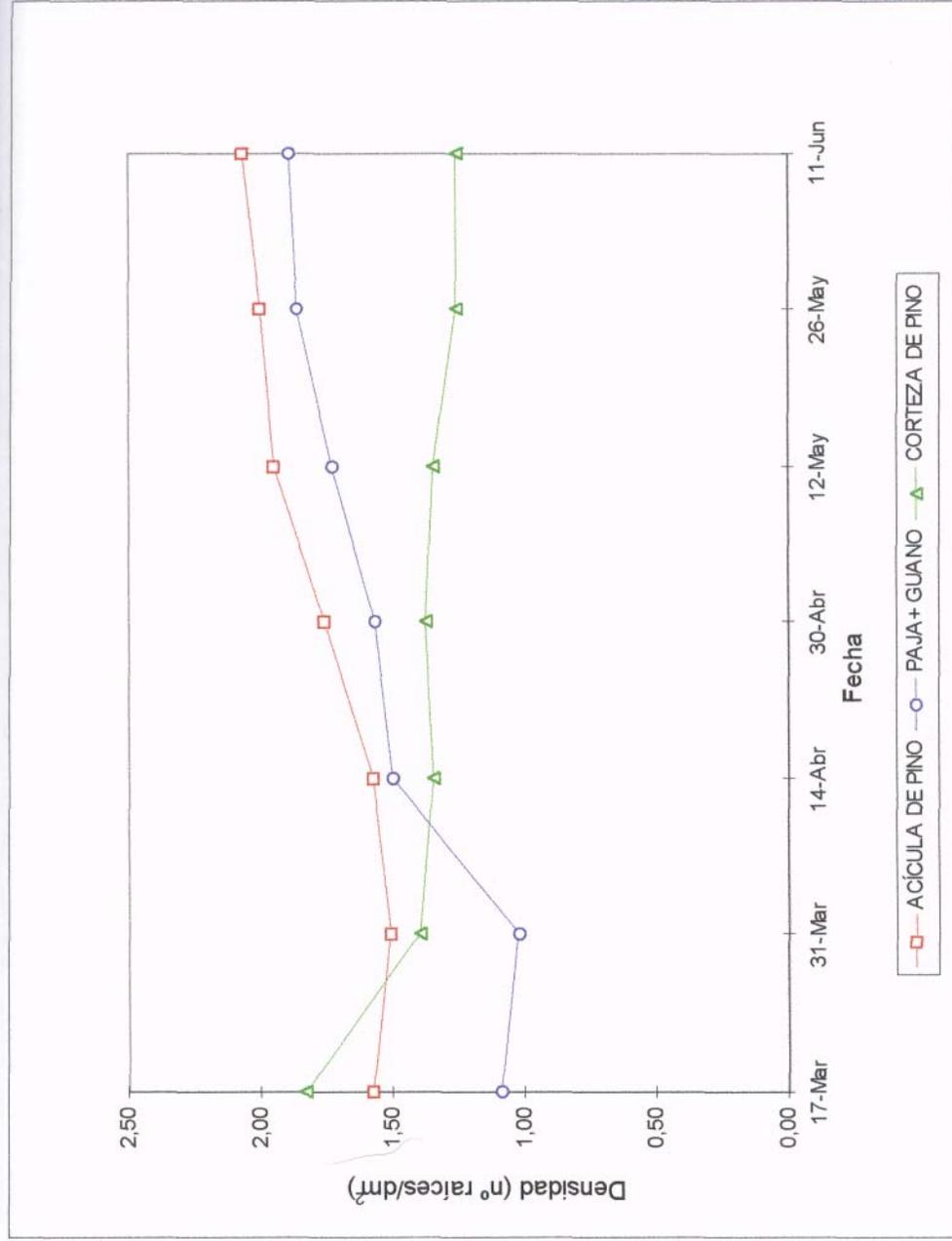


Figura 5. Densidad media de las raicillas (n° raíces/dm<sup>2</sup>) de los tratamientos de acícula, corteza y paja a distintas fechas de evaluación correspondientes al crecimiento de otoño de 1999.

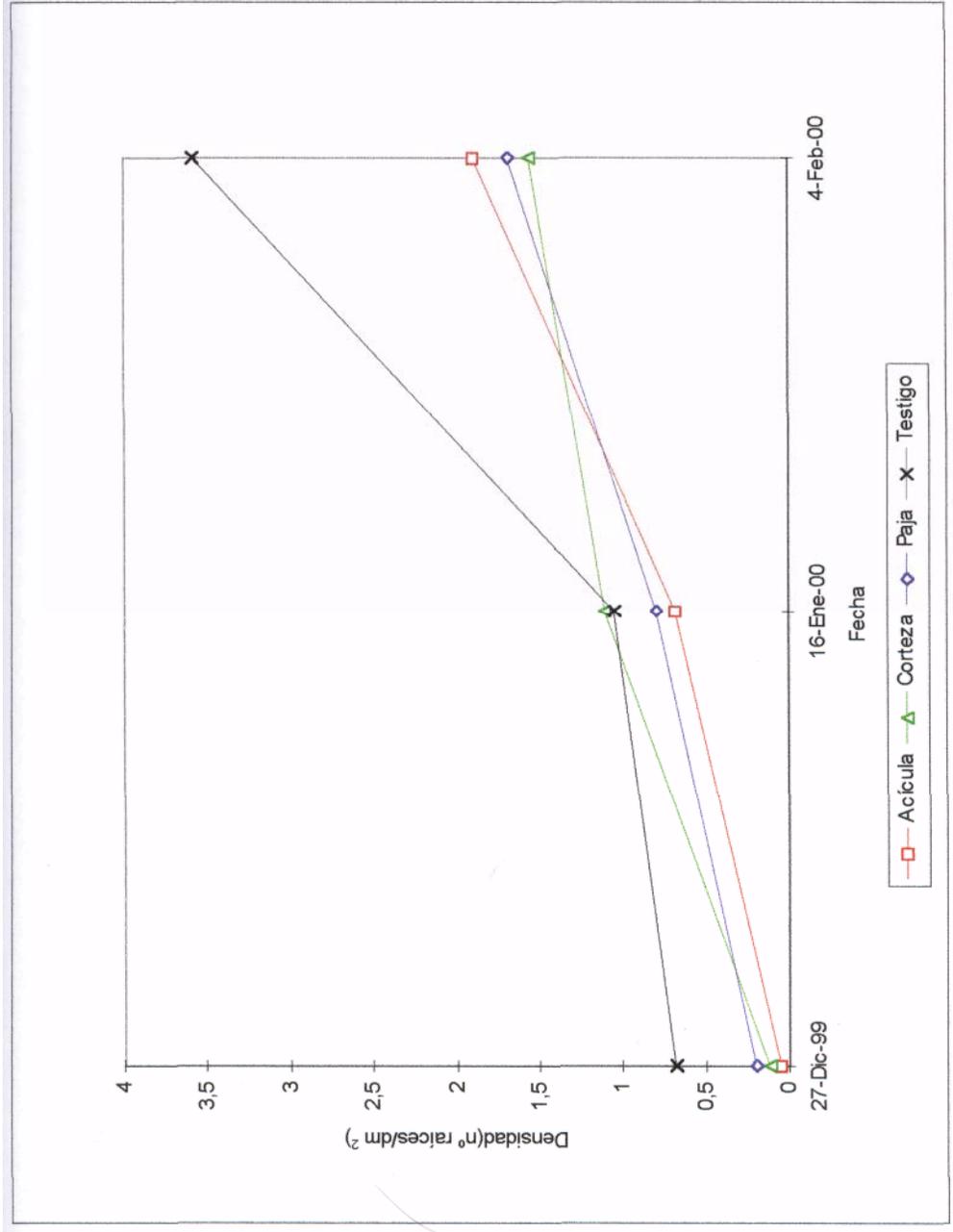


Figura 6. Densidad media de las raicillas (nº raíces/dm<sup>2</sup>) de los tratamientos de acícula, corteza, paja y testigo a distintas fechas de evaluación correspondientes al crecimiento de primavera 1999 - verano 2000.

Por otro lado, en el tratamiento testigo existe igualmente una capa de materia orgánica que se ha originado a partir de la caída natural de hojas como lo explica MATAVA (1991) a lo largo de estos 50 años que lleva el huerto establecido.

TUCKEY y SCHOFF (1963) plantean que el mejor crecimiento de las plantas en las que se aplica mulch estaría relacionado con el efecto físico de éste sobre el suelo y su textura más que la tasa de descomposición del mulch. Pareciera ser una buena explicación aplicable a los resultados obtenidos.

De hecho, al observar los resultados de densidad aparente (Anexo 1), en ambas mediciones el acícula de pino alcanza los valores más bajos, lo que está vinculado a una mayor porosidad del suelo, por lo que existiría una mayor aireación, favoreciendo la penetración de las raíces y disminuyendo el estrés.

El contenido de materia orgánica en el mulch de acícula fue de 56% y en el suelo bajo el mulch de 38%, luego le siguió el mulch de paja con guano con un 42 % y un 22 % bajo el mulch (Anexo 3).

Tal como lo plantean TUKEY y SCHOFF (1963), SAKOVICH (1997b) y SKROCH (1992), la materia orgánica mejora la capacidad de infiltración de los suelos. Después de haber medido este parámetro, en todos los tratamientos se vio un aumento de la velocidad de infiltración en relación al testigo. Es necesario agregar que las mediciones fueron realizadas en aquellos sectores donde existía una abundante capa de mulch para poder realizar una mejor comparación entre ellos, es por eso que se obtiene este nivel de resultados (Figura 7).

En relación al aporte nutricional, los niveles de nitrógeno en el acícula de pino fueron los más altos entregados por el análisis de suelo, y los valores más bajos

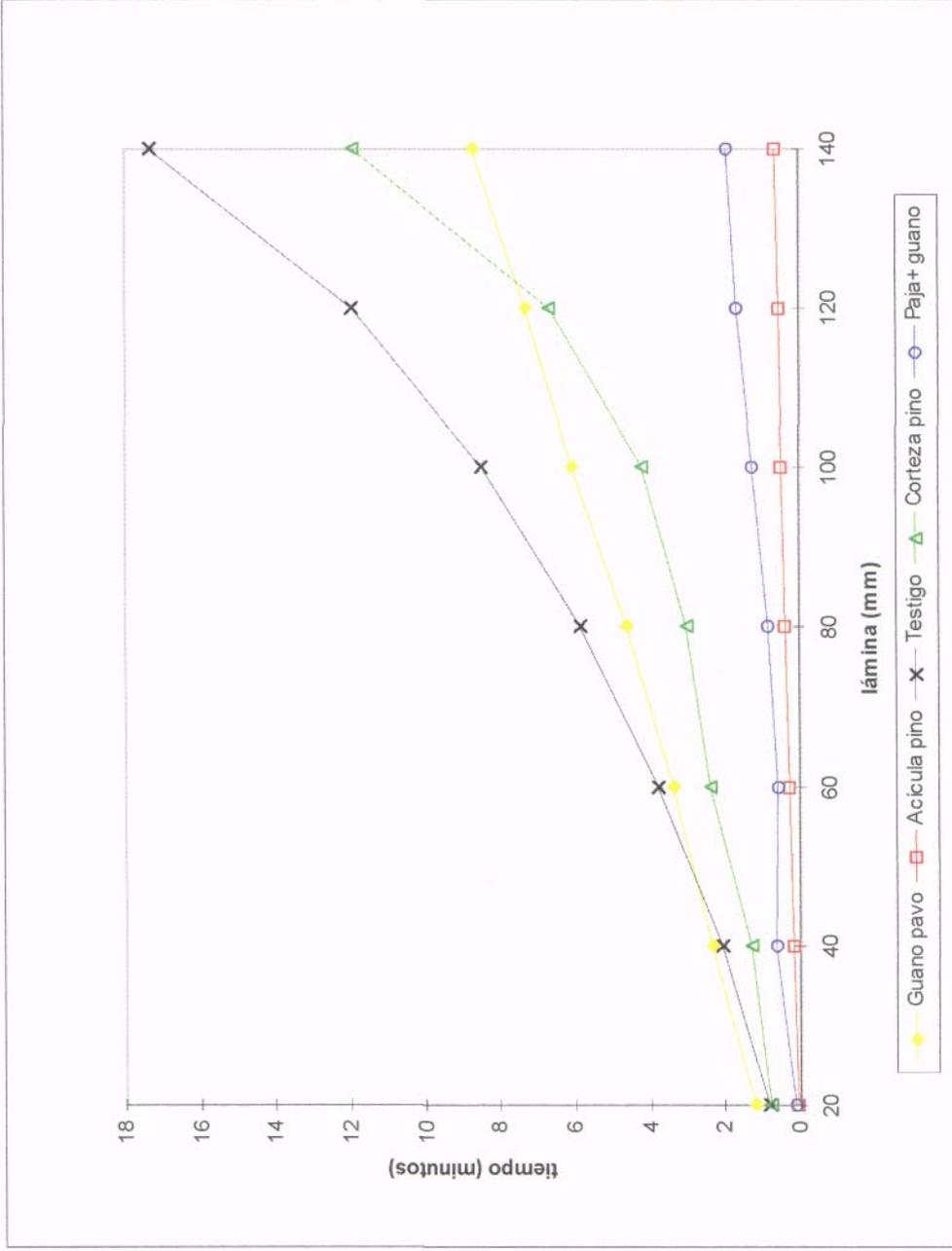


Figura 7. Tiempo de infiltración (minutos) para distintas láminas de agua (mm).

correspondieron a los de la corteza de pino, lo que coincide también con los resultados de los análisis de solución de suelo. Esto podría transformarse en un hambre de nitrógeno en el mulch de corteza si se descuida la fertilización nitrogenada.

En cuanto a algunos micronutrientes, los análisis de suelo arrojaron altos contenidos de fierro en el mulch y en el suelo del tratamiento de corteza de pino, además del pH más bajo.

Los niveles de zinc y magnesio más altos se obtuvieron en el guano de pavo. Esto coincide con lo planteado por la DIVISION OF CROP SCIENCES (1992) y CASALE *et al.* (1995), en relación a que el guano de ave es más un fertilizante orgánico que un mulch y que debe ser aplicado en una capa fina sobre el mulch, en la misma época en que son aplicados los fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, no se puede pasar por alto los niveles de salinidad que por muy delgada que sea la capa, se aportan al suelo con estas aplicaciones. Además, puede ocurrir que el zinc pueda fijarse en el suelo como lo indican SAKOVIC (1997b) y RAZETO (1992).

Por lo general, el testigo presentó niveles nutricionales menores que los encontrados con el uso de mulch.

Es importante seguir observando lo que va ocurriendo con la disponibilidad de nutrientes en los distintos tratamientos y ciertamente confirmarlos con los respectivos análisis foliares.

#### 4.1.3. Distribución radicular:

WHILEY *et al* (1988b) y posteriormente CASALE *et al* (1995) sostienen que la mayor cantidad de raíces del palto se concentran en los primeros 40 a 45 cm donde éstas son vulnerables a los rápidos cambios ambientales.

Considerando que el sistema radicular del palto se encuentra en un frágil equilibrio con

el crecimiento vegetativo del árbol, es necesario observar si las raíces exploran cada uno de estos mulches.

Al analizar los resultados obtenidos durante el crecimiento de otoño - que son más representativos, debido al mayor periodo de seguimiento - se puede desprender que dentro de los primeros 20 cm de profundidad se encontraron el 56%, 67% y 26% de raicillas en los tratamientos con acícula de pino, corteza de pino y paja con guano, respectivamente.

Luego, dentro de los primeros 40 centímetros se pueden encontrar el 93% de las raíces en el tratamiento con acícula de pino, el 97% en el de corteza de pino y el 82% en el de paja más guano.

Comparando estos resultados con los de la primera parte de la investigación, se puede observar una profundización del sistema radicular en los tratamientos de acícula de pino y paja más guano, producto probablemente del geotropismo que han experimentado las raíces que se originaron en la superficie y que han ramificado dentro de los 20 cm inferiores. Por otro lado, la disminución que ha experimentado la capa de mulch a través del tiempo ha producido una disminución del crecimiento de raicillas en él en un 15 % y en un 24 % en el acícula de pino y en la paja más guano, respectivamente, en relación a los resultados obtenidos por WIEGAND (1999).

En cambio, en la corteza de pino ha habido un aumento del 27 % en las raíces de este mulch, que justamente es el que menos se ha degradado.

Por otro lado, es necesario destacar que el 88 % de las raíces halladas en el tratamiento testigo entre diciembre de 1999 y enero de 2000, se encontraban entre los 20 y 40 centímetros de profundidad, y las raíces alimenticias, es decir, las más útiles para la planta, se encuentran siempre en los primeros centímetros de suelo, donde hay más oxígeno y el suelo es más rico en nutrientes.

#### 4.2. Crecimiento vegetativo:

Para analizar el crecimiento vegetativo, es necesario considerar una serie de factores que ciertamente influyen en los resultados.

Primero, ya se ha advertido que el crecimiento de brotes en otoño fue escaso por lo que se decidió no evaluar en esta época. El crecimiento alcanzado en la primavera de 1998 fue alto en relación al estado del huerto, lo que podría haber afectado en el nivel de reservas. En segundo lugar, la cuaja fue bastante alta, lo que significa otro considerable consumo de reservas.

Cuadro 6. Crecimiento total de brotes observado entre el 7 de diciembre de 1999 y el 4 de febrero de 2000.

<b>MULCH</b>	<b>CRECIMIENTO (mm)</b>
<b>CORTEZA DE PINO</b>	6,7 A
<b>TESTIGO</b>	5,2 A
<b>ACÍCULA DE PINO</b>	4,8 A
<b>GUANO DE PAVO</b>	3,4 A
<b>PAJA + GUANO</b>	3,2 A
<b>MEDIA GENERAL</b>	<b>4,7</b>

Promedio con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad  $P= 0.05$ , según Test de Tukey.

Posteriormente, tal vez debido a las condiciones climáticas poco favorables de la primavera, se produjo un retraso en el comienzo de la brotación lo que la hizo coincidir con la floración.

Para analizar el desarrollo vegetativo, era necesario escoger ramillas que no presentasen floración, esto se dio en la segunda semana de diciembre donde se pudieron comenzar las mediciones (Figura 8)

No se observó diferencia estadística en el efecto sobre el crecimiento vegetativo de los tratamientos y, en general, la media fue muy baja (Cuadro 6). Esto se puede explicar por el decaimiento general que aún presentan los árboles y al agotamiento de gran cantidad de reservas producto de la elevada cosecha que se obtuvo. Además, como

existe un equilibrio entre la parte vegetativa y el sistema radicular, al no estar este último consolidado en los mulches, no se puede esperar diferencias con respecto al tratamiento testigo.

Sin embargo, se observa que hubo una disminución en la floración como consecuencia del añerismo que es propio de esta especie; por lo tanto, existiría una mayor cantidad de reservas destinadas al crecimiento vegetativo, por lo que puede haber un importante desarrollo en otoño.

#### 4.3. Desarrollo reproductivo:

Para analizar los resultados obtenidos, es necesario considerar nuevamente que los tratamientos fueron aplicados en árboles muy antiguos, de poco vigor, y que poseen una fuerte inercia en su producción, por lo tanto, con el uso de mulch no se esperan efectos a tan corto plazo como lo muestran los ensayos realizados por WOLSTENHOLME, MOORE-GORDON y COWAN (1997), en que obtuvo resultados al primer año.

Esta inercia fue descrita por WHILEY *et al.* (1996a), cuando señalan que el palto tiene la capacidad de almacenar cantidades significativas de minerales y carbohidratos que posteriormente son reciclados durante la floración, cuaja y crecimiento vegetativo. Si bien los nutrientes minerales son esenciales para el crecimiento vegetativo, las necesidades de éstos para el desarrollo de los frutos es comparativamente menor.



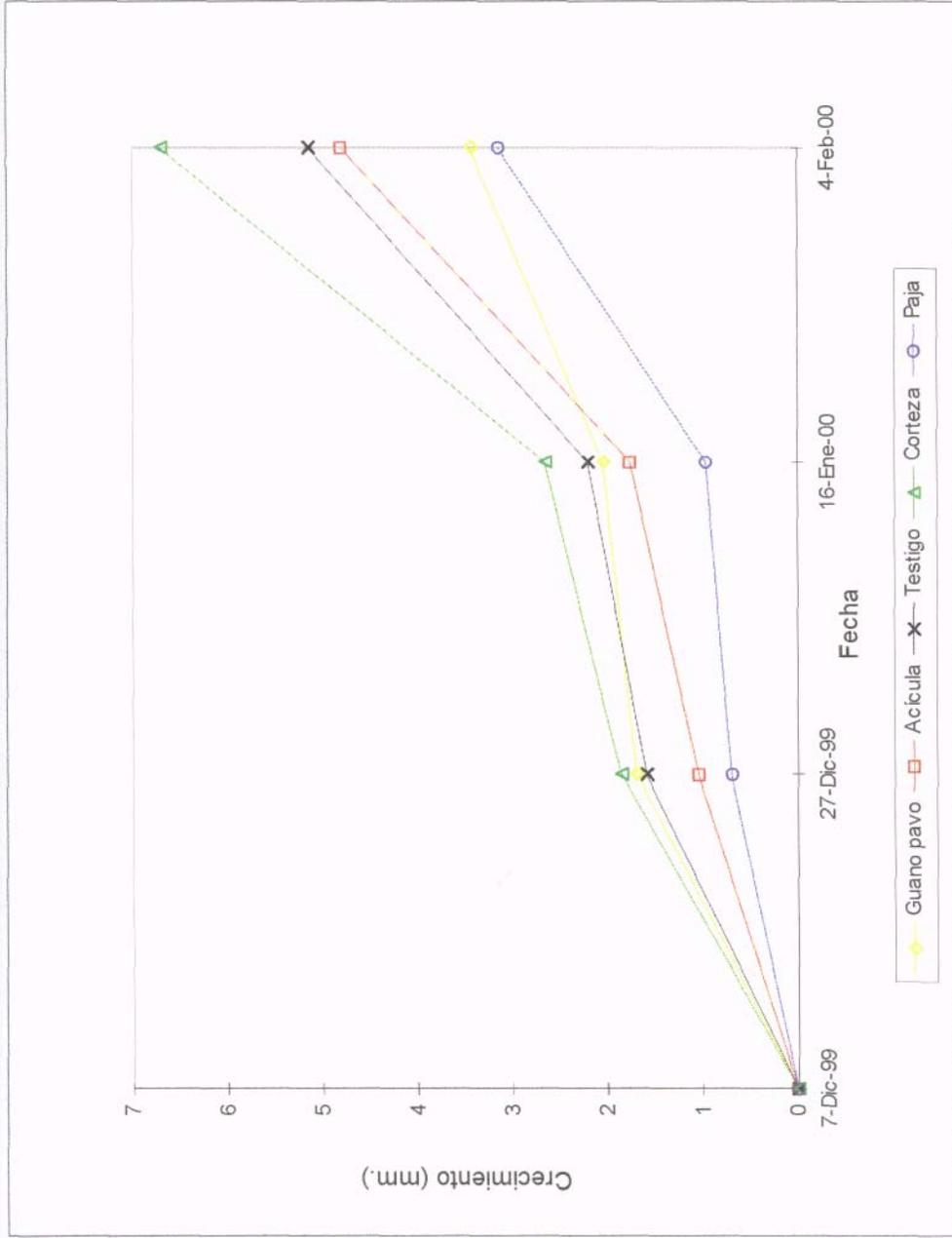


Figura 8. Crecimiento acumulado de los brotes (mm) de palto Hass en los diferentes tratamientos.

Es necesario que el sistema radicular abarque un mayor volumen del mulch y que luego se equilibre con la parte aérea del árbol para, posteriormente, obtener diferencias en la producción; por lo tanto, 18 meses no son suficientes para obtener resultados estadísticamente significativos.

#### 4.3.1. Número de panículas determinadas e indeterminadas:

Cuadro 7. Porcentaje de panículas determinadas e indeterminadas obtenidas en cada tratamiento en el momento de plena floración.

MULCH	PANÍCULAS (%)	
	Determinadas	Indeterminadas
<b>Guano de pavo</b>	4,68	95,32 A
<b>Acícula de pino</b>	2,80	97,20 A
<b>Corteza de pino</b>	1,88	98,13 A
<b>Paja + guano</b>	0,36	99,64 A
<b>Testigo</b>	3,31	96,69 A
<b>MEDIA GENERAL</b>	2,60	97,40 A

Promedio con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad  $P= 0.05$ , según Test de Tukey.

Aparentemente, no hay ninguna diferencia entre los tratamientos sobre el número de panículas determinadas e indeterminadas que se produjeron en la floración de primavera. Podría ser que la alta producción obtenida, produjo una baja floración como consecuencia del añerismo que es típico en esta especie. Esto significa una menor competencia por nutrientes y hormonas en la inducción y diferenciación, lo que favorece que las panículas sean indeterminadas (Cuadro 4).

#### 4.3.2. Precocidad:

La evaluación de este parámetro fue realizada entre el 24 de agosto y el 6 de octubre de 1999.

Para hacer este análisis se escogieron 20 paltas por tratamiento, cinco en cada

muestreo. Este tamaño de muestra es el mismo que se ocupa para estimar momentos de cosecha de exportación, de acuerdo al porcentaje de aceite alcanzado en un sector homogéneo del huerto.

Cuadro 8. Promedio de los porcentajes de aceite obtenidos de cada tratamiento tras 4 muestreos.

<b>MULCH</b>	<b>% de aceite</b>
<b>Corteza de pino</b>	11,58
<b>Guano pavo</b>	11,52
<b>Acícula de pino</b>	11,40
<b>Paja + guano</b>	10,33
<b>Testigo</b>	10,27
<b>Media general</b>	11,02

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad  $P= 0.05$ , según test de Tukey

En la Figura 9, se observan las medias obtenidas en cada fecha de recolección. Es posible que la testa de la semilla de los frutos obtenidos de los árboles con guano de pavo haya necrosado antes que en los otros tratamientos por las condiciones de estrés radicular en que se encuentran. La muerte de la testa está estrechamente relacionada con la madurez de la fruta (BLUMEFIELD y GAZIT, 1974); por esto mismo, se alcanzarían porcentajes de aceite superiores a los otros tratamientos en forma más temprana, pero en desmedro del calibre.

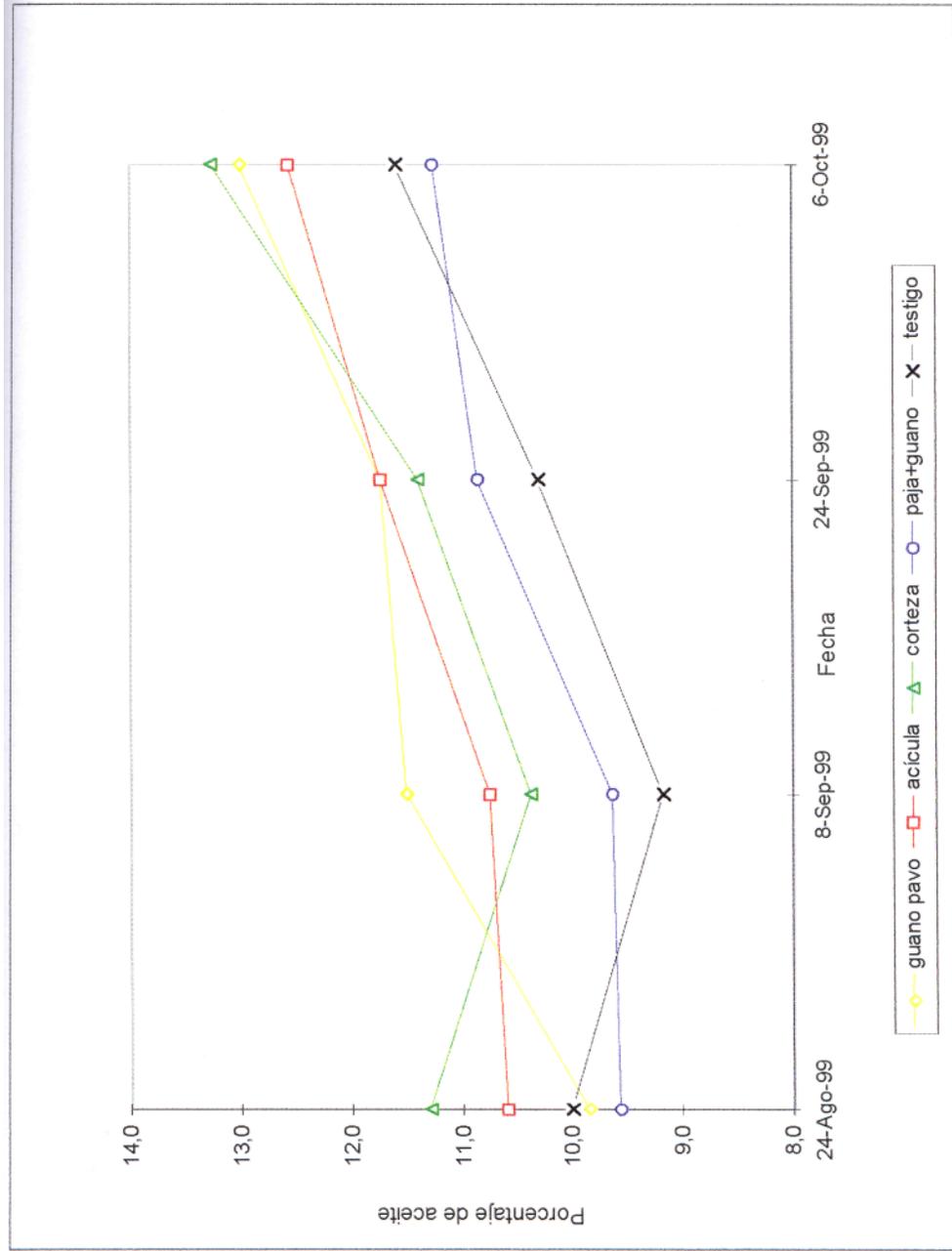


Figura 9. Porcentaje de aceite de la fruta obtenido quincenalmente en los distintos tratamientos.

#### 4.3.3 Rendimiento:

En lo referente al rendimiento por árbol en cada tratamiento, se puede concluir que no existe diferencia significativa del tipo de mulch sobre este efecto, a pesar que a primera vista pareciese que la hubiera al observar las medias en el Cuadro 6.

Cuadro 9. Rendimiento en (kg.) por árbol obtenida en la cosecha de 1999.

<b>MULCH</b>	<b>PROMEDIO</b>	
<b>Guano de pavo</b>	170,17	A
<b>Acícula de pino</b>	187,69	A
<b>Corteza de pino</b>	157,07	A
<b>Paja + Guano</b>	183,08	A
<b>Testigo</b>	243,85	A
<b>MEDIA GENERAL</b>	<b>188,37</b>	

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad  $P= 0.05$ , según test de Tukey

Al momento del establecimiento de los mulches debió haberse producido un fuerte crecimiento radicular que compitió con la diferenciación, floración y cuaja, por lo que se esperaba una diferencia significativa de los tratamientos con el testigo; probablemente, no se dio esta diferencia debido a que este último no alcanzó un sistema radicular tan desarrollado como en el acícula de pino, en la corteza de pino o en el guano de caballo.

Dada la tendencia de los paltos a manifestar añerismo, es necesario disponer de los datos de años consecutivos para sacar conclusiones, por lo que habrá que comparar los resultados con las cosechas que se obtengan en las siguientes temporadas.

De acuerdo a la sintomatología que presentan los árboles con guano de pavo, no es extraño que dentro de unos años se obtengan resultados similares a los conseguidos en los ensayos realizados en Galilea (Israel) donde se aplicó guano de gallina que provocó al cabo de cuatro años una disminución de la producción del cv Nabal y Hass en un 10 y 15%, respectivamente (LAHAV y KALMAR,1984).

#### 4.3.4. Calibre de exportación:

Los frutos del cv Hass son de tamaño medio, pero una gran proporción de la producción corresponde a frutos demasiado pequeños. La proporción de frutos pequeños puede alcanzar al 40% en las cosechas obtenidas de árboles longevos y estresados tal como lo han planteado KAISER y WOLSTENHOLME (1994), citados por WHILEY et al, (1996 b) y COWAN (1997),

Los mejores calibres obtenidos en los distintos tratamientos son 50, 60 y 70 (Figura 10), siendo los más atractivos en términos de mercado los de 40 y 50 y en menor proporción el 60 y 70. Debido a la alta tendencia de este cultivar de producir frutos de bajo calibre, cualquier reducción en su tamaño aumenta la proporción de frutos no comerciables (CUTTING, 1993).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede afirmar que en el calibre 50, el cual corresponde a la fruta más grande encontrada en los diferentes tratamientos, no hubo diferencia significativa entre ellos. En el calibre 60, sí hubo diferencia entre el guano de pavo y la acícula de pino, pero no con el resto de los tratamientos. Algo similar sucedió con el calibre 70, pero además, el testigo fue significativamente diferente al guano de pavo. En el calibre 80, tampoco hubo diferencia entre los tratamientos (Cuadro 10)

En cuanto porcentaje de fruta exportable, los tratamientos de acícula de pino, testigo y paja más guano de caballo son iguales entre sí, pero significativamente diferentes al guano de pavo; en cambio, el calibre de la fruta obtenida con el uso de corteza de pino es igual a todos los tratamientos.

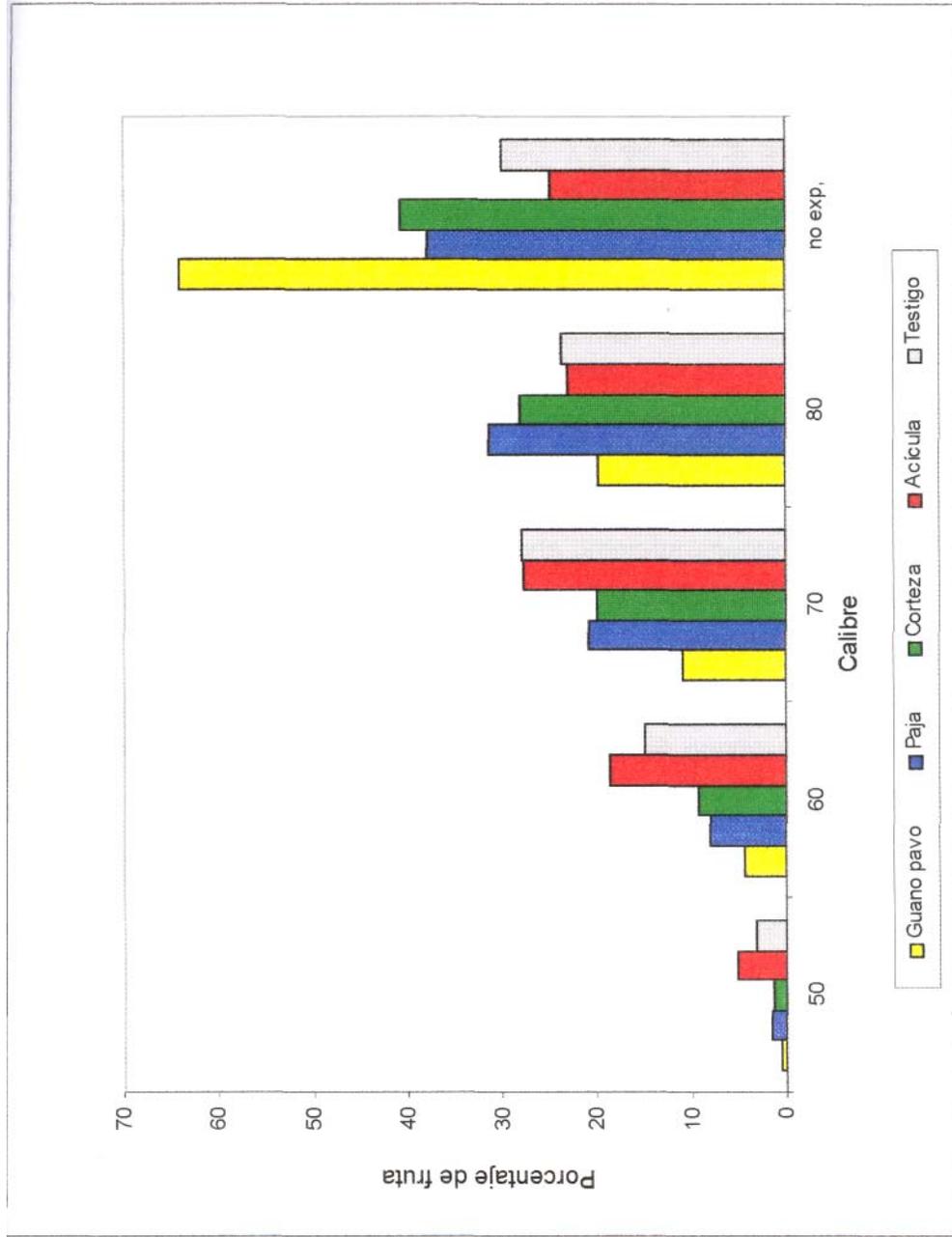


Figura 10. Distribución de calibres (%) de la fruta obtenida de la cosecha de 1999 en los distintos tratamientos.

Cuadro 10. Distribución de calibres expresado en porcentaje de la cosecha de 1999.

Distribución de calibres en porcentajes									
MULCH	cal 50		Cal 60		cal 70		cal 80		no export.
Guano de pavo	0,7	A	4,5	A	10,9	A	19,8	A	64,1 A
Corteza de pino	1,5	A	9,4	AB	20,1	AB	28,2	A	40,8 A B
Paja+Guano	1,6	A	8,2	AB	20,9	A B	31,4	A	38,0 B
Testigo	3,3	A	15	AB	27,9	B	23,7	A	30,1 B
Acícula de pino	5,33	A	18,7	B	27,8	B	23,2	A	24,4 B
MEDIA GENERAL	2,5		11,2		21,5		25,3		39,6

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad  $P= 0.05$ , según test de Tuckey

Esto se explica por la continua división celular que experimentan los frutos mientras se encuentran adheridos al árbol, siendo este efecto mayor en aquellos frutos en que la cubierta de la semilla no aborta prematuramente ( BLUMENFIELD y GAZIT 1974; WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995; WHYLEY *et al* 1996a).

Debido a las ya mencionadas condiciones de estrés radicular al que están sometidos los árboles a los que se les aplicó guano de pavo, ha de producirse muerte prematura de la testa, y se obtiene que el 64,1 % de la fruta era no exportable.

#### 4.4. Degradación de los mulches:

En cuanto a la degradación de los mulches, las diferencias entre los tratamientos se han ido acentuando como lo muestra la Figura 11, hasta llegar a los resultados obtenidos a los 19 meses del establecimiento de éstos y que se presentan a continuación.

La paja trigo más guano de caballeriza es la que ha mostrado una mayor degradación, significativamente diferente a los demás tratamientos. BORST (1983b) afirma que la paja de alfalfa tiene suficiente nitrógeno y se descompone

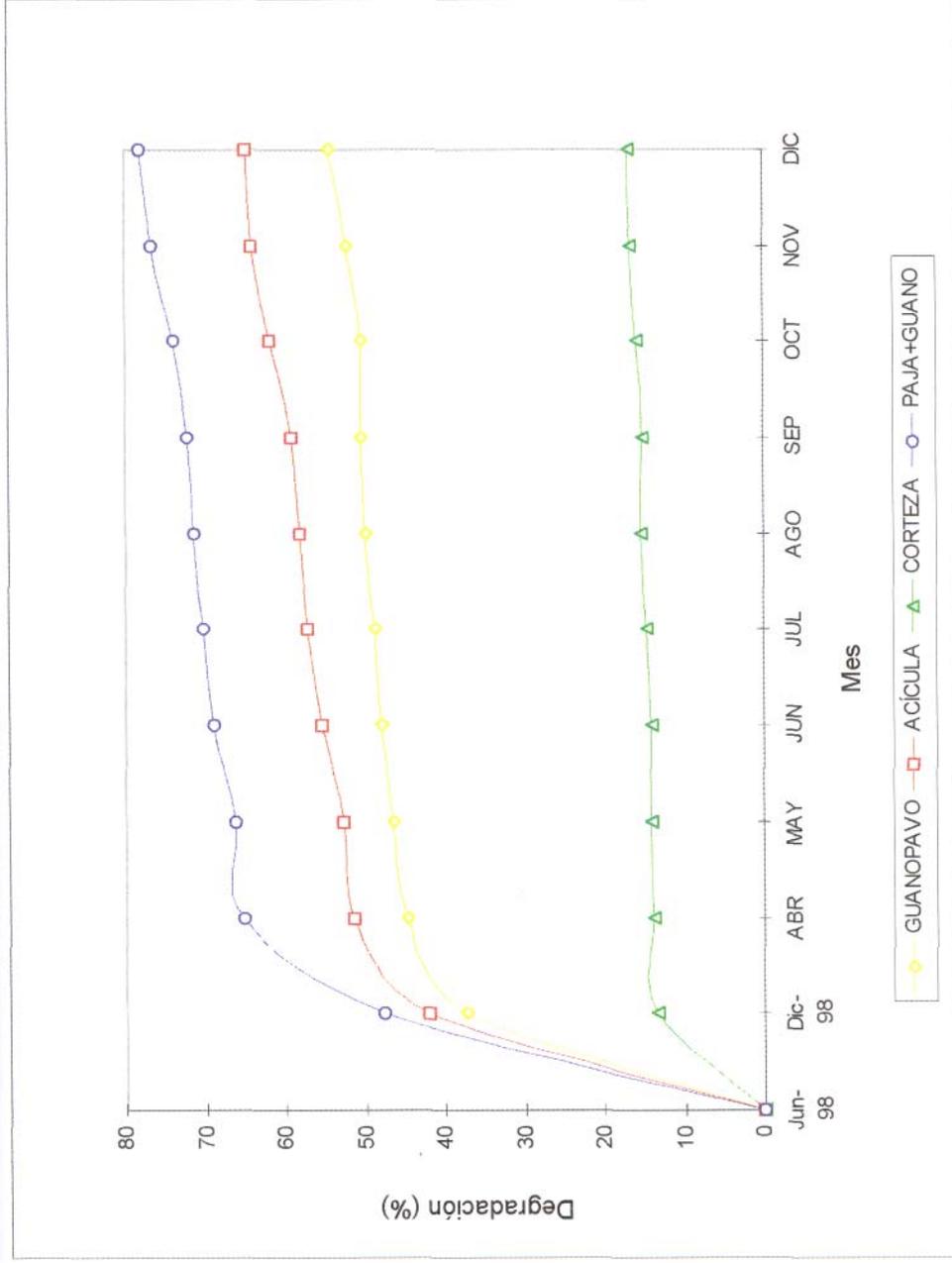


Figura 11. Degradación mensual (%) de los mulches ocurrida entre abril y diciembre del 1999.

rápidamente. Sin embargo, esto no ocurre con la paja de trigo o de pasto nativo que tiene bajos niveles de nitrógeno, por lo que es de suma importancia aplicarlo para promover la descomposición de ésta (DIVISION OF CROP SCIENCES 1992). Por lo tanto, este resultado se puede deber a un cierto equilibrio entre los contenidos de nitrógeno aportado por el guano y el carbono aportado por la paja de trigo, lo que favorece una abundante actividad biológica en el suelo que ha podido descomponer rápidamente estos sustratos.

Cuadro 11. Degradación de los diferentes mulches a los 19 meses de establecido expresada en porcentaje.

MULCH	DEGRADACIÓN (%)	
<b>Corteza de pino</b>	17,67	A
<b>Guano de pavo</b>	53,41	B
<b>Acícula de pino</b>	65,18	C
<b>Paja +Guano</b>	79,55	D
<b>MEDIA GENERAL</b>	<b>53.95</b>	

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad  $P= 0.05$ , según Test de Tukey.

El acícula de pino presenta la segunda mayor degradación, siendo significativamente diferente al resto de los tratamientos. La posible causa de este resultado es consistencia de este material que podría asemejarse a la paja y los altos niveles de nitrógeno que mantiene.

La corteza de pino muestra niveles mínimos de degradación. Posiblemente, su estructura más firme constituye una barrera que dificulta el ataque de microorganismos saprófitos. Además, los altos contenidos de resina y otros compuestos polifenólicos han de dificultar la degradación.

Los valores de degradación en el acícula de pino y paja con guano, hacen pensar en una pronta restitución del material, concluyéndose que es necesario volver a aplicar al tercer año estos materiales, una vez establecido el mulch.

#### 4.5. Presencia de malezas.

En este segundo año de estudio, se pudo apreciar una mayor incidencia de malezas en los tratamientos, tales como: Diente de león (*Taraxacum officinale*), Chufa (*Cyperus esculentus*), Rábano (*Raphanus sativus*), Ballica Inlesa (*Lolium perenne*).

A diferencia del año anterior, fueron más abundantes en el tratamiento de paja más guano, luego en la corteza de pino y en menor grado en la acícula de pino. En el mulch de guano de pavo, se mantuvo la capa de musgo y el tratamiento testigo fue el que mayor cantidad de malezas presentó.

Se puede desprender, entonces, que el efecto supresivo de los mulches sobre las malezas va disminuyendo año a año, tal vez producto de su descomposición, lo que ayuda a justificar el reponer nuevamente una capa de mulch en aquéllos más degradados.

## CONCLUSIONES

Al segundo año de haber aplicado guano de pavo como mulch se confirma que éste produce daños severos e irreversibles en el sistema radicular del palto.

No hubo diferencias en el crecimiento radicular de otoño de los mulches de acícula de pino, corteza de pino y paja con guano, pero sí fueron superiores al testigo, producto de las mejores condiciones físicas que existen en ellos para el desarrollo radicular.

La densidad de raíces del "flush" de otoño fue mayor en la acícula de pino que en la corteza de pino, no así que en la paja más guano.

Cambió la distribución de raíces en el perfil cambió, observándose un descenso en profundidad de las raíces desde el mulch de acícula de pino y paja más guano, producto del geotropismo y la degradación de éstos.

En árboles de 50 años de edad y de poco vigor, no hubo efecto de los tratamientos en el crecimiento vegetativo, ni en el número de panículas determinadas e indeterminadas, ni sobre el rendimiento, después de un año y medio de su establecimiento.

El mulch de guano de pavo afecta negativamente el calibre de la fruta a corto plazo; en cambio, los otros tratamientos no muestran diferencias con el testigo.

El mulch de paja más guano es el que más rápido se degrada, después, el de acícula, luego el de guano de pavo, y el que tiene mayor duración es el de corteza de pino.

## RESUMEN

En 1998, se da comienzo un estudio acerca del efecto del uso de mulch orgánico sobre la productividad del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en el Huerto California (Quillota). Los materiales empleados fueron guano de pavo, acícula de pino, corteza de pino y paja más guano de caballeriza, que fueron dispuestos bajo la canopia en un espesor de 20 cm aproximadamente, en árboles de 50 años de edad. Tras obtener los resultados de la primera temporada desde su aplicación, se continúa el estudio en la temporada siguiente.

Al igual que en la primera temporada, el guano de pavo resultó ser limitante para el desarrollo radicular de los árboles; en cambio, el acícula de pino, la corteza de pino y la paja más guano resultaron ser más favorables para el crecimiento de las raíces que el tratamiento testigo, dado principalmente al aporte de materia orgánica y el mejoramiento de las características físicas del suelo; sin embargo, a medida que los mulches se van degradando, van perdiendo estas características.

No se observó diferencia en el efecto del mulch sobre el crecimiento vegetativo, número de panículas determinadas e indeterminadas, ni en el rendimiento de los árboles, principalmente por la longevidad de ellos y a lo reciente de los tratamientos.

Sí se observaron diferencias de calibre de exportación entre el tratamiento de guano de pavo, con respecto al de acícula de pino, paja más guano y el testigo, donde el efecto del guano de pavo resultó ir en desmedro del calibre.

Al medir la degradación, se obtuvo que el mulch de paja con guano fue el que más se degradó, siguiendo el acícula de pino, luego el guano de pavo y, finalmente, la corteza de pino.

## 5. LITERATURA CITADA.

- BARZEGAR, A., NELSON, P., OADES, J., RENGASAMY, P. 1997. Organic matter soil fertility, and clay type: Influence on soil aggregation. Soil Sci. Soc. Am. J. 61:1113-1137
- BEN-YA' ACOV, A. 1995. Stomach combination and organic manure evaluation in a 'Fuerte' avocado orchard at Bnei-Dror, Israel. California Avocado Society yearbook. 157-164.
- BERGH, B. 1992. The origin, nature, and genetic improvement of the avocado. California Avocado Society yearbook 76: 61-75.
- BORST, G. 1983a. Can mulching help control root rot in avocado groves? Avocado Grower 7:38-39.
- \_\_\_\_\_, 1983b. Organic matter helps control root rot spread. Avocado Grower vol vii nº12
- BORYS, M.W., BARRERA, J.L. and LUNA, J. 1985. Some root characteristics of avocado (*Persea americana* Mill) seedling of the West Indian and Guatemalan races. California Avocado Society yearbook 69: 111-122.
- BRADFORD, K. and YANG, S. 1981. Physiological responses of plants to waterlogging. Hortscience 16(1):25-24
- BLUMENFIELD, A. GAZIT, S. 1974. Development of seeded and seedless avocado fruits. Journal Amer. Soc. Hort. Sci. 99(5): 442-448.
- CASALE, W. 1990. Analysis of suppressive soils and development of biological control methods for Phytophthora root rot of avocado. California Avocado Society yearbook 53-56
- \_\_\_\_\_, MINASSIAN, V. MENGE, J. LOVATT, C. POND, E. JOHNSON, E. GUILLEMET, F. 1995. Urban and agricultural wastes for use as mulches on avocado and citrus and for delivery of microbial biocontrol agents. Journal of Horticultural Science 70(2): 315-332.
- CHANDLER, W. 1964. Evergreen orchards. Mexico, Hispanoamericana. pp205-228.
- COFFEY, M. 1984. An integrated approach to the control of avocado root rot. California Avocado Society yearbook 68: 61-68
- COWAN, A., MOORE-GORDON, C., WOLSTENHOLME, B. 1997. Defining the Hass small fruit syndrome. South African Avocado Growers' Association yearbook 20:50-51.

- \_\_\_\_\_, 1997. Why are Has fruit small? South African Avocado Growers' Association yearbook 20:52-54
- CUTTING, J., LISHMAN, A., HOFMAN, P and WOLSTENHOLME, B 1986. Plant growth substance trends in developing avocado fruit as determined by radioimmunoassay. *Acta horticulturae* 175:285-289.
- \_\_\_\_\_. 1993. The cytokinin complex as related to small fruit in 'Hass' avocado. *Acta Horticulturae* 329: 147-149
- DAY, S. 1994. Fresh wood chips as mulch. *The Virginia gardener letter*. 13(7):1
- DIVISION OF CROP SCIENCES, 1992. Protect your avocados. Queensland. Department of Primary Industries. 140p.
- DU PLESSIS, S. 1991. Factors important for optimal scheduling of avocado orchards. *South African Avocado Growers' Association yearbook* 14: 91-93.
- FOSHEE, W., GOFF, W., TILT, K. and WILLIAMS, J. 1996. Organic mulches increase growth of young Pecan trees. *Hortscience* 31(5): 811-812
- GARDIAZÁBAL, F. 1998. Seminario Internacional de Paltos, Floración en Paltos. Viña del Mar 4 al 6 de noviembre de 1998 p: 51-72
- GIL, G. 1997. El potencial productivo. Santiago. Ediciones Universidad Católica de Chile. 342p.
- GREGORIOU, C. RAJKUMAR, D. 1984. Effects of irrigation and mulching on shoot and root growth of avocado (*Persea americana* Mill.) and mango (*Mangifera indica* L.) *Journal of Horticultural Science* 59(1): 109-117
- GRIERSON, W. 1990. Composting the easy way. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 103: 379-381.
- HILL, R. 1995. Disease suppressive composts and mulches. *Avocado Science*. October 1995: 10-11
- KAWASW, 1981. Anatomical and morphological adaptation of plants to waterlogging. *Hortscience* 16(1):31-34.
- KOKALIS, N., RODRÍGUEZ, R. 1994. Effect of pine bark extracts and pine bark powder on fungal pathogens, soil enzyme activity, and microbial populations. *Biological Control* 4:269-276.
- LAHAV, E. KALMAR, A. 1984. The effect of organic manure on avocado trees in Israel. *Actes=Proceedings; Montpellier, France*. 2-8 Sept. 1984. 3: 1051-1062.

- LOVATT, C.J. 1990. Factors affecting fruit drop in avocado. California Avocado Society yearbook 64: 193-199.
- \_\_\_\_\_, BERTLING, I. BLANKE, M. 1994. Comparison of determinate vs. indeterminate inflorescences to determine the roles of PGRs, carbohydrate, Nitrogen, and other nutrients in fruit set of the 'Hass' avocado. California Avocado Society yearbook . 78: 183-186
- \_\_\_\_\_, SALAZAR-GARCÍA, S. 1994. Fruit set and yield of Hass avocado can be increased by shifting the time of bloom or by proper timing of nitrogen fertilization. California Avocado Growers. 78:179-181
- MARTÍNEZ, A. 1981. Proyecto de implantación de un sistema de riego tecnificado en la Estación Experimental 'La Palma', Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102 p.
- MATAVA, M. 1991 Mulching practices in avocado orchards. California Avocado Society yearbook. 43-44.
- MOORE-GORDON, C., WOLSTENHOLME, B.N., LEVIN, J. 1995. Effects of mulching on Hass avocado fruit growth and yield in the Kwazulu/Natal midlands. South African Avocado Growers' Association yearbook 18:62-65
- \_\_\_\_\_, WOSTENHOLME, B. 1996. The Has small fruit problem: role of physiological stress and its amelioration by mulching. South African Avocado Growers' Association yearbook 19:82-86
- \_\_\_\_\_, COWAN, A., WOSTENHOLME, B. 1997. Mulching of avocado orchards to increase Hass yield and fruit size and boost financial rewards- a three season summary of research findings. South African Avocado Growers' Association yearbook 20:46-49.
- PEDRAZA, C. 1996. Fertilización: Uso del estiércol bovino. Tierra Adentro N°9 24-28
- RAN, Y. HABIB, R. BAR-YOSEF, B. and EREZ, A. 1994. Root volume effects on nitrogen uptake and partitioning in peach trees. Agronomy Journal 86: 530-534.
- RAZETO, B. 1992. Para entender la fruticultura. Santiago. Chile. 303p
- ROBINSON, D. 1988. Mulches and herbicides in ornamental plantings. Hortscience 23: 547-552.
- SAKOVICH, N. 1997a. Mulch makes a good herbicide alternative. Avocado Grower 21 (4): 5
- \_\_\_\_\_. 1997b. Soil organic matter. What it is and why you should use it. California

Grower 21(3): 41-42.

- SCHROEDER, C., WIELAND, P. 1956. Diurnal fluctuation in size in various parts of the avocado tree and fruit. *American Society for Horticultural Science* 68: 253-258
- SILVA, H. RODRIGUEZ, J. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Santiago. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 519 p.
- SKROCH, N. POWELL, M. BILDERBACK, T. HENRY, P. 1992. Mulches: Durability, Aesthetic value, weed control, and temperature. *J. Environ. Hort.* 10(1): 43-45.
- SPENCER, B. 1982. Pine bark, hardwood bark compost, and peat amendment effects on development of *Phytophthora* spp. And Lupine root rot. *Phytopathology* 72(3): 346-351.
- STINSON, J. BRINEN, G. Mc CONNELL, D. BLACK, R. 1990. Evaluation of Landscape mulches. *Hortiscience* 103: 372-377.
- STAUFFER, R. 1946. Effect of corn, soybeans, their residues, and a straw mulch on soil aggregation. *Journal of the American Society of Agronomy.* 38(11)p:1010-1017.
- TAIZ, L. and ZEIGER, E. 199. *Plant physiology.* The Benjamin/Cummings Publishing Company, INC. 559p.
- TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.), cv Hass , para la zona de Quillota, V región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 141 p.
- TUKEY, R. SCHOFF, E. 1963. Influence of different mulching materials upon the soil environment. *Proceedings of the american society for Horticultural science.* 82: 68-76.
- TURNEY, J. y MENGE, J. 1994. Root health: Mulching to control root disease in avocado and citrus. Riverside, California Avocado Society, Inc, California Avocado Comission and Citrus Research Board. 8p. (Circular No. CAS-94/2)
- VEPRASKAS, M. and MINER, G. 1986. Effects of subsoiling an mechanical impedance on tobacco root growth. *Soil Sci. Soc. Am. J* 50:423-427.
- WHILEY, A. PEGG, K. SARANAH, J. FORSBERG, L. 1986. The control of *Phytophthora* root rot of avocado with fungicides and the effect of this disease on water relations, yield ang ring neck. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26: 249-253.

- \_\_\_\_\_, WINSTON, E. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. South African Avocado Growers' Association yearbook 10: 45-47.
- \_\_\_\_\_, SARANAH, J., CULL, B., PEGG, K. 1988a. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agriculture Journal. 114:29-36.
- \_\_\_\_\_, WOSTENHOLME, B., SARANAH, B., ANDERSON, P. 1988b. Effect of temperature on root growth of avocado. Maroochy Horticultural Research Station. Progress report n° 5: 10-11.
- \_\_\_\_\_. 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Curso internacional de producción, postcosecha y comercialización de paltas. Viña del Mar, 2-5 de octubre de 1990. pp
- \_\_\_\_\_, HARGREADBEEFF, P., PEGG, K., DOOGAN, V., RUDDLE, L., SARANAH, J., LANGDON, W. 1995. Changing sink strength influenced translocation of phosphonate in avocado. Aust. J. Agric. 46:1079-1090.
- \_\_\_\_\_, RASMUSSEN, T., SARANAH, J., WOLSTENHOLME, B. 1996a. Delayed harvest effects on yield, fruit size and starch cycling in avocado (*Persea americana* Mill.) in subtropical environments. I. the early-maturing cultivar Fuerte. *Scientia Horticulturae* 66:23-34.
- \_\_\_\_\_, RASMUSSEN, T., SARANAH, J., WOLSTENHOLME, B. 1996b. Delayed harvest effects on yield, fruit size and starch cycling in avocado (*Persea americana* Mill.) in subtropical environments. II. the late-maturing cultivar Hass. *Scientia Horticulturae* 66:35-49
- WIEGAND, H. 1999. Efectos de la utilización de mulch de acícula de pino, corteza de pino, paja más guano de caballo y guano de pavo sobre la productividad del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 115p.
- WITNEY, G., HOFMAN, P., WOLSTENHOLME, B. 1990. Effect of cultivar, tree vigour and fruit position on calcium accumulation in avocado fruits. *Scientia Horticulturae* 44:269-278.
- WOLSTENHOLME, B., WHILEY, A. and SARANAH, J. 1990. Manipulating vegetative: reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. *Scientia Horticulturae* 41:315-327.
- \_\_\_\_\_, WHILEY, A. 1995. Prospects for increasing Hass fruit size a Southern Hemisphere perspective. Conference'95. The way ahead. Australian Avocado Growers' Federation. Esplanade Hotel, Fremantle. 30 April to May 3, 1995:89-102

- \_\_\_\_\_, MOORE-GORDON, C., ANSERMINO, S. 1996 Some pros and cons of mulching Avocado orchards. South African Avocado Growers' Association yearbook 19:87-92
- \_\_\_\_\_, MOORE-GORDON, C y COWAN, A. 1997. Orchard mulching effects on avocado fruting. Conference '97 Searching for Quality. Australian Avocado Growers' Federation Inc. Millenium Hotel, Rotorua, New Zealand. 23-26 sept 1997: 119-130
- ZAMET, D. 1995. On avocado Fruit Size I. Partenocarpic Fruit. California Avocado Society yearbook 221-222
- ZILKAH, S. KLEIN, I. 1987. Growth kinetics and determination of shape and size of small and large avocado fruits cultivar 'Hass' on the tree. Scientia Horticulturae 32: 195- 202.

# ANEXOS

ANEXO 1. Resultado de la densidad aparente del suelo en los distintos tratamientos en dos fechas de muestreo: el 15 de julio de 1999 y el 25 de enero de 2000.

<b>Muestra</b>	<b>Densidad aparente (gr/cc)</b>	
	<b>15-julio-1999</b>	<b>25-enero-2000</b>
GUANO DE PAVO	1,74	1.47
TESTIGO	1,56	1.50
CORTEZA DE PINO	1,37	1.19
PAJA+GUANO	1,41	1.48
ACÍCULA DE PINO	1,26	0.68

ANEXO 2. Análisis químico de salinidad del suelo y del mulch en los diferentes tratamientos en dos fechas de medición: 9 de julio de 1999 y 25 de enero de 2000.

**TRATAMIENTO CON GUANO DE PAVO**

	<b>09-07-99</b>	<b>25-01-2000</b>	
<b>MULCH</b>			
Ph	6.78	6.28	
C. Eléctrica	14.80	7.73	mmhos/cm
Calcio	8.20	12.75	meq/l
Sodio	26.54	7.72	meq/l
Magnesio	10.17	29.17	meq/l
Potasio	101.15	18.51	meq/l
Sulfato	39.04	14.77	meq/l
Bicarbonatos	23.02	7.20	meq/l
Cloruros	30.88	11.56	meq/l
Nitratos	16.38	4.03	meq/l
Amonios	12.52	3.44	meq/l
RAS	12.38	1.69	
<b>SUELO</b>			
pH	6.20	7.38	
C. Eléctrica	13.20	3.00	mmhos/cm
Calcio	37.50	8.68	meq/l
Sodio	10.61	2.14	meq/l
Magnesio	22.50	15.20	meq/l
Potasio	29.08	5.62	meq/l
Sulfato	33.36	15.38	meq/l
Bicarbonatos	2.07	7.00	meq/l
Cloruros	13.51	2.00	meq/l
Nitratos	14.67	4.73	meq/l
Amonios	18.10	-	meq/l
RAS	1.94	0.62	

Continuación ANEXO 2.

### TRATAMIENTO CON ACÍCULA DE PINO

	09-07-99	25-01-2000	
<b>MULCH</b>			
pH	6.43	6.77	
C. Eléctrica	1.35	1.07	mmhos/cm
Calcio	6.60	4.43	meq/l
Sodio	1.83	1.71	meq/l
Magnesio	3.33	3.13	meq/l
Potasio	1.39	0.71	meq/l
Sulfato	7.24	4.05	meq/l
Bicarbonatos	2.80	4.25	meq/l
Cloruros	0.64	1.30	meq/l
Nitratos	2.25	-	meq/l
Amonios	1.53	-	meq/l
RAS	1.16	0.88	
<b>SUELO</b>			
Ph	7.55	6.93	
C. Eléctrica	3.70	1.05	mmhos/cm
Calcio	26.70	4.98	meq/l
Sodio	3.60	1.59	meq/l
Magnesio	11.04	2.58	meq/l
Potasio	1.25	0.44	meq/l
Sulfato	36.67	8.19	meq/l
Bicarbonatos	5.02	1.75	meq/l
Cloruros	2.38	1.40	meq/l
Nitratos	-	-	meq/l
Amonios	-	-	meq/l
RAS	0.83	0.82	

Continuación ANEXO 2.

### TRATAMIENTO CON CORTEZA DE PINO

	09-07-99	25-01-2000	
<b>MULCH</b>			
pH	4.47	5.92	
C. Eléctrica	0.65	0.65	mmhos/cm
Calcio	1.65	1.98	meq/l
Sodio	1.68	1.53	meq/l
Magnesio	2.65	2.40	meq/l
Potasio	1.02	0.88	meq/l
Sulfato	3.21	3.58	meq/l
Bicarbonatos	1.17	1.55	meq/l
Cloruros	1.19	1.10	meq/l
Nitratos	1.59	-	meq/l
Amonios	0.11	-	meq/l
RAS	1.15	1.03	
<b>SUELO</b>			
pH	5.79	5.46	
C. Eléctrica	2.17	0.92	mmhos/cm
Calcio	9.50	3.08	meq/l
Sodio	2.62	1.82	meq/l
Magnesio	6.75	3.57	meq/l
Potasio	1.10	0.98	meq/l
Sulfato	13.12	5.84	meq/l
Bicarbonatos	1.53	1.30	meq/l
Cloruros	1.88	1.40	meq/l
Nitratos	4.39	0.75	meq/l
Amonios	0.07	0.32	meq/l
RAS	0.92	0.99	

Continuación ANEXO 2.

### TRATAMIENTO CON PAJA MÁS GUANO DE CABALLO

	09-07-99	25-01-2000	
<b>MULCH</b>			
pH	7.79	8.07	
C. Eléctrica	3.31	3.83	mmhos/cm
Calcio	8.25	8.85	meq/l
Sodio	3.19	4.92	meq/l
Magnesio	5.08	6.50	meq/l
Potasio	16.66	19.71	meq/l
Sulfato	12.76	12.10	meq/l
Bicarbonatos	11.50	23.75	meq/l
Cloruros	7.33	-	meq/l
Nitratos	-	0.37	meq/l
Amonio	-	0.81	meq/l
RAS	1.24	1.78	
<b>SUELO</b>			
pH	7.53	8.03	
C. Eléctrica	2.07	2.11	mmhos/cm
Calcio	8.73	15.19	meq/l
Sodio	2.38	2.58	meq/l
Magnesio	1.63	4.58	meq/l
Potasio	3.36	20.60	meq/l
Sulfato	8.26	4.91	meq/l
Bicarbonatos	5.17	15.85	meq/l
Cloruros	1.98	2.13	meq/l
Nitratos	5.20	-	meq/l
Amonios	0.81	-	meq/l
RAS	0.92	0.82	

Continuación ANEXO 2.

**TRATAMIENTO TESTIGO**

<b>SUELO</b>	<b>09-07-99</b>	<b>25-01-2000</b>	
pH	7.36	7.38	
C. Eléctrica	1.66	3.00	mmhos/cm
Calcio	9.15	8.68	meq/l
Sodio	2.82	2.14	meq/l
Magnesio	4.08	8.68	meq/l
Potasio	0.79	5.62	meq/l
Sulfato	11.27	15.38	meq/l
Bicarbonatos	3.59	7.00	meq/l
Cloruros	1.98	2.00	meq/l
Nitratos	-	4.73	meq/l
Amonios	-	-	meq/l
RAS	1.09	0.62	

ANEXO 3. Análisis químico de fertilidad del mulch y del suelo bajo el mulch en los diferentes tratamientos efectuado el 25 de enero de 2000.

### TRATAMIENTO CON GUANO DE PAVO.

#### MULCH

pH	6.28	
C. Eléctrica	7.73	mmhos/cm
Materia Orgánica	34.10	(%)
Nitrógeno	140.00	(ppm)
Fósforo	3661.13	(ppm)
Potasio	2529.27	(ppm)
Cobre	129.60	(ppm)
Zinc	53.00	(ppm)
Manganeso	141.60	(ppm)
Fierro	48.80	(ppm)
Sodio Intercambiable	477.77	(ppm)
Calcio Intercambiable	4694.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	1710.00	(ppm)

#### SUELO

pH	7.38	
C. Eléctrica	3.00	mmhos/cm
Materia Orgánica	19.60	(%)
Nitrógeno	82.60	(ppm)
Fósforo	52.05	(ppm)
Potasio	1143.57	(ppm)
Cobre	60.00	(ppm)
Zinc	42.00	(ppm)
Manganeso	52.40	(ppm)
Fierro	27.60	(ppm)
Sodio Intercambiable	116.79	(ppm)
Calcio Intercambiable	4984.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	1790.00	(ppm)

**Observaciones:** pH y C. Eléctrica en extracto de pasta de saturación.

Continuación ANEXO 3.

### TRATAMIENTO CON ACÍCULA DE PINO.

#### MULCH

pH	6.77	
C. Eléctrica	1.07	mmhos/cm
Materia Orgánica	56.83	(%)
Nitrógeno	177.80	(ppm)
Fósforo	72.47	(ppm)
Potasio	365.44	(ppm)
Cobre	134.00	(ppm)
Zinc	16.20	(ppm)
Manganeso	180.00	(ppm)
Fierro	212.00	(ppm)
Sodio Intercambiable	362.71	(ppm)
Calcio Intercambiable	3470.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	780.00	(ppm)

#### SUELO

pH	6.53	
C. Eléctrica	1.05	mmhos/cm
Materia Orgánica	38.41	(%)
Nitrógeno	203.00	(ppm)
Fósforo	237.82	(ppm)
Potasio	195.46	(ppm)
Cobre	80.80	(ppm)
Zinc	50.40	(ppm)
Manganeso	272.00	(ppm)
Fierro	170.00	(ppm)
Sodio Intercambiable	233.73	(ppm)
Calcio Intercambiable	3450.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	116.00	(ppm)

**Observaciones:** pH y C. Eléctrica en extracto de pasta de saturación.

Continuación ANEXO 3.

**TRATAMIENTO CON CORTEZA DE PINO.**

**MULCH**

pH	5.92	
C. Eléctrica	0.65	mmhos/cm
Materia Orgánica	29.00	(%)
Nitrógeno	36.40	(ppm)
Fósforo	223.46	(ppm)
Potasio	322.33	(ppm)
Cobre	7.68	(ppm)
Zinc	5.92	(ppm)
Manganeso	90.40	(ppm)
Fierro	834.00	(ppm)
Sodio Intercambiable	158.27	(ppm)
Calcio Intercambiable	3874.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	940.00	(ppm)

**SUELO**

pH	5.46	
C. Eléctrica	0.92	mmhos/cm
Materia Orgánica	17.25	(%)
Nitrógeno	75.60	(ppm)
Fósforo	56.79	(ppm)
Potasio	245.95	(ppm)
Cobre	14.80	(ppm)
Zinc	16.00	(ppm)
Manganeso	82.80	(ppm)
Fierro	352.00	(ppm)
Sodio Intercambiable	134.75	(ppm)
Calcio Intercambiable	2806.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	800.00	(ppm)

**Observaciones:** pH y C. Eléctrica en extracto de pasta de saturación.

Continuación ANEXO 3.

**TRATAMIENTO CON PAJA MÁS GUANO DE CABALLO.**

**MULCH**

pH	8.07	
C. Eléctrica	3.83	mmhos/cm
Materia Orgánica	41.94	(%)
Nitrógeno	124.60	(ppm)
Fósforo	1117.81	(ppm)
Potasio	4715.58	(ppm)
Cobre	270.00	(ppm)
Zinc	15.20	(ppm)
Manganeso	188.00	(ppm)
Fierro	88.00	(ppm)
Sodio Intercambiable	522.03	(ppm)
Calcio Intercambiable	3010.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	640.00	(ppm)

**SUELO**

pH	8.03	
C. Eléctrica	2.11	mmhos/cm
Materia Orgánica	22.73	(%)
Nitrógeno	75.60	(ppm)
Fósforo	18.69	(ppm)
Potasio	803.93	(ppm)
Cobre	32.40	(ppm)
Zinc	22.80	(ppm)
Manganeso	47.20	(ppm)
Fierro	47.20	(ppm)
Sodio Intercambiable	152.20	(ppm)
Calcio Intercambiable	2620.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	460.00	(ppm)

**Observaciones:** pH y C. Eléctrica en extracto de pasta de saturación.

Continuación ANEXO 3.

**TRATAMIENTO TESTIGO.**

**SUELO**

pH	7.72	
C. Eléctrica	4.02	mmhos/cm
Materia Orgánica	27.04	(%)
Nitrógeno	126.00	(ppm)
Fósforo	92.79	(ppm)
Potasio	186.65	(ppm)
Cobre	68.40	(ppm)
Zinc	34.40	(ppm)
Manganeso	76.00	(ppm)
Fierro	35.60	(ppm)
Sodio Intercambiable	188.11	(ppm)
Calcio Intercambiable	3470.00	(ppm)
Magnesio Intercambiable	114.00	(ppm)

**Observaciones:** pH y C. Eléctrica en extracto de pasta de saturación.

ANEXO 4. Promedio de valores obtenidos en los análisis de la solución de suelo conseguida con extractómetro o sonda de succión entre marzo y diciembre de 1999.

	<b>Unidad</b>	<b>Guano de pavo</b>	<b>Acícula de pino</b>	<b>Corteza de pino</b>	<b>Paja más guano</b>	<b>Testigo</b>
<b>Cloruros</b>	mg/l	184,3	168,7	1589,8	172,0	97,7
<b>Potasio</b>	g/l	0,35	0,29	0,32	0,31	0,27
<b>Fósforo</b>	mg/l	18,8	12,0	3,0	14,2	15,7
<b>Nitratos</b>	mg/l	199,0	66,3	5,0	118,0	185,8
<b>Amonio</b>	mg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<b>Calcio</b>	mg/l	318,3	240,3	130,0	214,8	289,0
<b>Sodio</b>	mg/l	61,67	22,17	14,50	30,33	25,00
<b>pH</b>		7,3	7,6	7,6	7,5	7,7

ANEXO 5. Análisis estadístico de la variable degradación de mulches (%).

En la siguiente tabla, se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco** (\*) cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

Al detectarse diferencia significativa entre los tratamientos, se utilizó el Test de Tukey, para la comparación de las medias, con un error del 5%.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; se puede apreciar, además, que existen diferencias entre los árboles lo que influiría en la degradación.

ANOVA de la degradación (%) experimentada por los mulches.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	3	83933	27978	301,85 *	2,60
Bloques	9	1622	180	1,94 *	1,88
Error	147	13625	93		
Total	159	99180			

**C.V.= 18 %**

Tukey: Diferencia de medias de la degradación (%) experimentada por los mulches.

TMTs	Medias	corteza	testigo	acícula	paja
		2,63	2,36	2,29	2,15
corteza	17,67	-			
guano	53,41	<b>35,74 *</b>	-		
acícula	65,18	<b>47,51 *</b>	<b>11,77 *</b>	-	
paja	79,55	<b>61,89 *</b>	<b>26,14 *</b>	<b>14,38 *</b>	-

**HSD=11,20**

ANEXO 6. Análisis estadístico de la variable densidad de raíces del crecimiento de otoño de 1999, obtenida en distintas fechas de evaluación en los

diferentes mulches.

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

El Factor A corresponde al efecto de los mulches y el Factor B al efecto de la fecha de medición. Al detectarse diferencia significativa entre los tratamientos, se utilizó el Test de Tukey, para la comparación de las medias, con un error del 5%. No se detectó interacción entre los factores.

La densidad de raíces presenta una gran variación entre los datos, reflejado en el coeficiente de variación del 96%, por lo cual se efectuó una transformación de los datos para minimizar la varianza y así no afectar los resultados.

ANOVA de la densidad de raíces del crecimiento de otoño de 1999.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Factor A	2	30,53	15,26	6,19 *	3,00
Factor B	6	29,06	4,84	1,96 ns	2,10
AxB	12	33,30	2,77	1,13 ns	1,75
Error	1050	2588,23	2,46		
Total	1070	2681,11			

**C.V.= 96 %**

ANOVA de la densidad de raíces del crecimiento de otoño de 1999, con datos transformados.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Factor A	2	1,87	0,94	4,59 *	3,00
Factor B	6	2,89	0,48	2,37 *	2,10
AxB	12	3,37	0,28	1,38 ns	1,75
Error	1050	214,12	0,20		
Total	1070	222,26			

**C.V.= 29 %**

Continuación ANEXO 6

Tukey: Diferencias de medias de la densidad de raíces del crecimiento de otoño de 1999 obtenido en los distintos mulches, con datos transformados.

TMTs	Medias	corteza 2,63	testigo 2,36	acícula 2,29	paja 2,15
acícula r=518	1,60	-			
guano r=245	1,52	0,073 (0,083)	-		
corteza r=308	1,50	<b>0,094*</b> (0,077)	0,020 0,092	-	

Tukey: Diferencias de medias de la densidad de raíces del crecimiento de otoño de 1999 obtenido en las diferentes fechas de medición, con datos transformados.

FECHAS	Medias	med. 7 1,618	med. 6 1,609	med. 5 1,595	med. 1,560	med. 1,521	med.	med. 2 1,469
medición 7	1,618	-						
medición	1,609 6	0,009	-					
medición	1,595 5	0,023	0,014	-				
medición	1,560 4	0,058	0,049	0,035	-			
medición	1,521 3	0,097	0,088	0,084	0,038	-		
medición	1,511 1	0,107	0,097	0,084	0,048	0,010	-	
medición	1,469 2	<b>0,149*</b>	0,140	0,126	0,091	0,052	0,042	-

**HSD=0,148**

ANEXO 7. Análisis estadístico de la variable densidad de raíces del crecimiento de primavera de 1999 - verano 2000, obtenida en distintas fechas de evaluación en los diferentes mulches.

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

El Factor A corresponde al efecto de los mulches y el Factor B al efecto de la fecha de medición. Al detectarse diferencia significativa entre los tratamientos, se utilizó el Test de Tukey, para la comparación de las medias, con un error del 5%. No se detectó interacción entre los factores.

La densidad de raíces presenta una gran variación entre los datos, reflejado en el coeficiente de variación del 123%, por lo cual se efectuó una transformación de los datos para minimizar la varianza y así no afectar los resultados.

ANOVA de la densidad de raíces del crecimiento primavera de 1999 - verano 2000.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Factor A	3	37,04	12,35	5,44 *	2,6
Factor B	2	165,08	82,54	36,37 *	3,0
AxB	6	25,82	4,30	1,90 ns	2,1
Error	201	456,13	2,27		
Total	212	684,07			

**C.V.= 123 %**

ANOVA de la densidad de raíces del crecimiento primavera 1999 - verano 2000, con datos transformados.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Factor A	3	2,42	0,81	5,17 *	2,6
Factor B	2	15,37	7,69	49,31 *	3,0
AxB	6	1,30	0,22	1,39 ns	2,1
Error	201	31,33	0,16		
Total	212	50,42			

**C.V.= 28 %**

Continuación ANEXO 7.

Tukey: Diferencias de medias de la densidad de raíces del crecimiento de primavera 1999 - verano 2000 obtenido en los distintos mulches, con datos transformados.

TMTs	Medias	corteza	testigo	acícula	paja
		2,63	2,36	2,29	2,15

testigo r=63	1,86	-			
corteza r=24	1,04	0,82 (0,93)	-		
paja r=72	0,97	0,89 (0,67)	0,07 0,91	-	
acícula r4=54	0,93	<b>0,93 *</b> (0,72)	0,11 (0,95)	0,04 (0,70)	-

Tukey: Diferencias de medias de la densidad de raíces del crecimiento de primavera 1999 - verano 2000 obtenidas en las distintas fechas de medición, con datos transformados.

FECHAS	Medias	medición 3 2,41	medición 2 0,93	medición 1 0,31
medición 3	2,41	-		
medición 2	0,93	<b>1,48 *</b>	-	
medición 1	0,31	<b>2,10 *</b>	<b>0,62 *</b>	-

**HSD=0,59**

ANEXO 8. Análisis estadístico de la variable longitud de raíces alcanzado en el crecimiento de otoño de 1999.

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

No se detectó diferencia significativa entre los tratamientos.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; se puede apreciar, además, que existen diferencias entre los árboles que influiría en la longitud.

La longitud de raicillas del crecimiento de otoño de 1999, presenta una gran variación entre los datos, reflejado en el coeficiente de variación del 76%, por lo cual se efectuó una transformación de los datos para minimizar la varianza y así no afectar los resultados

ANOVA de la longitud de raicillas alcanzado en el crecimiento de otoño de 1999.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	2	52,05	26,03	1,27 ns	3,00
Bloques	2	147,76	73,88	3,60 *	3,00
Error	390	8006,57	20,53		
Total	394	8206,38		<b>C.V.= 76 %</b>	

ANOVA de la longitud de raicillas alcanzado en el crecimiento de otoño de 1999, con datos transformados.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	2	1,45	0,72	1,27 ns	3,00
Bloques	2	5,00	2,50	4,40 *	3,00
Error	390	221,65	0,57		
Total	394	228,10		<b>C.V.= 30 %</b>	

ANEXO 9. Análisis estadístico de la variable longitud de raicillas alcanzado en el crecimiento de primavera de 1999 - verano 2000.

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

Al detectarse diferencia significativa entre los tratamientos, se utilizó el Test de Tukey, para la comparación de las medias, con un error del 5%.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; se puede apreciar, además, que existen diferencias entre los árboles que influiría en la longitud de las raíces.

La longitud de las raicillas alcanzada en el crecimiento de primavera 1999 - verano 2000, presenta una gran variación entre los datos, reflejado en el coeficiente de variación del 62%, por lo cual se efectuó una transformación de los datos para minimizar la varianza y así no afectar los resultados.

ANOVA de la longitud de raicillas alcanzada en el crecimiento de primavera 1999- verano 2000.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	3	82,51	27,50	3,18	2,6
Bloques	2	65,59	32,80	3,79	3,0
Error	177	1531,29	8,65		
Total	182	1679,38			

**C.V.= 62%**

Continuación ANEXO 9

ANOVA de la longitud de raicillas alcanzada en el crecimiento de primavera 1999 - verano 2000, con datos transformados.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	3	3,24	1,08	3,33 *	2,6

Bloques	2	23,07	1,54	4,74 *	3
Error	177	57,34	0,32		
Total	182	63,66		<b>C.V.= 25%</b>	

Tukey: Diferencias de medias de la longitud de raicillas alcanzadas en el crecimiento de primavera 1999 - verano 2000, con datos transformados

TMTs	Medias	corteza 2,63	testigo 2,36	acícula 2,29	paja 2,15
corteza r=18	2,63	-			
testigo r=79	2,36	0,27 (0,38)	-		
acícula r=37	2,29	0,34 (0,42)	0,07 0,29	-	
paja r4=49	2,15	<b>0,47 *</b> (0,40)	0,21 (0,26)	0,14 (0,32)	-

ANEXO 10. Análisis estadístico de la variable crecimiento vegetativo (mm) obtenido entre el 7 de diciembre de 1999 y el 5 de febrero de 2000.

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

No se detectó diferencia significativa entre los tratamientos.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; sin embargo, en el crecimiento vegetativo no existió efecto bloque. El árbol no influye en las mediciones, pero sí es eficiente el modelo.

El crecimiento vegetativo presenta una gran variación entre los datos, reflejado en el coeficiente de variación de 92%, por lo cual se efectuó una transformación de los datos para minimizar la varianza y así no afectar los resultados.

ANOVA del crecimiento vegetativo obtenido ente el 7 de diciembre de 1999 y 5 de febrero de 2000.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	157,80	39,45	2,14 ns	2,87
Bloques	75	119,70	29,93	1,62 ns	1,91
Error	20	1606,74	18,47		
Total	95	1884,24		<b>C.V.= 92 %</b>	

ANOVA del crecimiento vegetativo obtenido ente el 7 de diciembre de 1999 y 5 de febrero de 2000, transformados.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	6,07	1,52	2,35 ns	2,87
Bloques	75	3,18	0,80	1,23 ns	1,91
Error	20	56,28	0,65		
Total	95	65,54		<b>C.V.= 36 %</b>	

ANEXO 11. Análisis estadístico de la variable frecuencia de panículas indeterminadas expresado en %.

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

No se detectó diferencia significativa entre los tratamientos.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; sin embargo, en la frecuencia de panículas indeterminadas no existe efecto bloque. El árbol no influye en las mediciones, pero sí es eficiente el modelo.

ANOVA de la frecuencia de panículas indeterminadas expresado en %.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	208,69	52,17	0,79 ns	2,45
Bloques	4	115,49	28,87	0,44 ns	2,45
Error	91	5982,16	65,73		
Total	99	6306,34			

**C.V.= 8 %**

ANEXO 12. Análisis estadístico de la variable calibre 50 (%).

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco** (\*) cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

No se detectó diferencia significativa entre los tratamientos.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; sin embargo, en el calibre 50 no existe efecto bloque. El árbol no influye en las mediciones, pero sí es eficiente el modelo.

El calibre 50, presenta una gran variación entre los datos, reflejado en el coeficiente de variación de 212%, por lo cual se efectuó una transformación de los datos para minimizar la varianza y así no afectar los resultados.

ANOVA del calibre 50 (%) obtenido en la cosecha de 1999.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	135,28	33,82	1,21 ns	2,61
Bloques	9	156,88	17,43	0,63 ns	2,12
Error	36	1002,32	27,84		
Total	49	1294,48			

**C.V.= 212 %**

ANOVA del calibre 50 (%) obtenido en la cosecha de 1999, con datos transformados.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	4,85	1,21	1,30 ns	2,61
Bloques	9	5,92	0,66	0,70 ns	2,12
Error	36	33,68	0,94		
Total	49	44,45			

**C.V.= 60%**

ANEXO 13. Análisis estadístico de la variable calibre 60 (%).

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella,

se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

Al detectarse diferencia significativa entre los tratamientos, se utilizó el Test de Tukey, para la comparación de las medias, con un error del 5%.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; se puede apreciar, además, que existen diferencias entre los árboles que influirían en éste calibre.

El calibre 60 presenta una gran variación entre los datos, reflejado en el coeficiente de variación del 104%, por lo cual se efectuó una transformación de los datos para minimizar la varianza y así no afectar los resultados.

ANOVA del calibre 60 (%) obtenido en la cosecha de 1999.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	1278,12	319,53	2,38 ns	2,61
Bloques	9	637,52	70,84	0,53 ns	2,12
Error	36	4841,08	134,47		
Total	49	6756,72			

**C.V.= 104 %**

ANOVA del calibre 60 (%) obtenido en la cosecha de 1999, con datos transformados.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	29,21	7,30	2,93 *	2,61
Bloques	9	11,73	1,30	0,52 ns	2,12
Error	36	89,69	2,49		
Total	49	130,63			

**C.V.= 51 %**

Continuación ANEXO 13

Tukey: Diferencias de medias del calibre 60 (%) obtenido en la cosecha de 1999, con datos transformados.

TMTs	Medias	guano	paja	corteza	testigo	acícula
		2,03	2,61	2,91	3,84	4,07
guano	2,03	-				
paja	2,61	0,58	-			

corteza	2,91	0,88	0,30	-		
testigo	3,84	1,81	1,23	0,93	-	
acícula	4,07	<b>2,04 *</b>	1,46	1,16	0,23	-

**HSD=1,99**

ANEXO 14. Análisis estadístico de la variable calibre 70 (%).

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

Al detectarse diferencia significativa entre los tratamientos, se utilizó el Test de Tukey, para la comparación de las medias, con un error del 5%.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; sin embargo, en el calibre 70 no existe efecto bloque. El árbol no influye en las mediciones, pero sí es eficiente el modelo.

ANOVA del calibre 70 (%) obtenido en la cosecha de 1999.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	1953,28	488,32	4,46 *	2,61
Bloques	9	1365,28	151,70	1,38 ns	2,12
Error	36	3943,92	109,55		
Total	49	7262,48			

**C.V.= 47 %**

Tukey: Diferencias de medias del calibre 70 (%) obtenido en la cosecha de 1999.

TMTs	Medias	guano 10,9	corteza 20,1	paja 20,9	acícula 27,8	testigo 27,9
guano	10,9	-				
corteza	20,1	9,2	-			
paja	20,9	10,0	0,8	-		
acícula	27,8	<b>16,9*</b>	7,7	6,9	-	
testigo	27,9	<b>17,0*</b>	7,8	7,0	0,1	-

**HSD=13,17**

ANEXO 15. Análisis estadístico de la variable calibre 80 (%).

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

No se detectó diferencia significativa entre los tratamientos.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; sin embargo, en el calibre 80 no existe efecto bloque. El árbol no influye en las mediciones, pero sí es eficiente el modelo.

ANOVA del calibre 80 (%) obtenido en la cosecha de 1999.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	828,32	207,08	1,82 ns	2,61
Bloques	9	725,62	80,62	0,71 ns	2,12
Error	36	4105,68	114,05		
Total	49	5956,62			

**C.V.= 42 %**

ANEXO 16. Análisis estadístico de la variable calibre no exportable (%).

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco** (\*) cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

Al detectarse diferencia significativa entre los tratamientos, se utilizó el Test de Tukey, para la comparación de las medias, con un error del 5%.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; sin embargo, en el calibre no exportable no existe efecto bloque. El árbol no influye en las mediciones, pero sí es eficiente el modelo.

ANOVA del calibre no exportable (%) obtenido en la cosecha de 1999.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	9105,88	2276,47	6,26 *	2,61
Bloques	9	4989,38	554,38	1,50 ns	2,12
Error	36	13092,92	363,69		
Total	49	27188,20			

**C.V.= 48 %**

Tukey: Diferencias de medias del calibre no exportable (%) obtenido en la cosecha de 1999.

TMTs	Medias	acícula	testigo	paja	corteza	guano
		24,9	30,1	38,0	40,8	64,1
acícula	24,9	-				
testigo	30,1	5,2	-			
paja	38,0	13,1	7,9	-		
corteza	40,8	15,9	11,0	2,8	-	
guano	64,1	<b>39,2 *</b>	<b>34,0 *</b>	<b>26,0 *</b>	23,0	-

**HSD=24,0**

ANEXO 17. Análisis estadístico de la variable rendimiento de fruta expresada en kg/árbol.

En la siguiente tabla se muestran los análisis de varianza univariado (ANOVA). En ella, se compara el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, indicando con **asterisco (\*)** cuando existen diferencias significativas entre tratamientos con un error del 5%; en el caso contrario, se indica con **ns**.

No se detectó diferencia significativa entre los tratamientos.

El modelo de bloques utilizado resultó ser eficiente en los análisis; sin embargo, en el rendimiento no existe efecto bloque. El árbol no influye en las mediciones, pero sí es eficiente el modelo.

ANOVA del rendimiento de fruta obtenida en Kg/árbol.

F. de variación	G.L.	S. cuadros.	S.C.Medios	F	F-Fisher
Tratamientos	4	44174	11044	1,62 ns	2,61
Bloques	9	61263	6807	0,88 ns	2,12
Error	36	279485	7763		
Total	49	384922			

**C.V.= 47 %**

ANEXO 18. Cuadro de fertilizaciones mensuales realizadas entre enero de 1999 y enero de 2000 en el sector del ensayo.

<b>Mes</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>
<b>Enero</b>	urea	51,2 kg/há
<b>Febrero</b>	urea	226,2 kg/há
<b>Mayo</b>	ácido bórico	23,2 kg/há
<b>Junio</b>	urea	8,9 kg/há
<b>Octubre</b>	urea	20,2 kg/há
<b>Noviembre</b>	urea	11,9 kg/há
<b>Diciembre</b>	urea	17,8 kg/há
<b>Enero 2000</b>	urea	79,7 kg/há
	ácido fosfórico	11,9 lt/há

ANEXO 19. Cuadro de riego mensuales realizados entre enero de 1999 y diciembre del 2000 en el sector del ensayo.

<b>Mes</b>	<b>Horas</b>	<b>Lámina de riego (mm)</b>
<b>Enero</b>	100	150
<b>Febrero</b>	75	112,5
<b>Marzo</b>	75	112,5
<b>Abril</b>	37	55,5
<b>Mayo</b>	18	27
<b>Junio</b>	27	40,5
<b>Julio</b>	0	0
<b>Agosto</b>	0	0
<b>Septiembre</b>	0	0
<b>Octubre</b>	16	24
<b>Noviembre</b>	50	75
<b>Diciembre</b>	57	85,5

ANEXO 20. Cuadro de promedios climatológicos correspondientes a Agrícola Huerto California, Quillota entre enero a diciembre de 1999.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperaturas												
Mínimas medias	12.8	13.2	10.8	9.0	9.2	9.2	5.6	7.3	9.0	9.8	10.2	11.8
Mínimas absolutas	10.4	10.0	7.9	5.7	6.1	6.1	0.9	1.9	3.5	5.6	7.5	6.6
Máximas medias	24.0	25.0	24.5	22.7	19.6	19.6	16.8	17.8	17.4	19.6	23.2	25.2
Máximas absoluta	29.7	29.5	29.1	31.1	28.6	28.6	24.9	27.8	27.3	25.4	30.7	30.0
Medias diarias	17.5	*	16.6	14.9	13.2	13.2	10.1	11.5	12.5	13.9	16.2	17.8
Medias diurnas	20.	*	19.0	17.8	15.6	15.6	12.4	13.9	14.5	16.3	19.5	21.4
Medias nocturnas	15.0	*	14.2	11.0	10.8	10.8	7.7	9.1	10.5	11.5	12.9	14.4
Grados Día base 10	232	*	204	134	97	97	22	50	77	119	186	243
Grados Día base 12,5	155	*	59	64	30	30	0	6.8	21.2	44	111	165
Horas Frío				20	7	57	181	85	38			
Horas de Frío acumuladas				20	27	84	265	350	388			
Evaporación total mensual	179	154	135	86	44	27	34	43	45	92	157	202
Evaporación promedio diario	5.8	5.5	4.4	2.9	1.4	0.9	1.1	1.4	1.5	3.0	5.2	6.5
Precipitación			15.0	5.0	10.7	34.0	30.5	85.0	109.0	13.0		
Precip. acumulada desde Enero	0.0	0.0	15.0	20.0	30.7	64.7	95.7	180.2	289.2	302.2	302.2	302.2