

**UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE DISTINTOS PROGRAMAS DE**

**FERTIRRIEGO BAJO CONDICIONES SALINAS**

**EN PALTOS ( *Persea americana Mill*) cv. Hass**

**RICARDO EMMANUEL GATICA PLACENCIA**

**SANTIAGO-CHILE**

**2003**

## RESUMEN

Es importante recordar que el palto es una especie de origen tropical, muy sensible a condiciones climáticas adversas, como sequía y temperaturas extremas, y también a otras de carácter edáfico, como salinidad (particularmente la raza Mexicana).

Esto adquiere especial importancia en las zonas regadas con las aguas provenientes del río Mapocho, como en el caso de Mallarauco. Donde la utilización de aguas de calidad inadecuada, por su contenido de sales y/o de sodio, podría producir un impacto indeseable sobre las propiedades de los suelos y que afectan la producción.

Se evaluaron diferentes programas de fertirriego bajo condiciones salinas. Con productos de base ácida y aportes de calcio, para medir el efecto de las sales en la producción de un huerto de paltas *var. Hass* y así determinar cual de ellos resultaba mas efectivo para disminuir el efecto de las sales.

Al termino de esta se concluyo que la utilización de fertiyeso (Sulfato de Calcio), fue el Tratamiento mas eficaz en hacer disminuir el pH del suelo, y en desplazar en  $\text{Na}^+$  del suelo.

## SUMMARY

It is important to remember that palto is a species of tropical origin, very sensible to adverse climatic conditions, like extreme drought and temperatures, and also to others of edáfico character, like salinity (particularly the Mexican race).

This acquires special importance in the zones watered with originating waters of laughed Mapocho, as in the case of Mallarauco. Where the water use of inadequate quality, by its content of salts and/or sodium, could produce an undesirable impact on the properties of the grounds and that affect the production.

Different programs were evaluated from fertirriego under saline conditions. With products of acid base and calcium contributions, to measure the effect of the salts in the production of an orchard of paltas to var. Hass and thus to determine as of them turned out but effective to diminish the effect of the salts.

To I finish of this I conclude that the use of fertiyeso (Calcium Sulphate), it was the effective Treatment but in making diminish pH of the ground, and in moving in Na<sup>+</sup> of the ground.

## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pag.</b>
1.- Introducción	1
1.1 Hipótesis	2
1.2 Objetivos Generales	3
1.3 Objetivos específicos	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Antecedentes de la especie	4
2.1.1 Sistema radical	5
2.1.2 Sistema vegetativo	7
2.1.3 Fruto	8
2.2 Susceptibilidad del Palto a condiciones salinas	10
2.2.1 Toxicidad causada por sales	11
2.2.1.1 Cloro	11
2.2.1.2 Sodio:	13
2.2.1.3 Boro	15
2.2.1.4 Manganeso	16
2.2.1.5 Nitrógeno	16
2.2.1.6 Mecanismos de tolerancia de salinidad de los paltos	17
2.2.1.7 Patrones resistentes a la salinidad	17
2.3 Salinidad	21
2.3.1 Origen de los suelos salinos	21
2.3.1.1 Causas naturales	21
2.3.1.2 Contaminación antrópica	23
2.3.2 Tipos de suelos salinos	24
2.3.2.2 Suelos no salinos	24
2.3.2.3 Suelos salino	25
2.3.2.4 Suelos salino sódico	25
2.3.2.5 Suelos sódicos	26
2.3.4 Efectos de la salinidad en los cultivos	27
2.3.4.1 Efectos Osmóticos	27
2.3.4.2 Efectos tóxicos	28
2.3.4.3 Balances nutricionales	29
2.3.4.4 Balances energético	29
2.3.5 Calidad del agua de riego	30

2.3.5.1	Para metros para evaluar la calidad del agua de riego	31
2.3.5.2	Parámetros de medición de la calidad química del agua	32
2.3.6	Calidad del agua para el palto	35
3.	Materiales y Métodos	36
3.1	Materiales	36
3.1.1	Ubicación del ensayo	36
3.1.2	Descripción del ensayo	37
3.1.3	Descripción de los diferentes fertilizantes ocupados en cada sector	41
3.1.3	Material vegetal	42
3.1.4	Recurso de agua	43
3.2.	Cronología	44
3.2.	Mediciones	45
4.	Presentación y discusión de resultados	46
4.1	Variable Análisis Foliar	46
4.2	Variable CE de la solución suelo.	51
4.3	Variable PH de la solución suelo.	58
4.4	Variable largo del fruto	63
4.5	Variable ancho del fruto	63
5.	CONCLUSIONES	66
6.	BIBLIOGRAFÍA	67
	<b>ANEXO</b>	

## 1.-INTRODUCCIÓN

La producción mundial de paltas depende de seis países, los que concentraron alrededor del 90% de la producción total, alcanzando un volumen de 1,4 millones de toneladas en la temporada 2000/01. México es el mayor productor, con más del 60% de ese total, seguido por Estados Unidos y Chile, con un 15% y 7% respectivamente. Los otros actores relevantes son Sudáfrica, Israel y España, para quienes se proyectan mayores producciones a futuro por el continuo crecimiento de sus plantaciones (Fundación Chile, 2002).

Chile ocupa el tercer lugar en el mundo como productor de paltas, después de México y USA, con una producción de 106.731 toneladas para la temporada 1998/1999, de los cuales 81.731 toneladas corresponderán a Hass (Orella, 1999).

A principios de la década del 1990, el área destinada al cultivo del Palto abarcaba alrededor de 7665 há.; lo que revela una expansión del orden de un 120% en relación a los casi 17000 há.; plantadas al año 1997. en los próximos años, según estimaciones del Comité de Paltas de FEDEFRUTA, el área destinada a paltos se seguirá incrementando, proyectándose para el año 2005 un total de 24550 há.; de las cuales cerca del 73% corresponderá al cv Hass, lo que implicara un ritmo de plantación anual del orden un 45% (Orella, 1999).

En Chile, la zona potencialmente sujeta a problemas de salinidad es aquella ubicada desde la Sexta Región al Norte, aumentando por lo general la susceptibilidad en este mismo sentido.

Hacia el sur las posibilidades disminuyen ostensiblemente debido a la mayor precipitación, la cual lava las sales solubles y al menor contenido de sales en las aguas de riego o al hecho de que no se rieguen bastas áreas (Razeto, 1985).

El palto es una de las especies más susceptibles al exceso de sales en el agua de riego Gardiazabal (2000), señala valores referenciales de los distintos elementos que pueden ser peligrosos en el agua de riego, indicando el valor máximo de tolerancia del cultivo al cual no se registran problemas: conductividad eléctrica menor a 0.75mmhos/ cm , cloruros menor a 2.8 meq/l (100ppm) y contenido de boro menor a 0.2 meq/l.

Es por esto que, en zonas como Mallarauco, que climatéricamente se adapta a los requerimientos del cultivo, el factor de calidad de agua de riego juega un papel detrimetal, aportando al suelo una cantidad importante de sales que afectan la producción del palto, considerada una especie sensible a la salinidad. Tanto a nivel de suelo como del agua, siendo los iones de mayor importancia los cloruros. Cuando se registra este problema, surge la necesidad de realizar lavados con fracciones de agua mayor a la requerida por el cultivo en cada riego de manera de evitar acumulación de sales a nivel del sistema radicular.

### **1.1 Hipótesis**

Los fertilizantes de base ácida y aportes de calcio incluidos en un programa de fertilización, debieran permitir la recuperación de las plantas al estrés que sufren, al estar sometidas a condiciones de alcalinidad y salinidad de agua.

## **1.2 Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la aplicación de los distintos fertilizantes, bajo condiciones salinas y altas concentraciones de cloro.

## **1.3 Objetivos Específicos**

Evaluar el efecto de los fertilizantes calcicos, sobre los niveles foliares de potasio en suelo salino.

Evaluar la aplicación de calcio sobre suelos sódicos.

Evaluar distintos fertilizantes calcicos (Fertiyeso y Nitrato de Calcio).

Evaluar el mejor fertilizante calcico para disminuir el % de Na en la CIC.

Evaluar el incremento de la CE en el bulbo de riego, de los diferentes fertilizantes utilizados ocupados en el fertirriego.

Evaluar el efecto del calcio bajo condiciones salinas sobre el crecimiento del fruto.

Evaluar el efecto de las aplicaciones de nitrato

Determinar el efecto en la aplicación de fertilizante sobre la concentración de Cl en las hojas.

Determinar la mejor combinación de la fertilización bajo condiciones salinas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes de la especie

El palto (*Persea americana Mill.*) es una especie de hoja persistente, perteneciente al género *Persea*, familia de las Lauráceas, del suborden Magnoliáceas, orden Ranales. Es una especie, al parecer, nativa de México, Centro y Sudamérica (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

Los paltos pueden ser clasificados en tres razas o variedades botánicas, según la zona en que supuestamente se originaron, estas son: mexicanas, guatemaltecas y antillanas. En Chile las variedades cultivadas son mexicanas, guatemaltecas e híbridos de estas. Algunas variedades la raza antillana introducidas a Chile en 1946 no se adaptaron a nuestro clima (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

Las distintos cultivares de palto no descienden de una especie original, sino más bien se han producido por una serie de hibridaciones a partir de distintos materiales que fueron trasladados desde su centro de origen (Cautín, 1996).

Las variedades o tipos pueden agruparse según una serie de caracteres, entre los que puede señalarse la forma del árbol, su altura su tamaño, el color del follaje y, la adaptación que a las condiciones de clima en donde surgió como híbrido natural (Cautín, 1996).

De esta manera es posible agrupar a los distintos tipos botánicos en razas o variedades botánicas. Pueden contarse tres principales: Mexicana, Guatemalteca y Antillana. Esta última adaptada a zonas climáticas en donde no hay problemas de frío o bajas temperaturas invernales, por lo que no es posible cultivarlas en las zonas clásicas de producción de esta especie en Chile (Cautín, 1996).

### **2.1.1 Sistema radical**

El palto presenta una estructura radicular superficial, extensamente suberizada, relativamente ineficiente en la absorción de agua, baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radiculares, lo cual puede producir una variación diurna excesiva en el contenido de agua del árbol, lo que puede tener como consecuencia una pérdida de frutos durante las etapas críticas del desarrollo, como la floración (Gardiazabal, 2000).

Ubicado a escasa profundidad de la superficie del suelo, generalmente de 0 a 30 cm, se divide en ramificaciones las cuales van asumiendo posiciones laterales. Estas laterales primarias se dividen en su mayoría bifurcándose en laterales secundarias, las cuales, a su vez, se vuelven a dividir pero en ángulos mas abiertos. Este sistema de ramificación desarrolla gran abundancia de raicillas. El color de las nuevas raicillas activas es blanco (Gardiazabal , 2000).

La absorción de agua y minerales a menudo se supone que ocurre exclusivamente por la parte más joven del sistema radicular (ápices y pelos radiculares). Sin embargo, la absorción por las raíces blancas y leñosas es similar, en base al área superficial, pero más alta en las raíces blancas,

en base al volumen. Ambos tipos de raíces translocan una proporción similar de materiales y absorben similares cantidades de agua (Silva y Rodríguez, 1995).

Sistemas radiculares vigorosos, bien ramificados y con una alta proporción de raíces finas se desarrollan sólo en suelos bien aireados. Bajo estas condiciones las raíces menores a 2 mm pueden corresponder a un 40% del total del volumen o peso de raíces (Salazar, 2002).

Según Bozzolo (1993), estableció que los paltos absorben el 95% del agua en los primeros 60 cm en texturas finas.

La interdependencia entre raíces y brotación produce un patrón cíclico en las brotaciones de los paltos. Cuando la relación entre los nuevos brotes y raíz aumenta a favor de los brotes, el crecimiento vegetativo declina y el crecimiento de la raíz aumenta recuperándose el balance. El ciclo entonces se repite (Whiley *et al.*, 1988).

El crecimiento de la raíz de los paltos es determinado principalmente por la temperatura del suelo. La temperatura mínima sobre la cual se registra crecimiento radicular es de 18° C. En gran parte de las zonas productoras de paltos, se registran temperaturas bajo el límite crítico a nivel de suelo durante el período invernal (Whiley *et al.*, 1988).

Hernández (1991), trabajando con paltos del cultivar Hass, bajo las condiciones de Quillota, Chile, afirma que el desarrollo radicular ocurrió entre el 31 de octubre y el 16 de junio, mostrando aparentemente un solo flush de crecimiento.

### 2.1.2 Sistema vegetativo

Según Palma (2003), el palto es una especie de tallo leñoso y follaje siempre verde. Que por lo general es alto, de 10 a 20 metros con un diámetro de tronco muy superior a un metro. La corteza suberosa y agrietada, con un espesor de 30 mm y color que varía del pardo oscuro al pardo rosáceo. Las hojas son simples, enteras; forma elípticas, alargada y nervadura pinnada. La inserción de la hoja en el tallo es a través de un pecíolo. Cuando es joven es rojizo y pubescente; al llegar a la madurez estas se tornan lisas, coriáceas y de un verde intenso y oscuro, de 15 cm de largo y 6 cm. de ancho.

Las yemas pueden ser apicales o axilares. Estas últimas, en la mayor parte de los casos, permanecen en estado latente o se desprenden, de tal forma que el crecimiento del palto tiene lugar, en la mayoría de los casos, a través de yemas apicales (Calabrese, 1992).

Según Hernández (1991) y Tapia (1993), para paltos en la zona de Quillota, el desarrollo vegetativo registra dos períodos de crecimiento claramente definidos. Los brotes del primer período en primavera, de septiembre a diciembre, son de mayor longitud al ser comparados con los del segundo crecimiento que crecen a fines de verano y durante el otoño.

Pero, cuando las condiciones bióticas o abióticas generan algún tipo de estrés, el crecimiento de los brotes disminuye como estrategia para evitar el desarrollo pleno del árbol ante las posibles condiciones adversas. Cuando el crecimiento de los brotes se reduce o la expansión foliar es menor a lo normal por razones de estrés, la síntesis de proteínas disminuye y los aminoácidos no

utilizados son catabolizados. Esto deja sin uso y a disposición amonio ( $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ ). En forma adicional, durante el período de estrés la absorción de  $\text{NO}_3^-$  y su reducción a  $\text{NH}_2$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{NH}_4^+$  continúa, aumentando aún más el contenido de amonio en las hojas del palto. Las plantas detoxifican en general el exceso de amonio a través de la biosíntesis de arginina. Sin embargo, cuando este mecanismo falla, este compuesto se acumula a niveles tóxicos, causando quemadura terminal foliar, necrosis del margen, abscisión foliar y muerte de brotes (Lovatt, 1987).

### 2.1.3 Fruto

El fruto del palto botánicamente corresponde a una baya monocarpelar con una semilla (GardiazabaL y Rosemberg, 1991).

Debe notarse que el aumento en el tamaño de la palta, difiere de muchas otras frutas en que la división celular da una mayor contribución al aumento de tamaño del pericarpio, mientras el tamaño máximo de la célula se mantiene constante. En cambio, en palto se presentan procesos, de elongación y división celular durante el crecimiento del fruto, el cual es del tipo simple sigmoideo (Lewis, 1978; Schröder, 1987).

El desarrollo del fruto de palto se caracteriza por seguir una curva sigmoidea simple (Blumenfeld y Gazit, 1974; Jackson, 1999). La división celular es rápida en las primeras semanas después de anthesis y continúa hasta la maduración de éste (Jackson, 1999).

Un buen calibre presenta entre 10 a 12 millones de células, contra uno pequeño, que puede presentar 7 millones. A mayor número de células mayor calibre potencial se obtiene (Palma, 2003).

El periodo de mayor formación de células en la palta (división celular) está dado desde la cuaja hasta 90 días después (Octubre a Enero), momento en el cual el fruto está muy sensible al estrés, como desequilibrios hormonales por ABA acumulado, caída de hojas o déficit hídrico (Palma, 2003).

Evitar el estrés en este periodo es vital, incluso parte del estrés generado la temporada anterior se manifestará en este periodo, obligando al agricultor en cuidar no solamente la fruta colgada sino que también la potencial del año que sigue (Palma, 2003).

Salazar (2002), señala que la caída de frutos es un proceso que todavía no está claro ni ha sido investigado intensivamente, pero ocurre al inicio del desarrollo del fruto.

Sin embargo Hernández (1991), señala que la caída de frutos puede ser explicada, como una competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, además indica que la floración y cuaja coinciden con el “flush” de crecimiento vegetativo de primavera.

Gardiazabal y Rosenberg (1991) señalan una segunda caída de fruta , la que coincide con el segundo “flush” de crecimiento vegetativo.

## **2.2 Susceptibilidad del Palto a condiciones salinas**

El palto es una de las especies mas sensibles a la salinidad ya sea que esta provenga del suelo o del agua de riego (Salazar, 2002).

El efecto nocivo de las sales sobre el palto, se debe a que estas producen presiones osmóticas altas en la solución del suelo que esta en contacto con las raíces de la planta, las cuales al pasar ciertos valores, ocasionan disminuciones en el rendimiento o la perdida total de la cosecha (Salazar, 2002).

Moya (1994), señala que cantidades excesivas de las sales en el suelo impiden la absorción de agua por la planta, producen cambios en la absorción de nutrientes y a veces tiene el resultado de una toxicidad de unos elementos de sales individuales en el suelo.

Su sistema de adaptación cosiste básicamente en el mecanismo de absorción de sales, lo cual en un principio facilitaría el ajuste osmótico de la planta, pero dado que los mecanismos de compartamentalización (formación de vacuolas) en esta especie están mal desarrollados, así se origina un problema de toxicidad por iones y desequilibrios nutricionales (Läuchi y Epstein, 1984).

Benavides (1996), señala que bastan 2-3 meses con altas concentraciones de cloruros para que estos alcancen una concentración suficiente, para inducir síntomas visuales definidos, como necrosis, tanto en el ápice como en el borde de la hoja.

### **2.2.1 Toxicidad causada por sales**

Ayers y Wescot (1987), señalan que cuando la concentración de ciertos iones que son absorbidos y acumulados por las plantas en sus tejidos, sobrepasa niveles adecuados, esta acumulación de iones provocará daño y disminución de los rendimientos. Siendo la acumulación de cloruros, sodio y boro el agente causal mas común de estos efectos. Además señalan que estos deben encontrarse en el agua de riego bajo 0.5ppm, 4meq/l y R. A.S. no superior a 3, para no ocasionar problemas.

#### **2.2.1.1 Cloro:**

Oster (1985) y Benavides (1996), señalan que en condiciones de estrés por cloruros, la primera consecuencia de los daños foliares es la pérdida de la capacidad fotosintética, por necrosamiento y caída prematura de hojas maduras junto con la disminución del calibre de la fruta. Reduciendo con esto la productividad de los árboles. Si los daños son severos, se puede ver una reducción de la capacidad de producción de fruta.

En una intoxicación leve, las hojas más viejas se decoloran en la punta, pudiéndose secar junto con parte de la lámina. Estos síntomas a veces no son muy claros, ya que pueden estar asociados a excesos de sales de sodio u otras, o a deficiencias de algún elemento. La toxicidad por cloro se presenta muy frecuentemente en huertos regado con agua del río Mapocho o del Maipo y, en menor grado, en los regados con agua del río Aconcagua (Ferryera E., R.; Sellés S., G. y Burgos R., L. 1998).

Bar, Apelbaum y Goren (1998), señalan que se produce una menor absorción de  $\text{Cl}^-$  a causa de un antagonismo con el  $\text{NO}_3^-$ . De igual manera Martínez y Cerda (1989), señalan que la absorción de cloruro se reduce cuando se agrega nitrógeno en forma de  $\text{NO}_3^-$ , sin embargo cuando se adiciona en forma de  $\text{NH}_4^+$ , la absorción y acumulación de cloruros en la planta aumenta. También agregan que cuando se adiciona Nitrógeno solo en forma de  $\text{NO}_3^-$ , la concentración de  $\text{K}^+$  aumenta. No se lograría el mismo efecto al aplicar una combinación de ambos.

Román (2000), señala que se produce un efecto antagónico en la absorción del anión Cloruro y el anión Nitrato, por la entrada en la planta de cada uno de ellos.

### **2.2.1.2 Sodio:**

Un exceso de sodio intercambiable en el suelo induce condiciones indeseables en la estructura del suelo, lo cual resulta dañina para las plantas ya que, ya que afecta la estructura de este debido al aumento del grosor de la capa de agua ligada a las partículas, haciendo que las mismas se separen entre sí, provocando la dispersión de las arcillas. Este proceso es el principal responsable de la disminución de la estabilidad estructural, lo que influye en la reducción de las tasas de infiltración y conductividad hidráulica del suelo. Lo que se traduce en reducción de la permeabilidad del suelo al aire y al agua y la penetración física de las raíces (Shainberg et al., 1981).

Mendoza (2000), plantea que el calcio y el sodio son absorbidos en los mismos sitios a nivel de las raíces absorbentes, por lo tanto, altos niveles de sodio en la solución del suelo bloquearan la absorción del calcio.

Además Grattan y Grivier (1999), señalan que bajo condiciones salinas-sódicas, los altos niveles de  $\text{Na}^+$  no solo interfieren con la absorción de K por las raíces, sino que también pueden destruir la integridad de las membranas de las raíces y con ello su selectividad. Al respecto Legaz (2000; Citado por Mendoza, 2000), plantea la hipótesis que el sodio podría descalcificar las membranas celulares, con lo cual estas perderían su selectividad para el potasio respecto al sodio, haciéndose más permeables al sodio, en detrimento de la absorción del potasio. Debido a lo anterior, concentraciones de calcio que son adecuadas en condiciones no salinas pueden ser

deficitarias en condiciones de salinidad, lo que obliga a aumentar los aportes de calcio a la solución del suelo.

Salazar (2002), señalan al palto como el frutal que mas rápidamente acumularía cloruros y sodio. Esto agravaría los efectos que se causan en el frutal por la exposición a estos mas allá de los niveles adecuados.

El exceso de sodio se presenta con síntomas similares a los descritos para cloruro, aun cuando en este caso la necrosis, si bien concretada preferentemente en el ápice y borde, tiende a ser mas irregular y dispersa en diferentes partes de las Hojas (Razeto, 1985).

La toxicidad por Sodio es más fácil de diagnosticar que la de Cloro, a diferencia de este, los síntomas aparecen, por lo general en forma de quemadura o necrosis a lo largo del borde de la hoja que pueden no aparecer inmediatamente después de la exposición a condiciones salinas, sino que tres o cuatro años después, cuando el sodio retenido por las raíces es transportado hacia las hojas (Sadzawka, 1999 y Ayers y Westcot, 1987).

Calabrese (1992), agrega que el sodio, a diferencia del ion cloruro, no se mueve rápidamente desde las raíces hacia las hojas, sino que se va acumulando en las raíces donde alcanza valores críticos antes de entrar en el cultivar injertado. Por lo cual el exceso de sodio en el suelo puede no reflejarse de manera inmediata en los tejidos foliares.

Alarcón (2003), señala que una forma de reducir los efectos del Sodio en el suelo, sería a través de la entrega de Sulfato de Calcio a este. Ya que se produciría un desplazamiento del Sodio a través del suelo, desplazándola del bulbo de riego. Esta se encuentra expresado a través de la siguiente ecuación.

### Adición de yeso.



Con esto se lograría una que la absorción del calcio por parte de las plantas mejorara. Ya que esta puede ser competitivamente disminuida por la presencia de otros cationes como Amonio, Potasio, Magnesio, Sodio, Aluminio y los propios protones, que son absorbidos con mayor rapidez por la planta, o bien ocupan un sitio de intercambio de la superficie radicular (Casero, 1995).

#### 2.2.1.3 Boro:

En el caso de boro, los síntomas corresponden a una clorosis y amarillez intervenla acompañada por una necrosis marginal en las hojas. En ciertos casos, especialmente en cítricos y vides, en un comienzo se detiene el crecimiento lateral de la hoja en su borde por muerte de las células marginales. El interior de la lámina continúa creciendo, lo que determina una encorvamiento de la hoja (Razeto, 1985).

#### **2.2.1.4 Manganeso:**

En los árboles con deficiencia leve de manganeso, tanto en las hojas jóvenes como en las viejas, las áreas intervenales empalidecen, excepto las zonas adyacentes a los nervios, que permanecen verdes. Con deficiencias más agudas, dichas áreas adquieren una coloración amarilla de mayor intensidad, contrastando con las bandas verdes (Revista Chile Riego, 2001).

#### **2.2.1.5 Nitrógeno:**

Al aplicar fertilizantes nitrogenados debe tenerse en consideración que los excesos provocan una reducción de la cosecha. Aunque siempre es preferible basarse en los análisis foliares, en general las dosis que se utilizan en Chile son las siguientes: en Hass, de 150 a 300 kg. de nitrógeno (N) por hectárea; Fuerte, hasta 150; Bacon, hasta 100 y Zutano, de 50 a 150 kg/ha. (Ferreyra ; Sellés y Burgos, 1998).

Una alta disponibilidad de nitrógeno, en especial si un cultivo es bien regado, estimula un crecimiento vegetativo muy vigoroso y disminuye la producción. Cuando se aplican dosis de fertilizantes nitrogenados muy altas se produce toxicidad rápidamente: las hojas aparecen quemadas en el borde y entre las nervaduras, y antes de secarse el tejido se pone flácido como si estuviera cocido (Altamirano, 2002).

### **2.2.1.6 Mecanismo de tolerancia de la salinidad en los paltos**

Kadman (1963) señala que, el principal mecanismo que existe en los paltos, de tolerancia a la salinidad es la disminución de la absorción y transporte de cloruro desde el sustrato hacia las hojas; sin embargo; agrega que existen algunas variedades como G1 7 (raza mexicana) que tiene la capacidad de tolerar altas concentraciones de cloruros en las hojas sin manifestar síntomas de toxicidad.

También Saavedra y Alcalde (1987), comentan que los mecanismos usados por las plantas de palto, expulsión masiva de sales a través de la absorción foliar, pueden deberse a que no cuenten con la información genética para resolver inmediatamente problemas de estrés salino. Ambos autores observaron a nivel microscópico que plantas sujetas a Tratamientos salinos no presentaban ningún grado de adaptación anatómica foliar, y que además mostraban efectos letales sobre algunas células, específicamente células del parénquima en empalizada.

### **2.2.1.7 Patrones resistentes a la salinidad**

Actualmente en los principales centros de investigación del mundo existe una constante búsqueda de patrones para paltos que den solución a las limitaciones de suelo y calidad de agua (exceso de sales principalmente sodio y cloruros), así como con mayor adaptabilidad a suelos calcáreos donde las deficiencias de elementos menores (hierro, manganeso y zinc) son comunes y a las bajas productividades y problemas de des uniformidad de los huertos (Salazar, 2002).

Castro (2002) señala que en el mundo cerca del 90% de los patrones para esta especie son del tipo franco (se reproducen por semillas), los que a nivel de vivero exhiben un rápido crecimiento y facilidad de injertación. Sin embargo, no confieren características de adaptación a condiciones limitantes en el terreno definitivo y, además, inducen variabilidad en vigor y otras características de la planta, debido al distinto grado de heredabilidad (Castro, 2002).

Agrega también que en Chile el 100% de las plantaciones se ha establecido sobre patrones de raza Mexicana, con el agravante que las semillas "madres" de éstos provienen de huertos "parentales", sin condiciones de aislación. Así, a las limitaciones que impone el suelo se suma la alta heterogeneidad de la plantación, en conducta y productividad, inducida por la gran variabilidad genética del patrón (Castro, 2002).

Investigaciones realizadas en Israel describen que los patrones Maoz, Zrifin, Degania y Ashdot, serian promisorios de usar en Chile debido a todas con buen comportamiento productivo en suelos con sales y cal, pero por lo general sensibles a problemas de aireación del suelo. También señala que entre las selecciones clonales destaca la línea VC, con alternativas interesantes para problemas de sal, cal, Phythoptora o lograr efectos enanizantes (Abraham Ben-Ya'acov, 2001, citado por Castro, 2002).

Gardiazabal (2003), señala que el uso de estos portainjertos clonales resistentes a salinidad es necesario sobre todo en aquellos lugares donde existan problemas reales, por ejemplo Mallarauco o algunas zonas del Norte del país.

En general la raza guatemalteca es más resistente a excesos de sales que árboles de la raza mexicana, y dentro de esta última la var Duke es más resistente que la variedad Mexicola. Plantas provenientes de semillas de la raza mexicana son más resistentes a clorosis inducida por carbonatos, *Dothiorella* y a marchitez por *Verticillium*, que plantas de semilla guatemalteca (Gardiazabal, 2003).

#### **Características portainjertos resistentes a la salinidad utilizados en Israel:**

**ÍL\_ A 13:** Originado en Israel de un grupo de semillas de la raza mexicana. Presenta buena resistencia a salinidad. En ensayos realizados, soportó 350 ppm de cloruro en el agua de riego (Gardiazabal, 2003).

**Maoz:** Originado en Israel de semillas de raza antillana. Patrón seleccionado por su alta tolerancia a clorosis y salinidad (650 - 700 ppm de cloruro en el agua de riego) (Ben-Ya'acov, 2001, citado por Brese, 1992).

En ensayos realizados, variedades Ettinger, Fuerte y Hass injertadas sobre este patrón mostraron un cierto efecto enanizante de Maoz comparadas con árboles injertados sobre patrón mexicano (Ben-Ya'acov, 2001, citado por Brese, 1992).

**Fuchs - 20:** Originada en Israel, Híbrido de guatemalteca con antillana. Experimentalmente ha soportado 1.300 ppm de NaCl en el agua de riego (Gardiazabal, 2003).

Experimentalmente árboles de Hass y Fuerte injertados sobre "Fuchs - 20" resisten 350 ppm de cloruro en el agua de riego (Gardiazabal, 2003).

Actualmente tienen muchas esperanzas en un portainjerto de raza mejicana llamado Schmit", que ha mostrado una gran eficiencia en condiciones de salinidad (hasta 150 ppm de  $\text{Cl}^-$  en el agua de riego, siempre y cuando el suelo no sea calcáreo). También usan el Weldin para salinidad y el Ferchild para suelos calcáreos (Gardiazabal, 2003).

## **2.3 Salinidad**

### **2.3.1 Origen de los suelos salinos**

La incorporación de sales al agua de riego dependerá de la lixiviación que genere ésta durante su paso por diferentes zonas geológicas, siendo mayor en zonas en cuyos orígenes geológicos existieron grandes depósitos de sales. El uso de agua de riego con altos contenidos salinos unido a factores propios del suelo, como textura y drenaje, produce problemas de salinización de los suelos (De la Torre, 2000).

La acción de las aguas salinas sobre el suelo es más dañina que sobre las plantas, debido a que las sales disueltas pueden acumularse en el suelo volviéndolo improductivo (De la Torre, 2000).

#### **2.3.1.1 Causas naturales**

En primer lugar pueden proceder directamente del material original. Efectivamente algunas rocas, fundamentalmente las sedimentarias, contienen sales como minerales constituyentes. Por otra parte, en otros casos ocurre que si bien el material original no contiene estas sales, se pueden producir en el suelo por alteración de los minerales originales de la roca madre (Dorronsoro, 2003).

La lluvia que cae durante gran parte del año sobre la superficie terrestre, rebasa la evapotranspiración de manera considerable, por lo que se produce el fenómeno de lixiviación; que disuelve gradualmente las sales solubles, los minerales del suelo que se disuelven con mayor facilidad y los álcalis (cationes no ácidos como el  $\text{Ca}^{2+}$ ). Por lo tanto, el suelo de la superficie lixiviada se transforma de leve a moderadamente ácido, aunque el subsuelo puede permanecer neutro o alcalino. A medida que avanza el intemperismo los componentes ácidos son lixiviados, el pH se acerca a la neutralidad en todo el perfil del suelo y después de este proceso, quedan sólo de la roca madre, óxidos de fierro y aluminio y algunos otros óxidos resistentes al intemperismo (Muños, 2003).

La secuencia de liberación de los iones constituyentes de las rocas y minerales, su movilidad y su facilidad para acumularse en las depresiones fisiográficas, dando suelos salinos, son inversamente proporcionales al coeficiente de energía de estos iones (Dorrnsoro, 2003).

La segunda condición que se debe cumplir para la formación de un suelo salino es que la posible eliminación de las sales se encuentre fuertemente impedida. Esto se produce por la acción del drenaje y del clima. Es necesario que el agua circule lentamente, para que impregne el suelo, disuelva las sales y estas se distribuyan en el perfil sin que puedan eliminarse grandes cantidades de ellas. Ello se origina en suelos con malas condiciones de drenaje (Dorrnsoro, 2003).

La causa más frecuente de la salinización es el riego en suelos con insuficiente drenaje. Debido a que el agua de riego contiene sales en solución, cada vez que se riega se incorpora una

cantidad de sales, variable de acuerdo a la cantidad presente en el agua. Mientras mayor es la concentración de sales en el agua, mayor es la posibilidad de salinización del suelo. La aplicación reiterada de agua a través del riego, significa un aumento paulatino en la cantidad de sales que se acumula en el suelo, ya que el agua aportada cada vez se evapora o es utilizada por las plantas, mientras las sales persisten (Razeto, 1985).

### **2.3.1.2 Contaminación antrópica**

La salinidad del suelo también puede producirse como resultado de un manejo inadecuado por parte del hombre. La agricultura, desde su comienzo, ha provocado situaciones de salinización, cuando las técnicas aplicadas no han sido las correctas (Dorronsoro, 2003).

Una explicación sencilla que oriente sobre la aparición de suelos salinos en la agricultura es que inevitablemente la irrigación lleva a la salinización de los suelos y aguas. La sal contenida en el agua de riego se va acumulando en el suelo porque la evaporación del agua a la atmósfera se hace en forma pura a través del proceso de evapotranspiración. Es común que se apliquen láminas de riego pesadas que percolan el sustrato y salen con un manto freático elevado en las tierras de menor elevación provocando a través del proceso de evaporación la formación de suelos salinos (Feuchter, 2000).

Por otro lado, los fertilizantes son sales de origen natural o sintético que contienen los nutrientes minerales necesarios para el desarrollo de las plantas. Al entrar en contacto con la solución del

suelo, se disocian en sus formas iónicas para ser luego absorbidos por las raíces de las plantas (Silva y Rodríguez, 1995; Rodríguez, 1982). Es así como el uso inadecuado de estos mas allá de su grado de solubilidad puede aumentar marcadamente el nivel de salinidad de un suelo.

Román (2000), agrega que, todos los fertilizantes solubles tienen distinta C.E. los cuales es importante analizar de manera de elegir los productos mas adecuados, dependiendo de la salinidad que cada fertilizante genere. Normalmente en suelos y aguas salinas, se busca aplicar fertilizantes de baja C.E.

### **2.3.2 Tipos de suelos salinos**

Los suelos afectados por sales han sido clasificados tradicionalmente por el U.S. Salinity Laboratory en distintas categorías de acuerdo a su conductividad eléctrica (C.E.) y su porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I), clasificándolos en suelos normales, suelos salinos, suelos sódicos y suelos salinos-sódicos (Russell, 1973).

#### **2.3.2.1 Suelos no salinos**

Son considerados aquellos suelos en que las sales disueltas en la solución de este y el sodio absorbido por el complejo de cambio, se encuentren por debajo de los límites perjudiciales de 4 mmhos/cm y un P.S.I. bajo el 15%, respectivamente. Límites considerados altos según Pizarro

(1996) quien define como límites entre un suelo normal y un suelo salino estarían dados por una C.E. menor a 2 mmhos/cm y un P.S.I. menor al 7%.

#### **2.3.2.2 Suelos salinos**

El término salino se aplica a los suelos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4mmhos/cm. A 25°C, con un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15. Generalmente el pH es menor de 8.5. Estos suelos corresponden al tipo “álcali blanco” y a los “Solonchaks” de los autores rusos. En estos suelos el establecimiento de un drenaje adecuado, permite eliminar por lavado las sales solubles, volviendo nuevamente a ser suelos normales. (Feuchter, 2000).

Sin embargo Pizarro (1996), propone como suelo salino aquel cuya C.E. está sobre los 2 mmhos/cm y un P.S.I. bajo los 7%, ya que a partir de estos valores, los cultivos se ven afectados fuertemente en sus rendimientos.

#### **2.3.2.4 Suelos salino-sódico**

Llámense así aquellos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos/cm. A 25° C y el porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15. Este tipo de suelos se forma como resultado de los procesos combinados de salinización y acumulación de sodio (Feuchter, 2000).

### 2.3.2.5 Suelos sódicos

Contienen un exceso de sodio intercambiable; este sodio no es dañino para las plantas, pero causa que los suelos de textura fina se hagan extremadamente impermeables al agua y les dificulta a las raíces su penetración. Los suelos sódicos tienen un porcentaje de sodio intercambiable SAR mayor de 1.2. El subsuelo de los suelos sódicos es muy compacto, húmedo y pegajoso; además forma columnas de suelo con capas redondeadas. Para mejorar un suelo sódico el sodio debe reemplazarse con calcio y lavar el sodio del suelo. No es posible rescatar un suelo sódico sin drenaje. Se pueden agregar yeso y cloruro de calcio, así como otros materiales que liberan el calcio presente (sulfuro, ácido sulfúrico, materia orgánica) (Feuchter, 2000).

Segundo, cuando el suelo se seca, áreas del suelo dentro de los niveles altos de sodio forman estructuras duras que parecen columnas redondeadas por arriba. Estas columnas no dejan que las raíces penetren dentro de la columna, así que la única agua y nutrientes disponibles para las raíces de la planta vienen de la poca superficie que rodea estas estructuras. Las plantas solo tienen un pequeño porcentaje del volumen posible de suelo para crecer (Feuchter, 2000).

Gardiazabal (2000), agrega que los alcalinos, y los sódicos en particular, se pueden considerar como de baja fertilidad debido a que varios nutrimentos esenciales para las plantas están poco disponibles en condiciones de alcalinidad. Russell (1973), señala que el pH de los suelos sódicos es el resultado de la presencia de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

### **2.3.4 Efectos de la salinidad en los cultivos**

Una elevada concentración de sales en el suelo puede afectar el crecimiento y producción de las plantas por diferentes vías, tanto directas como indirectas. Los árboles cultivados bajo condiciones de salinidad, generalmente, presentan problemas adicionales a la baja en rendimiento, como un aumento en la susceptibilidad a daño por baja temperatura y una disminución en el tamaño de la fruta, ambos probablemente como resultado de una disminución en la actividad fotosintética de la planta (Razeto, Ficher y Dangelo 1999).

#### **2.3.4.1 Efectos Osmóticos**

Según Feuchter (2000), la acumulación de sales solubles comúnmente asociadas a la salinidad de los suelos pueden afectar el crecimiento de las plantas. Ya que la acumulación de sales atraen el agua, compitiendo con las plantas y reduciendo la capacidad de extraer agua del suelo. Esto reduce el vigor y crecimiento de estas.

Razeto (1985), señala que una alta concentración de sales, en el agua del suelo hace aumentar el potencial negativo de ésta y con ello más difícil su paso al interior de las raíces. Esto hace que en un suelo salino se requieran riegos mas frecuentes.

De la Torre (2000), agrega que la presencia de elementos minerales, provoca un aumento del potencial osmótico en la solución del suelo, cuando estos se encuentran por sobre 0,15% reducirán la disponibilidad de agua, esto se conoce como “sequía osmótica”. Lo que serviría para explicar porque en medios salinos, aunque exista una humedad elevada, las plantas sufren estrés hídrico, se secan y acaban muriendo.

#### **2.3.4.2 Efectos tóxicos**

A diferencia de la salinidad, que es un problema externo a la planta y que dificulta la absorción del agua, la toxicidad es un problema interno que se produce cuando determinados iones, absorbidos principalmente por las raíces, se acumulan en las hojas mediante la transpiración, llegando a alcanzar concentraciones nocivas (Pizarro, 1996).

Los principales iones son el cloro, sodio, boro, y estos deben encontrarse en el agua bajo los 0.5 ppm, 4 meq/l y 3 (R.A.S.), respectivamente para no ocasionar problemas (Ayers y Westcot, 1987).

De la Torre (2000), señala que un de la concentración de iones como el cloro o sodio, producirá clorosis marginal de la hoja y con ello una disminución del área fotosintética. Además la fotosíntesis neta se verá afectada debido al aumento de la respiración en la zona radicular. El proceso de respiración incrementa los requerimientos de carbohidratos para la producción de energía para la secreción de iones, compartimentalización de iones o reparación de daños

celulares. También se producirá una disminución en la síntesis de proteínas, situación que puede ser provocada por un desbalance en la relación sodio/potasio (Na/K), como consecuencia de que el sodio puede reemplazar al potasio en el balance iónico, pero no puede hacerlo en la síntesis de proteínas.

#### **2.3.4.3 Balances nutricionales**

En el aspecto nutricional, se produce una serie de importantes modificaciones, debido, por un lado, a las variaciones de pH. que afectan a la disponibilidad de los nutrientes, y por otro, a las interacciones ocasionadas por la presencia en exceso de determinados elementos. Tal sucede con los cloruros y nitratos y fosfatos, el calcio y el sodio o los del potasio y sodio. La dominancia de calcio provoca antagonismos, entre otros, sobre el potasio, magnesio, hierro, boro y zinc. Sin embargo, existen relaciones de sinergismo entre potasio e hierro y entre magnesio y fósforo (Dorrnsoro 2003).

#### **2.3.4.4 Balance energético.**

No obstante, esta teoría no describe completamente todos los efectos perjudiciales de la salinidad, ya que en ocasiones las plantas no sufren estrés hídrico sino que disminuyen considerablemente su altura. Para explicar este efecto, se desarrollo la teoría del ajuste osmótico, la cual propone que las plantas, al aumentar la presión osmótica de la solución del suelo, se ven obligadas a una adaptación osmótica de sus células para poder seguir absorbiendo agua; adaptación que requiere

un consumo de energía que se hace a costa de un menor crecimiento. Propone la teoría de la división y el crecimiento celular, en la cual la disminución del crecimiento se atribuye a que las sales afectan a la división celular, producen un engrosamiento prematuro de las paredes celulares y limitan el crecimiento de forma irreversible (Dorronsoro, 2003).

### **2.3.5 Calidad del agua de riego**

El agua usada para el riego, se tome de un río o de pozos, nunca es agua pura, sino que siempre contiene sales disueltas. Buena parte del agua aplicada al terreno será absorbida por el cultivo y transpirada, y si la concentración de sales del agua es alta, la mayoría de las sales quedarán en el suelo (Muños, 2003).

Muños (2003), señala que el riesgo potencial del riego con agua de mala calidad es la incorporación de sodio al suelo, aunque también existe riesgo de salinidad y toxicidad específica. Lo cual deriva en un estrés para los cultivos disminuyendo sus rendimientos.

#### **2.3.5.1 Parámetros para evaluar la calidad del agua de riego**

La calidad del agua para el suelo y los cultivos, esta asociada a tres características:

Carrasco (1991), señala que, la calidad del agua para el suelo y los cultivos, esta asociada a tres características, físicas, químicas y biológicas. Generalmente tomándose las dos primeras para realizar la evaluación de la calidad de esta.

Calidad física del agua: considera las partículas en suspensión, arena, limo arcillas, residuos vegetales no descompuestos, semillas de malezas y eventuales basuras. El principal problema de calidad física de las aguas de riego, especialmente para fertirriego, lo causan la arena, el limo, y la racilla en suspensión (Roman, 2000).

Calidad biológica del agua: se refiere a la material orgánica en suspensión, algas y bacterias. Los residuos de algas acumulan Fe lo que favorece el desarrollo de bacterias. Estas oxidan el  $Fe^{++}$  a  $Fe^{+++}$ , el que precipita. Este fiero es retenido por los filamentos de las bacterias formando una masa gelatinosa de color rojizo que obstruye los goteros. La concentración crítica en el agua de riego es de 0,2 mg/l o su equivalente, 0,2ppm (Roman, 2000).

Calidad química del agua de riego: los problemas de la calidad química suelen ser menos vistosos pero son, normalmente los más perjudiciales.

### 2.3.5.2 Parámetros de medición de la calidad química del agua

Estos prestan asociados a:

#### a.- Sales disueltas (Salinidad).

La concentración total de sales disueltas en el agua, se mide indirectamente por la vía de la conductividad eléctrica (C.E.) se expresa en mmhos/cm o mS/cm (equivalente a mmhos/cm). Mientras más alto el valor de C.E., más sales disueltas contiene el agua (Román, 2000).

Este parámetro es usado para estimar el potencial osmótico de la solución mediante la siguiente ecuación: potencial osmótico (kPa) =  $-36 \times EC$  (dS m<sup>-1</sup>) (INTA, 2003).

#### b.- pH:

Es una medida de la concertación de iones H<sup>+</sup> en el agua. El pH afecta la solubilidad de las diferentes sales disueltas en ella. A medida que aumentan los iones carbonato y bicarbonato y disminuye el H<sup>+</sup>, el pH del agua también aumenta y se producen precipitaciones de sales de magnesio, calcio, sodio, y potasio y bloque de nutrientes (Román, 2000).

El pH del suelo o del agua influyen grandemente en la disponibilidad de los nutrientes. Como regla general a pH's altos (mayores de 7.0) la mayoría de micronutrientes no están disponibles.

Por el contrario a pH's bajos (menores de 6.0) los micronutrientes si están disponibles, pero los macronutrientes no lo están (Moya, 1994).

Echeverria (2003), señala que el valor del pH de los suelos puede variar ampliamente; sin embargo establece como normales un valor de pH entre 5 - 7 para zonas húmedas y pH entre 7 - 8.5 para zonas áridas. Niveles extremos en el pH de un suelo deben ser corregidos.

La mezcla formada por el agua y los fertilizantes no debe superar los 3 milimhos/cm de conductividad, para no correr riesgo de tener problemas de salinidad (ósmosis), pero recordando que no es lo mismo un tipo de sales, como el cloruro sódico, que otro, como el sulfato de calcio o yeso (Moya, 1994)

### **C.- La alcalinidad**

Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos presentes en el agua de riego expresado como meq/lit de  $\text{CaCO}_3$ . Los cultivos prefieren alcalinidades inferiores a 75 ppm. Una forma de bajar la alcalinidad es por medio de la adición de ácidos. ( Moya, 1994).

### **D.- Dureza del agua**

Se aplica para indicar la concentración de calcio (Ca) y magnesio (Mg) en el agua en ppm de  $\text{CaCO}_3$ . En este caso el agua se puede clasificar como agua dura ( $>150$  ppm  $\text{CaCO}_3$ ) o agua

suave (< 150 ppm CaCO<sub>3</sub>). Por encima de 150 ppm CaCO<sub>3</sub> se tienen problemas con la eficiencia de los fertilizantes y la mayoría de los agroquímicos. También se presentan problemas de taponamiento de goteros y filtros. ( Moya,1994).

### **E.- Permeabilidad**

La permeabilidad del suelo se reduce cuando el agua lleva algunos constituyentes químicos. Según Vermeiren y Jobling (1986), esta dificultad se asocia con aguas que tengan un contenido en sales muy bajo y un alto contenido en Sodio con respecto al Calcio y al Magnesio.

Según el INTA (2003), la cantidad de sodio en el suelo se expresa a través del porcentaje de sodio intercambiable (PSI), el cual se calcula como el cociente entre el sodio de intercambio dividido por la capacidad de intercambio catiónico (CIC). La relación de adsorción de sodio (RAS) es una medida efectiva del peligro potencial de sodio del agua que esta en equilibrio con el suelo y es:  $RASp = Na^+ / [(Ca^{++} + Mg^{++})/2]^{1/2}$ .

Aguas que contienen apreciables cantidades de sulfatos, bicarbonatos o carbonatos tienden a formar pares iónicos y el RAS calculado a través de las concentraciones de Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, y Mg<sup>++</sup> en solución puede diferir de RAS real. La siguiente ecuación permite estimar el RAS verdadero de los valores calculados con la ecuación anterior  $RAS = 0.08 + 1.115 \times (RAS)$ . (INTA, 2003).

Si utilizamos aguas con una apreciable concentración de bicarbonatos, parte de estos van a precipitar como carbonato de calcio cuando la concentración de la solución aumente por evapotranspiración. Esta precipitación causa una disminución de la salinidad pero incrementa la proporción relativa de sodio en el suelo al disminuir el calcio que precipita como carbonato de calcio y por ende aumenta el valor del RAS. Para estimar el porcentaje de sodio de intercambio (PSI) de un suelo después de ser regado con un agua de RAS conocido se pueden utilizar las siguiente ecuaciones: INTA (2003)

Es así como se ha clasificado como aguas sin problemas de permeabilidad cuando el análisis arroja una C.E. mayor a 0,5 mmhos/cm y un R.A.S. menor a 6, aguas con dificultad cuando tienen un rango de C.E. entre 0,2 – 0,5 mmhos/cm y un R.A.S. entre 6 – 9 y dentro de las aguas con alto riesgo están aquellas con una C.E. menor a 2 mmhos/cm y un R.A.S. mayor a 9. (Moya, 1994).

### **2.3.6 Calidad del agua para el cultivo del Palto**

El palto es una de las especies más susceptibles al exceso de sales en el agua de riego Gardiazabal (1998), señala valores referenciales de los distintos elementos que pueden ser peligrosos en el agua de riego, indicando el valor máximo de tolerancia del cultivo al cual no se registran problemas: Conductividad eléctrica menor a 0.75mmhos / cm, Cloruros menor a 2.8 meq/l (100ppm) y contenido de boro menor a 0.2 meq/l.

### **3. Materiales y Métodos**

#### **3.1 Materiales**

##### **3.1.1 Ubicación del ensayo**

El trabajo se realizó entre los meses noviembre del 2002 y abril del 2003, en el predio Huertos de Lepan, ubicado en la localidad de Mallarauco, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana.

La localidad de Mallarauco limita al norte con las comunas de María Pinto y Curacavi; al sur con El Monte; al este con Peñaflores y al Oeste con el poblado de Ballenar. Es un distrito ubicado en una cuenca cerrada producto de la bifurcación de la Cordillera de la Costa; la que le da la característica de valle protegido con cierta influencia marina, verano cálido e invierno suave.

Suelos de origen coluvial, moderadamente profundos, que se presentan ocupando la posición de piedemonte en los suelos de la Cordillera de la Costa, donde ocurren asociados a suelos de la serie Lo Vásques que ocupan la topografía de lomajes fuertes o cerros. Todo el pedón es de colores fuertes rojizo oscuros en los tonos 2.5 YR y 5 YR; de texturas arcillo arenosas con un contenido de cascajillos que se incrementan; solo la superficie es de color pardo oscuro en el tono 7.5 YR y de textura franco arcillo arenosa. Los suelos son bien estructurados y un arraigamiento que

desaparece antes de los 90 cm.. Los materiales de origen son graníticos y el suelo termina en un horizonte C con gravas finas angulares descompuestas.

### **3.1.2 Descripción del ensayo**

El ensayo consto de cuatro sectores de árboles de paltos (*Persea americana Mill.*) de variedad *Hass*; a los cuales se le aplico, un tratamiento diferente en cada sector.

Se utilizaron diferentes tipos de fertilizantes, para así estudiar el desplazamiento de los nutrientes en el bulbo de riego y la absorción de estos nutrientes por las plantas, que se emplearan en este ensayo. Para esto se analizó la Ce y el pH del suelo en donde se aplicaron los productos en cuestión y la absorción se analizará tomando análisis foliar en los árboles tratados.

Los diferentes Tratamientos utilizados fueron: Fertiyeso, Nib calcio, Nitrato de Calcio y Testigo.

A su vez en cada sector, también se aplicaron tres Sub Tratamientos, los cuales fueron los mismos para cada sector. Estos fueron a: Nitrato de Amonio, Nitrato de Potasio y Testigo.

Cada sector contó con un total de 36 árboles, dispuestos en 9 hileras, cada una de las cuales agrupo 4 árboles.

En el cuadro N 3.1 se muestra el orden dentro del huerto de los árboles utilizados, de la disposición dentro del huerto que tendrá cada sector del tratamiento determinado y del Sub Tratamiento asociado a cada árbol.

Cuadro N 3.1 disposición de los árboles ordenados dentro de cada tratamiento y relacionado con su Sub Tratamiento correspondiente.

Repeticiones																																				
4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3
3	1	1	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1
2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	2	2	2	3	3	3	1	1	1	3	3	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	2	2	2
1	3	3	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1

### Simbología

fondo rojo	Tratamiento	Fertiyeso
fondo amarillo	Tratamiento	Testigo
fondo verde	Tratamiento	Nib calcio
fondo blanco	Tratamiento	Nitrato de calcio

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Sub tratamiento Nitrato de Potasio |
| 2 | Sub tratamiento Nitrato de Amonio  |
| 3 | Sub tratamiento Testigo            |

En el cuadro N 3.2 se aprecia la dosis de cada tratamiento y de cada repetición que fue aplicado a los diferentes árboles.

Cuadro 3.2 Dosis de los diferentes tratamiento y Sub Tratamientos.

	Producto	g/ mes/ planta	g/ lt/semana/ planta
Primer Sector			
Tratamiento	Ferti yeso	225	56
Sub tratamiento	Nitrato de Potasio	40	10
Sub tratamiento	Nitrato de amonio	40	10
Sub tratamiento	Testigo	x	X
Segundo Sector:			
Tratamiento	Testigo	-.	-
Sub Tratamiento	Nitrato de Potasio	40	10
Sub Tratamiento	Nitrato de amonio	40	10
Sub Tratamiento	Testigo	x	X
Tercer sector			
Tratamiento	Nitrato de Calcio	232	58
Sub Tratamiento	Nitrato de Potasio	40	10
Sub Tratamiento	Nitrato de amonio	40	10
Sub Tratamiento	Testigo	x	x

### 3.1.3 Descripción de los diferentes fertilizantes ocupados en cada sector.

**Fertiyeso:** Su composición contiene un 16 - 18% de S -  $\text{SO}_4$  y 23 - 24% de Ca - CaO. El azufre es aportado a la forma de anión sulfato y el calcio como óxido de calcio. Solubilidad baja 0,24 g/100ml. (Salazar y García, 2002)

**Nitrato de Amonio:** Es el abono nitrogenado sólido más soluble con riqueza mínima del 33,5%, en el que la mitad, es decir 15% es nitrógeno nítrico y la otra mitad amoniacal. De reacción ácida. No es conveniente sobrepasar la dosis máxima de 0,75 gr/l, siendo la ideal de 0,5 gr/l, ya que sobre esta concentración la C.E. de la solución crece rápidamente. (Girber, 2002).

Asimismo Moya (1994), lo señala como, muy soluble (50 kg/100 l), poco salinizante (1 g/l) y de reacción ácida.

**Nitrato de Calcio:** Girber (2002) señala que tiene un efecto acidificante en la solución, además muestra que no es conveniente sobrepasar la dosis de 1 gramo /l, siendo ideal no exceder la dosis máxima de 0,75 gr/l, para no elevar la C.E. descontroladamente. A su vez Moya (1994) lo señala como, muy soluble (50 kg/100 l), medianamente salinizante (0,75 g/l) y de reacción ácida.

Además Domínguez (1996) agrega que aporta 15% de nitrógeno en nítrico y un 26% de CaO y 19%  $\text{Ca}_2\text{O}$  soluble, con un grado de solubilidad muy alto 1.220 gr/l a 20°C.

**Nitrato de Potasio:** Moya (1994) lo señala como, poco soluble (13 kg/100 l), salinizante (0,5 g/l) y de reacción neutra.

Así mismo Domínguez (1996) agrega que aporta 13% de nitrógeno en nítrica y un 45% de Potasio, con un grado de solubilidad mucho mas bajo 316 gr/l a 20° C.

Girber (2002), añade que no es conveniente sobrepasar los 0,75 gr/l, con el fin de no elevar excesivamente la C.E. además lo señala como un abono de reacción ligeramente básica, lo que implica que se debe manejar con cuidado en presencia de aguas duras, para evitar la formación de precipitados.

### **3.1.3 Material vegetal**

El ensayo se realizó en árboles de palto (*Persea americana Mill. cv. Hass*) de 3 años de edad, los que fueron puestos sobre un portainjerto de la variedad Méxicola. Estos fueron asociados a polinizantes de la variedad Edranol. Estos árboles fueron dispuestos en quince, a 7 x 6mts, con la finalidad de realizar un doblaje para aumentar la producción del huerto en los primeros años.

### **3.1.4 Recurso de agua**

El agua utilizada para el riego de los diferentes sectores y del predio en general, proviene del río Mapocho, a través del canal Pelvin Norte. Son aguas de clasificación C3S1 (agua altamente salina; con un alto nivel de Sodio).

El riego en los diferentes sectores se llevará a cabo a través de un sistema de riego presurizado (por micro aspersión).

### 3.2. Cronología

En el siguiente cuadro se resumen las diferentes actividades realizadas en el ensayo.

Cuadro N° 3.3 Orden cronológico de las distintas etapas del ensayo.

Fecha	Actividad
4/12/02	Demarcación de los diferentes sectores que formaran el ensayo y marcación de los árboles
12/12/02	1° aplicación de productos
19/12/02	2° aplicación de productos y 1° medición de PH y CE.
26/12/02	3° aplicación de productos y 2° medición de PH y CE.
03/01/03	4° aplicación de productos y 3° medición de PH y CE.
10/01/03	5° aplicación de productos y 4° medición de PH y CE.
17/01/03	6° aplicación de productos y 5° medición de PH y CE.
24/01/03	7° aplicación de productos y 6° medición de PH y CE.
31/01/03	8° aplicación de productos y 7° medición de PH y CE.
7/02/03	9° aplicación de productos y 8° medición de PH y CE.
14/02/03	10° aplicación de productos y 9° medición de PH y CE.
21/02/03	11° aplicación de productos y 10° medición de PH y CE.
28/02/03	12° aplicación de productos y 11° medición de PH y CE.
14/03/03	13° aplicación de productos y 12° medición de PH y CE.
21/03/03	14° aplicación de productos y 13° medición de PH y CE.
28/03/03	15° aplicación de productos y 14° medición de PH y CE.

04/04/03	15° medición de PH y CE.
30/04/03	Conteo de frutos por árbol
1/09/03	1° Medición de diámetro y longitud de los frutos
8/09/03	2° Medición de diámetro y longitud de los frutos
15/09/03	3° Medición de diámetro y longitud de los frutos

### 3.2.1 Mediciones

La recopilación de los datos de los parámetros se realizo de la siguiente forma:

-Medición del pH y de la CE del bulbo de regadío del árbol. Estas se realizaron todas las semanas, desde la semana posterior al inicio del ensayo hasta una semana después de la última aplicación de productos. Se tomaron muestras de suelos de la zona irrigada por el sistema de riego, a una profundidad de 30 cm.. A las cuales se les midió la CE y el pH.

-Toma de muestras para el análisis de suelo. Se realizaron en dos ocasiones. Al principio del trabajo y al final de éste, en las fechas indicadas en el cuadro 3.2.2. Para esto se realizo la recolección de material 30 cm de profundidad en la zona de trabajo. Se recolecto un total de 250g aproximadamente, los cuales provendrán de las repeticiones del mismo tratamiento y mismo Sub Tratamiento según corresponda.

-La toma de muestra del material para análisis foliar se realizó la última semana de marzo. Se tomaron 5 hojas de la parte media de cada árbol, alternando las exposiciones norte-sur y este-oeste. La cantidad de hojas total que se tomara será de 80 a 100.

#### **4. Presentación y discusión de resultados**

Los diferentes parámetros a evaluar fueron:

- a.- Determinación del pH
- b.- Determinación de la conductividad eléctrica (CE)
- c.- Análisis Foliar
- d.- Análisis de suelo
- e.- Largo del fruto
- f.- Ancho del fruto

##### **4.1 Variable Análisis Foliar**

Del resultado de las mediciones de Análisis Foliar, si bien no es factible observar un efecto claro ó notorio entre los diferentes Sub Tratamientos (asociados a cada tratamiento), si es posible observar diferencias significativas entre los diferentes Tratamientos, como se puede apreciar en el cuadro 4.1.

Cuadro N° 4.1 Niveles foliares de  $K^+$  y  $Ca^{++}$ , para los diferentes tratamiento y Sub Tratamientos respectivos.

	CaNO <sub>3</sub> /	CaNO <sub>3</sub> /	CaNO <sub>3</sub> /	Testigo/	Testigo/	Testigo/	Fertiyeso/	Fertiyeso/	Fertiyeso/
	KNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Testigo	KNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> N03	Testigo	KNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Testigo
Ca <sup>++</sup>	1.95	1.97	2.27	1.46	1.52	1.38	2.03	2.34	1.93
K <sup>+</sup>	1.16	1.2	1.02	0.74	0.68	0.65	0.98	1.07	1.9

Del cuadro N° 4.1 es posible desprender que, los Tratamientos con Nitrato de Calcio y Fertiyeso obtienen sustanciales incrementos respecto al tratamiento testigo, en lo que a niveles de Calcio y Potasio foliar se refieren.

Los datos obtenidos confirmarían lo anteriormente expuesto dado que las aplicaciones de calcio, tanto de Nitrato de Calcio como de Fertiyeso incrementaron los niveles foliares de Potasio y Calcio (cuadro 4.1 ). Es así como las aplicaciones del tratamiento Nitrato de Calcio incrementaron entre un 41,3-64,5% los niveles de Calcio foliar y entre un 56,9-78,4% los niveles de Potasio foliar. Por su parte las aplicaciones del tratamiento Fertiyeso granulado, incrementaron entre un 48,8-69,5% los niveles de Calcio foliar y entre un 50,7-67,7% los niveles de Potasio foliar.

Respecto del Calcio y Potasio foliar los resultados de las diferentes combinaciones de Tratamientos y Sub Tratamientos confirman lo descrito por Retamales (1995) y Faust (1989), respecto a que el calcio no es un mineral escaso en el suelo, pero su absorción por la planta se relaciona con la presencia de otros iones en la solución. Siendo la concentración de  $NO_3^-$  un

factor determinante en la mayor absorción de calcio por la planta (Retamales, 1995; Faust, 1989). Por su parte Whiley (2001), menciona el efecto del ion acompañante tiene especial importancia en la absorción de este siendo los cationes  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , antagonistas a la absorción de este. Mientras que el anión  $\text{NO}_3^-$ , seguido del  $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$  favorecen su absorción

Es así como una concentración mayor del anión  $\text{NO}_3^-$ , además de favorecer la absorción de Calcio, aumenta la competencia ionica entre este y el anión  $\text{Cl}^-$ . Dejando a este ion en una menor concentración relativa, con lo cual su absorción disminuye.

Es importante hacer notar que se comprueba lo descrito por Stassart et al (1981; Citado por Mendoza, 2000); Grattan y Grivier (1999) y Legaz (2000; Citado por Mendoza, 2000), respecto de los efectos antagónicos del  $\text{Na}^+$ , sobre la absorción ya sea del potasio ó del calcio por parte de las raíces que sufrirían un proceso de descalcificación de las membranas celulares y esto las llevaría a perder selectividad hacia el  $\text{Ca}^{++}$  ó el  $\text{K}^+$ . Facilitando la absorción del sodio que ocuparía los mismos sitios de absorción ocupados por estos. Lo que daría como resultado un menor nivel foliar de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{K}^+$ .

En este sentido se cumple lo descrito por Alarcón (2003), sobre los efectos del Sulfato de Calcio, sobre el desplazamiento del  $\text{Na}^+$  del suelo. Lo cual se expresa a través de los resultados del análisis foliar, ya que el sector cuyo tratamiento fue sulfato de calcio muestra las mas altas concentraciones foliares de Calcio y Potasio, a su vez dentro del tratamiento estas concentraciones fueron mas altas en los Sub Tratamientos de  $\text{KNO}_3$  y  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , respecto del

testigo. Sin embargo, no se cumple lo descrito por Martines y Cerda (1989), respecto a que cuando  $\text{NO}_3^-$  es la única fuente de nitrógeno, el nivel de  $\text{K}^+$  en la planta aumenta; por el contrario cuando existe un aporte de  $\text{NO}_3^-$  y de  $\text{NH}_4^+$ , el contenido de  $\text{K}^+$  disminuye.

Los resultados confirman lo descrito por Román (2000), respecto a que se produciría un efecto sinérgico entre el  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ , que aumentarían el grado de aprovechamiento por parte de las plantas del  $\text{NO}_3^-$ . Esto explicaría que al aumentar la absorción del  $\text{NO}_3^-$  en las raíces, también aumentaría la absorción de potasio.

Asimismo dentro de los Tratamientos Nitrato de Calcio y Testigo la tendencia se mantiene entregando un mayor contenido de Calcio y Potasio foliar a la combinación del Tratamiento con el Sub Tratamiento  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  seguido por la combinación Tratamiento con  $\text{KNO}_3$  y al final los diferentes tratamiento combinados con el Sub Tratamiento Testigo. Esto se puede argumentar a través de los diferentes aportes de calcio y  $\text{NO}_3^-$  de los diferentes productos.

Si bien no se midieron los niveles foliares de cloruros, se puede decir que las hojas de estos Tratamientos poseían un evidente menor necrosamiento (observación visual).

El necrosamiento de las hojas en condiciones salinas se debe a la acumulación del ion cloruro en el citoplasma celular, por lo que bajo las mismas condiciones salinas que el testigo, un menor necrosamiento se debe a una menor concentración de cloruro intra celular. Se debe señalar que

esto la planta sólo lo puede conseguir por medio de una mayor selectividad de su membrana, y ésta sólo se puede incrementar a través de la síntesis y/o reforzamiento de los pectatos de calcio. Lo cual se lograría primero desplazando el sodio del suelo y en segundo lugar aumentando la nutrición calcica.

A continuación se presenta el porcentaje de participación del Sodio en la CIC para cada tratamiento.

Cuadro N° 4.2 Porcentaje de participación del Sodio en la CIC para cada tratamiento.

	CaNO <sub>3</sub> / KNO <sub>3</sub>	CaNO <sub>3</sub> / NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	CaNO <sub>3</sub> / Testigo	Testigo/ KNO <sub>3</sub>	Testigo/ NH <sub>4</sub> N0 <sub>3</sub>	Testigo/ Testigo	Fertiyeso/ KNO <sub>3</sub>	Fertiyeso/ NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Fertiyeso/ Testigo
<b>CIC</b>	<b>23.87</b>	<b>25</b>	<b>24.6</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>43</b>	<b>18.03</b>	<b>17.93</b>	<b>19.96</b>

Del cuadro 4.2 se puede decir que si bien no hay un efecto claro en los sub Tratamientos, si existe un efecto significativo en los Tratamientos. Esto se puede apreciar en la enorme disminución del porcentaje de participación del sodio en el CIC de los Tratamientos respecto al testigo. Las aplicaciones del Tratamiento Nitrato de Calcio disminuyeron el sodio de la CIC entre un 37,5-44,48%. Mientras que las aplicaciones del Tratamiento Fertiyeso disminuyeron el porcentaje de sodio de la CIC entre un 55,12- 50,11%. Cabe señalar lo anterior fue medido en el bulbo de riego.

Llama la atención el gran efecto obtenido tanto a nivel foliar como en el suelo del Fertiyeso, dado que este posee una muy baja solubilidad. Los datos anteriores sugieren que existe un cambio en la solubilidad del Sulfato de Calcio (incremento).

#### **4.2 Variable C.E. de la solución suelo.**

Esta variable fue analizada semana a semana, a partir de la segunda aplicación productos. Los resultados de esta variables fueron analizadas a través del diseño estadístico de parcelas divididas, realizando un análisis de varianza (ANDEVA), para examinar el nivel de significancia entre los diferentes resultados, extraídos de cada tratamiento. Posterior a esto, se realizó una prueba de separación de medias, con el método de Tukey para analizar los resultados entre los diferentes Sub Tratamientos.

Mediciones de las semanas 1, 2, 6, 8, 9, 10, 12 y 13, para la conductividad eléctrica no presentaron diferencias significativas en los ANDEVA (Análisis de Varianza) respectivos, para estas semanas para un nivel de significancia del 5%. Sin embargo para las mediciones de las semanas 3, 4, 5, 7, 11, 14 y 15, si se obtuvieron diferencias significativas a través del ANDEVA, los cuales se pueden apreciar en el Cuadro 4.3 donde se entrega los resultados de las medias de los Tratamientos ordenados en forma descendente, acompañado de su significancia respectiva en cada caso. (Ver Cuadro N° 4.3 prueba de separación de medias para la CE, de los diferentes tratamientos utilizados en los ensayos a través del tiempo).

Además para el análisis de esta variable se utilizó el método de Regresión Lineal. A través del cual se estudio el comportamiento de la CE resultante de las combinaciones de Tratamientos y Sub Tratamientos utilizados en el tiempo. Y así poder establecer la velocidad de cambio y permanencia de esta en el bulbo de riego. (Ver Grafico N° 1, 2, 3).

Cuadro N° 4.3-a prueba de separación de medias para la CE, de los diferentes tratamientos utilizados en los ensayos a través del tiempo.

Prueba de separación de medias para los diferentes tratamientos a través del tiempo					
Tratamiento De Fertilizantes	Semana 3 CE mmhos	Semana 4 CE mmhos	Semana 5 CE mmhos	Semana 7 CE mmhos	Semana 11 CE mmhos
CaNO <sub>3</sub>	0.68 a	0.67 a	0.60 a	0.61 a	0.40 a
Testigo	0.63 a	0.55 a	0.55 a	0.56 a	0.40 a
Fertiyeso	0.23 b	0.20 b	0.13 b	0.18 b	0.20 b

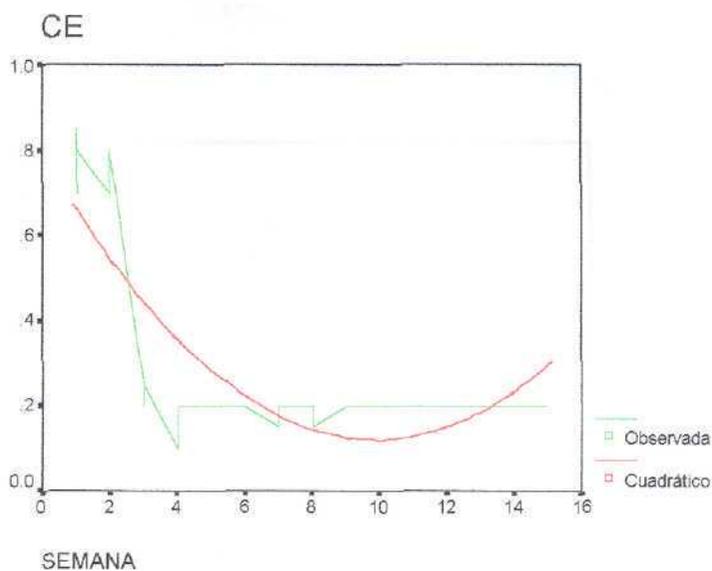
\*Las medias de tratamientos con la misma letra no presenta diferencia significativa al 5% (tukey).

Cuadro N° 4.3-b prueba de separación de medias para la CE, de los diferentes tratamientos utilizados en los ensayos a través del tiempo.

Tratamiento De Fertilizantes	Semana 14 CE mmhos	Semana 15 CE mmhos
CaNO <sub>3</sub>	0.21 a	0.21 a
Fertiyeso	0.20 a	0.02 a
Testigo	0.10 b	0.10 b

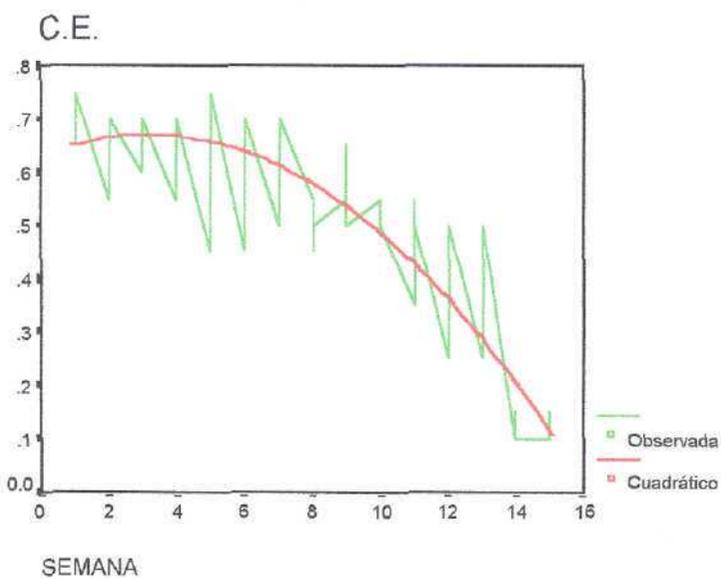
\*Las medias de tratamientos con la misma letra no presenta diferencia significativa al 5% (tukey).

Grafico N° 4.1 Regresión Lineal general de la C.E. para el tratamiento Fertiyeso



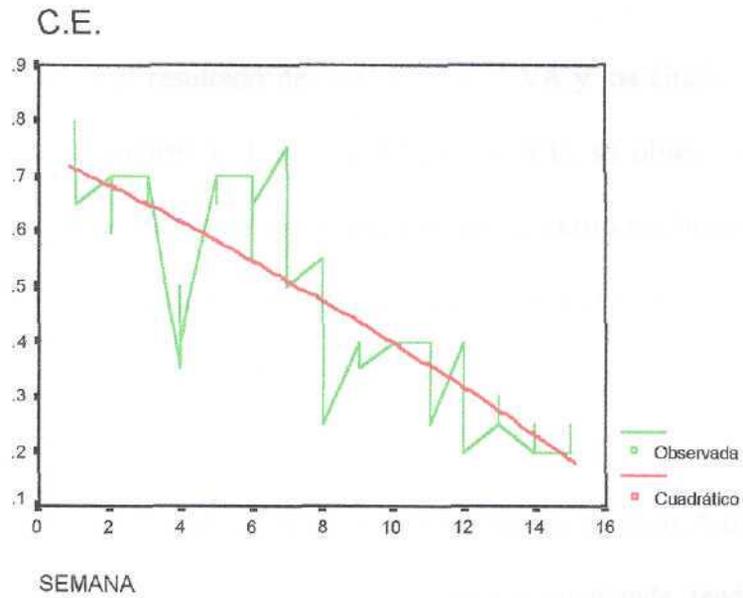
$$\text{Ecuación} = + 0.78 - 0.135 X + 0.006 E^{-3} X^2$$

Grafico N° 4.2 Regresión Lineal general de la C.E. para el tratamiento Testigo



$$\text{Ecuación} = + 0.63 - 0.025 X + 0.630 E^{-3} X^2$$

Grafico N° 4.3 Regresión Lineal general de la C.E. para el Tratamiento Nitrato de Calcio



$$\text{Ecuación} = + 0.74 - 0.029 X + 0. E^{-3} X^2$$

Respecto al análisis de la CE este será dividido en dos momentos. Primero desde las semanas 3 a la 11 y el segundo desde la 14 a la 15 semana.

De esta forma combinando el resultado del análisis ANDEVA y los Gráficos N° 4.1, 4.2, y 4.3 se desprende que en las semanas 3, 4, 5, 7 y 11 para la CE, se observaron resultados cuyas diferencias son significativas. Se aprecia la formación de dos grupos claramente distinguibles, el primero formado por los Tratamientos Nitrato de Calcio y Testigo y el segundo grupo formado por el tratamiento Fertiyeso (Sulfato de Calcio).

Del primer grupo se advierte que los resultados para la CE varían entre 0,68 – 0,40 mmhos/cm. En cambio en el segundo grupo se muestra una clara y mantenida tendencia de resultados alrededor de los 0,2 mmhos, valor que se alcanza rápidamente después de la primera aplicación como muestra el grafico N° 4.1, que expresa que se produce una caída violenta en el valor de la CE desde 0,70 mmhos/cm hasta 0,23 mmhos/cm para este tratamiento, manteniéndose así hasta el final del estudio.

Esto lleva a pensar que uno de los factores que más afectaron estos resultados, fueron la aplicación del Tratamiento Fertiyeso (Sulfato de Calcio) que desplazó el  $\text{Na}^+$ , del bulbo de riego como lo señala Alarcón (2003), sumado al efecto de la aplicación de Nitrato por parte de los diferentes Sub Tratamientos (Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio), lo cual ayudaría a disminuir la absorción del  $\text{Cl}^-$  por parte de las raíces, como señala Bar, Apelbaum y Goren

(1998), confirmado por Román (2000). Con lo que se produciría el posterior lavado desde el bulbo de riego, debido a su elevado grado de solubilidad como lo expresa De la Torre (2000).

A su vez este efecto combinado explicaría la disminución marcada y veloz de la CE en este sector, como se aprecia a través de los gráfico N° 4.1 y la Cuadro N° 4.3 , en comparación al sector del Tratamiento Testigo donde no se aplico Sulfato de Calcio y la disminución de la CE se explica por la aplicación de los Sub Tratamientos (Nitrato de Amonio y Nitrato de potasio), que causarían la menor absorción de los cloruros por parte de las raíces, y posterior lavado de estos por parte de las aguas de riego, como lo describe De la Torre (2000). En el sector del tratamiento Nitrato de Calcio se produce un descenso se produciría el mismo proceso.

En las semanas 14-15 la conformación de los grupos cambia el primero será formado por tratamiento Nitrato de Calcio y Fertiyeso y el segundó por el tratamiento testigo.

Esto se fundamenta en lo expuesto por Silva y Rodríguez (1995); Rodríguez (1982), respecto a que todos los fertilizantes al entrar en contacto con la solución del suelo, disocian sus componentes (nutrientes) en formas iónicas para ser luego absorbidos por las raíces de las plantas. Sin embargo dependerá del grado de solubilidad del fertilizante como este afecta la salinidad de un suelo.

Esto lleva a pensar que a pesar del que el Sulfato de Calcio logra desplazar parte del  $\text{Na}^+$  del suelo y ello disminuye considerablemente la CE en este. Llega a un punto en que este efecto es imperceptible y el Sulfato de Calcio pasa formar con sus componentes parte de la CE del suelo.

### **4.3 Variable pH de la solución suelo.**

Esta variable fue analizada semana a semana, a partir de la segunda aplicación productos. Los resultados de esta variables fueron analizadas a través del diseño estadístico de parcelas divididas, realizando un análisis de varianza (ANDEVA), para examinar el nivel de significancia entre los diferentes resultados, extraídos de cada tratamiento. Posterior a esto, se realizó una prueba de separación de medias, con el método de Tukey para analizar los resultados entre los diferentes Sub Tratamientos.

Mediciones de las semanas 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, y 15 para el pH no presentaron diferencias significativas en los ANDEVA (Análisis de Varianza) respectivos, para estas semanas para un nivel de significancia del 5%. Sin embargo para las mediciones de las semanas 4, 5, 7, 6 y 8, si se obtuvieron diferencias significativas a través del ANDEVA, los cuales se pueden apreciados en el Cuadro N° 4.4 donde se entrega los resultados de las medias de los Tratamientos ordenados en forma descendente, acompañado de su significancia respectiva en cada caso.

Cuadro N° 4.4-a prueba de separación de medias para la pH, de los diferentes tratamientos utilizados en los ensayos a través del tiempo.

Prueba de separación de medias de la variable pH para los diferentes tratamientos a través del tiempo			
Tratamiento De Fertilizantes	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Fertiyeso	6.65 a	6.57 a	6.42 a
CaNO3	6.45 b	6.53 b	6.17 ab
Testigo	5.97 b	6.27 b	6.08 b

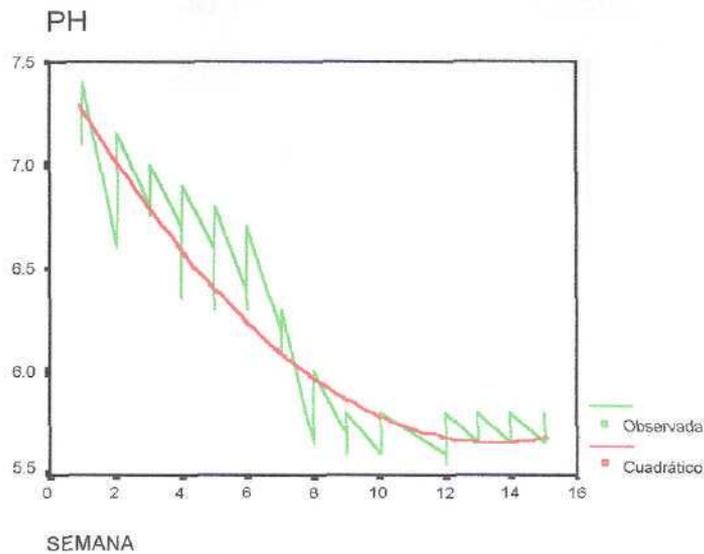
\*Las medias de tratamientos con la misma letra no presenta diferencia significativa al 5% (tukey).

Cuadro N° 4.4-b prueba de separación de medias para la pH, de los diferentes tratamientos utilizados en los ensayos a través del tiempo.

Prueba de separación de medias de la variable pH para los diferentes tratamientos a través del tiempo	
Tratamiento De Fertilizantes	Semana 8
Fertiyeso	6.32 a
Testigo	5.77 ab
CaNO3	5.70 b

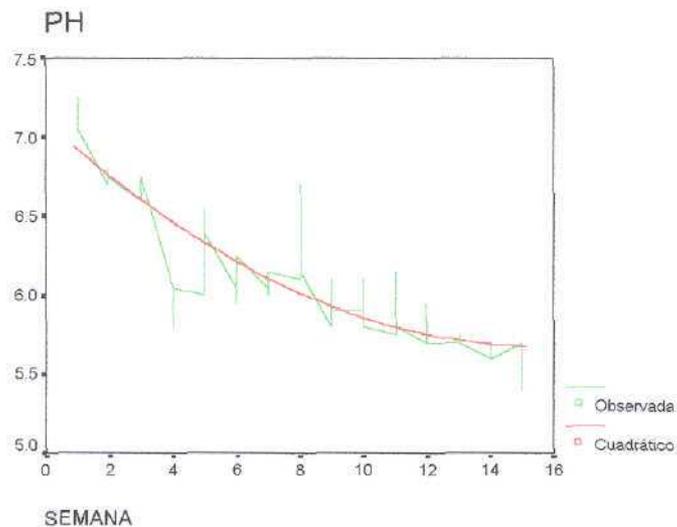
\*Las medias de tratamientos con la misma letra no presenta diferencia significativa al 5% (tukey).

Grafico N° 4.4 Regresión Lineal general del pH para el tratamiento Fertiyeso



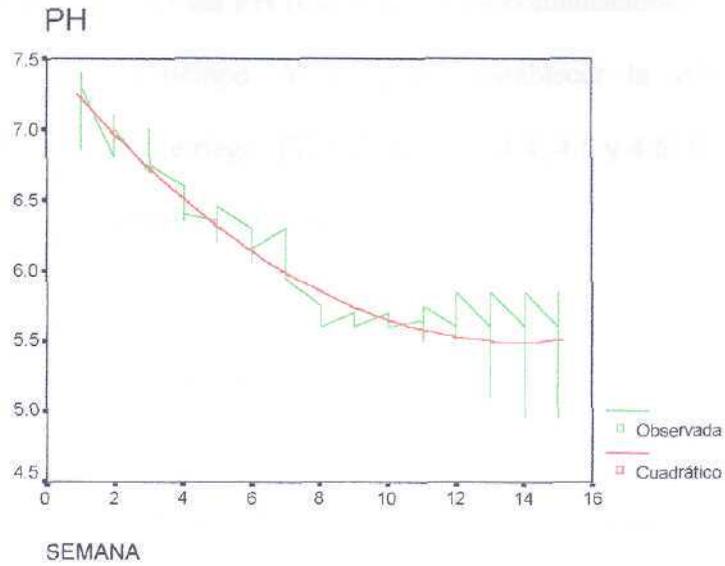
$$\text{Ecuación} = + 7.53 - 0.2773 X + 0.0103 E^{-3} X^2$$

Grafico N° 4.5 Regresión Lineal general del pH para el tratamiento Testigo



$$\text{Ecuación} = + 7.10 - 0.183 X + 0.005 E^{-3} X^2$$

Grafico N° 4.6 Regresión Lineal general del pH para el Tratamiento Nitrato de Calcio



$$\text{Ecuación} = + 7.49 - 0.289 X + 0.010 E^{-3} X^2$$

Además para el análisis de esta variable se utilizó el método de Regresión Lineal. A través del cual se estudió el comportamiento del PH resultante de las combinaciones de Tratamientos y Sub Tratamientos utilizados en el tiempo. Y así poder establecer la velocidad de cambio y permanencia de esta en el bulbo de riego. (Ver Grafico N° 4.4, 4.5 y 4.6 Regresión lineal general del pH de los diferentes Tratamientos utilizados).

Al analizar los resultados expuestos por el ANDEVA y los correspondientes a la Regresión Lineal se encontró que no concordaban entre ellos, ante lo cual se optó por analizar los datos entregados por la Regresión Lineal ya que estos representan mejor lo ocurrido en el campo.

De esta manera observamos del Grafico N° 4.4 que el Tratamiento Fertiyeso fue el que produjo un cambio en el pH de la solución del bulbo de riego, de manera más rápida hasta llegar a un punto cercano a 5,5 y mantenerse así hasta el final del estudio.

Esto se explica por un doble efecto del Fertiyeso (Sulfato de Calcio), en la solución del suelo. En primer lugar, desplazar el  $\text{Na}^+$  del bulbo de riego como describe Alarcón (2003) y por otro lado causar la disociación de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , principal causante del pH alcalino en suelos de influencia sodica, como lo menciona Russell (1973).

Sumado a esto es importante que los Sub Tratamientos utilizados (Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio), se describen como, de reacción ácida. (Moya, 1994)

Al analizar Anexos N° 6 Gráficos de regresión lineal del para el tratamiento con su Sub Tratamiento respectivo. Se puede apreciar que el Tratamiento Testigo es mucho mas ineficaz en bajar el pH de la solución del suelo del bulbo de riego, a pesar de contener a los sub Tratamientos (Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio).

En cambio el Tratamiento Nitrato de Calcio, a pesar de mostrar una menor efectividad, que el Tratamiento Fertyeso para bajar el pH de la solución, si muestra una tendencia mayor a través del tiempo que el Testigo, hacia la disminución del pH.

#### **4.4 Variable largo del fruto**

Mediciones para las semanas 1, 2 y 3 para el largo no presentaron diferencias significativas para los diferentes Tratamientos, a pesar de esto se observa que existe una clara interacción entre los Tratamientos y los Sub Tratamientos.

#### **4.5 Variable ancho del fruto**

Mediciones para las semanas 1 y 2 para el ancho del fruto, no presentaron diferencias significativas para los diferentes Tratamientos, a pesar de esto se observa que existe una clara interacción entre los Tratamientos y los SubTratamientos.

En relación a las mediciones de las semana 3 para el ancho del fruto, se observaron resultados significativos. Donde los datos varían entre 6.50 y 6.18 cms, y se detecta diferencia significativa al 5% de significancia entre el tratamiento Fertiyeso y el Tratamiento Testigo, a su vez el Tratamiento Fertiyeso en relación al CaNO<sub>3</sub>. al igual que el testigo comparado con CaNO<sub>3</sub>.

Cuadro N° 4.5. resultado del análisis de varianza de los diferentes tratamiento utilizados, respecto a la variable ancho del fruto

TRATAMIENTO DE FERTILIZANTES	MEDICION ANCHO DEL FRUTO (cms)	SIGNIFICANCIA
Fertiyeso	6.50	a
Testigo	6.18	b
CaNO <sub>3</sub>	6.18	b

\*Las medias de Tratamientos con la misma letra no presenta diferencia significativa al 5% (tukey).

Es importante notar que los resultados en cuanto al mayor ancho del fruto se obtuvieron en el sector cuyo tratamiento fue Sulfato de Calcio (fertiyeso). Esto se puede apreciar en los cuadros de resultados expuestos en el capítulo de Anexos.

Debido a que el problema de salinidad también esta asociado al de sodicidad de las aguas de riego utilizadas en esta zona. La aplicación del Sulfato de Calcio tendría un efecto determinante,

en desplazar el  $\text{Na}^+$  del bulbo de riego, Alarcón (2003). Con esto se lograría que la absorción del calcio por parte de las plantas mejorara. Ya que esta puede ser competitivamente disminuida por la presencia de otros cationes como Amonio, Potasio, Magnesio, Sodio, Aluminio y los propios protones, que son absorbidos con mayor rapidez por la planta, o bien ocupan un sitio de intercambio de la superficie radicular. Casero (1995).

Esto concuerda a lo descrito en la bibliografía respecto a que, en condiciones salinas la fertilización calcica ayuda a tolerar de mejor forma el estrés de estas condiciones a las plantas que la reciben. Ya que de esta manera se estaría potenciando la mejor regulación del ingreso de los diferentes nutrientes en las raíces de estas plantas. Casero (1995).

Además es importante destacar el efecto atenuante de  $\text{NO}_3^-$ , por parte de los diferentes Subtratamientos (Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio). De esta manera se causa una restricción al ingreso del ión cloruro y así logrando disminuir el estrés causado en las hojas, bajar el gasto de energía en el proceso de regulación osmótica, además se provoca un aumento en la efectividad del uso del ATP destinado para el crecimiento de la planta y por ende en la mejor nutrición de los frutos producidos. Como señalan Martinez y Cerda (1989), la absorción de cloruro se reduce cuando se agrega nitrógeno en forma de  $\text{NO}_3^-$ . También agregan, que la concentración de  $\text{K}^+$  aumenta.

## 5.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que:

1.- Las aplicaciones de calcio vía Nitrato de Calcio como de Fertiyeso mostraron, ser efectivas para incrementar la selectividad hacia el  $k^+$  reflejado en los resultados de los diferentes análisis foliares, a plantas que crecen bajo condiciones sódicas.

2.- Las aplicaciones de Calcio vía Nitrato de Calcio, como de Fertiyeso. Mostraron ser efectivas para disminuir la proporción de  $Na^+$  de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Las aplicaciones del Tratamiento Nitrato de calcio disminuyeron el sodio de la CIC entre un 37,5-44,48%. Mientras que, las aplicaciones del Tratamiento Fertiyeso disminuyeron el % de Sodio de la CIC entre un 55,12- 50,1%. Lo anterior medido en el bulbo de riego.

3.- Las aplicaciones tanto de Nitrato de Calcio y Fertiyeso disminuyen la CE, medidas en el bulbo de riego, por lo que son plenamente recomendables para usar en fertirriego bajo condiciones salinas

4.- Plantas con una buena fertilización calcica, mostraron mayores crecimiento de fruto en comparación a las que no. Obteniéndose con el Tratamiento Fertiyeso crecimientos 38% superiores al Tratamiento Testigo, y a su vez el Tratamiento Nitrato de Calcio obtuvo crecimiento 7% superiores al Tratamiento Testigo.

#### 4.- BIBLIOGRAFÍA

Altamirano S. 2002. Las bases técnicas del fertirriego . Diario Chile Riego N° 10 Agosto 2002. Pp. N° 14-21.

Ayers, R. y Westcot, D. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Roma. FAO. N°29. 174p.

Bar, Y., Apelbaum, A. y Goren, R. 1998. Ethylene association with chloride stress in citrus plants. *Scientia Horticulturae* 73: 99-109.

Benavides, C.1996. Requisitos del suelo y susceptibilidad a cloruros. In: Razeto, B y Ficher, T. Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago. Universidad de Chile: publicaciones Misceláneas Agrícolas. N 45. pp. 61-75.

Bozzolo, E. 1993. Aproximación a la determinación de los coeficientes de cultivo (Kc) en palto (*Persea americana Mill*) cv. Hass para la zona de Quillota, V° Región Taller de titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 78 p.

Brese, C. 1992. El Aguacate. Ediciones Mundiprensa. Pp. N° 90-100.

Calabrese, F. 1992. El Aguacate. Palermo Ediciones Mundiprensa.249p.

Carrasco, A. 1991. Salinidad y calidad de aguas. In: Universidad de Chile. Manejos de suelos en huertos frutales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Universidad de Chile. N°35. pp. 219-245.

Casero, T. 1995. La nutrición Cálcica en frutales. Fruticultura Profesional 71: Pp. 45-55.

Castro M. 2002. Portainjertos de Paltos. Revista del Campo. El Mercurio. 25 de Noviembre del 2002. página 4

Cautín R. 1996. Nuevos antecedentes sobre requerimientos de polinización y variedades. Cultivo del Palto y Perspectivas de Mercado. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45. Pp15-23.

De La Torre, J. 2000. Salinidad de Agua y Suelos en Fertirriego Para Frutales: Manejo y Control. 1° Seminario Internacional de Fertirriego. .Pp. 2-25.

Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. New York, John Wiley & Sons. 337p.

Ferryera E., Sellés S., Y Burgos R. 1998. Frutales. Riego deficitario controlado. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA (Chile). Centro Regional de Investigación Agropecuaria La Platina (Santiago). Serie La Platina 70: 56-59.

Feuchter F. 2000. "Transferencia de Tecnología para el rescate de suelos mediante la Integración Ganadera".. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario del Noroeste". Pp. 12-45.

Fundación Chile. 2002 Paltas Precios mas Ajustados en el Mercado Internacional. Agro Económico, N° 66, Pp. 39-42.

Gardiazabal, F. y Rosenberg, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201p.

Gardiazabal F. 2000. Fertirrigación en paltos. 1° Seminario Internacional de Fertirriego. Santiago Ago. 2000.

Girber, J. 2002. Curso de fertirrigación de cítricos. Universidad Politécnica de Valencia España. Pp. N° 196-215.

Grattan, S. y Grivier, C.. 1999. Salinity-mineral relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae. 78: 127-157.

Hernández, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99p.

Ibacache G. Antonio y Sierra Carlos. 1998. Fertilización del palto. Gobierno Regional de Coquimbo e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi, Ovalle, Chile. Serie Intihuasi N° 12, 12 p.

Kadman, A. 1963. The uptake and accumulation of chloride in avocado leaves and tolerance of avocado seedling under saline conditions. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 83: 280-286.

Läuchi, A. y Epstein, E. 1984. Mechanisms of salt tolerance in plants. California Agriculture 38(10): 18-20.

Legas, F. 2000. Estudios de cuantificación de extracción de nutrientes en cítricos, y su utilización en la formulación de un programa de fertirrigación. Primer Simposium Internacional de Fertirrigación y Control en Frutales y Viñas.

Lovatt, C. 1987. Stress. California Avocado Society Yearbook 71:251-255.

Martínez, V y Cerdá, A. 1989. Influence of N source on rate of Cl, N, Na, and K uptake by cucumber seedlings grown in saline conditions. J. Plant. Nutr. 12: 971-983.

Mendoza, H. 2000. Alcalinidad y salinidad: diagnosticos y efectos sobre la producción y soluciones. Primer Simposium Internacional. Fertirrigación y control de frutales y viñas Bioamérica. Julio2000. 90p.

Moya, J. 1994. Riego Localizado y Fertirrigación . Ediciones Mundi- Prensa. Pp. 13-45.

ODEPA, 1997. Censo nacional agropecuario 1997.

Orella, J. 1999 Buen Posicionamiento para competir en el mundo externo. Agronómico 53: 25-28.

Oster, J., Brokaw, R., Strohman, J., y Tracy, J. 1985. The influence of salinity and rootstock on avocado seedling grown – Progress Report. Calif. Avo. Soc. Yrbk, 69: 105-110.

Pizarro. F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia. 3ª ed. Madrid, Mundi Prensa. 513p.

Razeto B. 1985. La Salinidad en Frutales. Aconex N°9 Enero/Febrero/Marzo pag.5-9.

Razeto, B; Fichet, T y Dangelo, M. 1999. Búsqueda de nuevas variedades de aguacate en Chile. Revista Chapingo, Serie Horticultura (México). Vol. V Número especial: 67-68. 1999

Reb. Agroeconomico. Fundación Chile. N° 66, pp N° 39, enero, 2002.

Retamales, J. 1995. Status del calcio en los tejidos vegetales: determinación y efecto de diversas prácticas culturales. In: Yuri, J. y Retamales, J. eds. Symposium internacional: El calcio en la fruticultura. Universidad de Talca, Escuela de Agronomía. Talca 17-18 octubre, 1995. pp. 46-64.

Revista Chile Riego. Enero del 2001. Riego y Fertilización en Paltos.

Rodriguez, F. 1982. Fertilizantes; nutrición vegetal. México, AGT. 157p.

Román S. 2000. Fertilizantes solubles y fertirriego en los Frutales Estratégicos de Chile. 1° Seminario Internacional de Fertirriego. Santiago Agosto. Pp. 26-34.

Román, J. 2001. Libro azul. Manual Básico de Fertirriego, Orientación al uso de Fertilizantes Solubles. Pp. N° 90-100.

Russell W. 1973. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid 1992.

Saavedra, J y Alcaides, S. 1997. Influencia de la salinidad en el crecimiento y la sintomatología foliar en aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass. Agric. Tec. Mex. 13(2): 171-188.

Sadzawka, A. 1999. Manual de química, diagnóstico y recuperación de sueloafectados por sales. Curso de capacitación para operadores del programa de recuperación de suelos degradados. Zona Norte y Central (regiones I a VI). INIA, Santiago, Enero, 1999. pp. 303 – 335.

Salazar, S. 2002. Nutrición del Aguacate, Principios y Aplicaciones. Ediciones Mundiprensa. Pp. N° 54-62.

Shainberg, I.; Rhoades, D.; Suárez, L.; and Prather, J. 1981. Effect of mineral weathering on clay dispersión and hydraulic conductivity of sodic soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45, 287-291.

Silva, H. y Rodriguez, J. 1995. Fertilización de las plantaciones frutales. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. 519p.

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. 141p.

Vermeiren, L. and Jobling, G. 1986. Riego Localizado. Estudio FAO. Riego y Drenaje. 203 p.

Whiley, A. 2001. Adoption of field practices to assist in expanding avocado markets. In: Australian Avocado Growers' Federation eds. Proceedings of the Australian and New Zeland avocado growers' conference "vision 2020". Conferencia en CD. Brislane, session 1/1. 22p.

Whiley, A., Saranah, J., Cull, B., Pegg, K. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. *Queensland Agriculture Journal* 114:29-36.

**Internet**

Alarcón, A. Nociones del funcionamiento de suelos salinos. Consultado Noviembre, 20 de 2003 en <http://edafologia.ugr.es/index.htm>

Colacelli N. Suelos: Corrección de Suelos Alcalinos (Enyesado). Consultado Septiembre, 2 de 2003 en [http://www.tucuman.com/produccion/1997/97jul\\_14.htm](http://www.tucuman.com/produccion/1997/97jul_14.htm)

Dorronsoro C. Contaminación por sales solubles. Consultado Abril, 13 de 2003 en <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/oligo.htm> Tema 12. 2002.

Dorronsoro C. Propiedades fisicoquímicas. Consultado agosto, 11 de 2003 en <http://edafologia.ugr.es/index.htm>

Echeverria, J. La importancia del ph en el suelo de la huerta. Consultado en agosto, 01 de 2003 en <http://reddehuertas.com.ar/textos/1069phenelsuelo.htm>

Gámes M. Mercado de las paltas 2002. Consultado Junio, 23 de 2003 en <http://www.aipef.net/biblioarchivos/Fruta.doc>.

García, A. Gestión y conservación del suelo. Lección 3. Degradación del suelo. Degradación química. Consultada octubre, 20 del 2003 en <http://www.unex.es/edafo/index.html>

Gardiazabal, F. Caracterica productiva del palto. Consultado en octubre, 23 de 2003 en [http://www.avocadosource.com/papers/Chile\\_Papers\\_A-Z/G-H-/GardiazabalFrancisco1991.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/G-H-/GardiazabalFrancisco1991.pdf)

Ginés I. Y Mariscal I. EL pH Y La Asimilabilidad de los Nutrientes. Consultado en agosto, 08 de 2003 en [http://www.fertiberia.com/informacion\\_fertilizacion/articulos/nutrientes\\_fertilizantes/pHfertilizantes\\_suelo.html](http://www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/nutrientes_fertilizantes/pHfertilizantes_suelo.html)

Imas P. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas. Consultado julio, 23 de 2003 en <http://www.ipipotash.org/presentn/mdnpfesf.html>.

INTA. Fertilizantes y Soluciones Concentradas. Consultado en Mayo 02, de 2003 en [http://www.inta.gov.ar/suelos/Servicios/riego\\_supl\\_eflu\\_indust.htm](http://www.inta.gov.ar/suelos/Servicios/riego_supl_eflu_indust.htm)

Muñoz J. Calidad del agua Consultado Julio, 8 de 2003 en [http://www.unesco.org/phi/libros/uso\\_eficiente/munoz.html](http://www.unesco.org/phi/libros/uso_eficiente/munoz.html).

Ochoa S. 2003. Mecanismos de diseminación de *Phytophthora cinnamomi*. Consultado en agosto, 23 de 2003 en

<http://www.aproam.com/revistas/revista13/Mecanismos%20de%20diseminacion%20de%20phytophthora%20cinnamomi.htm>

Palma A. El Boro en los Paltos. Consultado en Julio, 12 de 2003, en [http://www.agricom.cl/growers/growers\\_paltos.htm](http://www.agricom.cl/growers/growers_paltos.htm) Exudaciones de la corteza.

Palma A. Fertirrigación en paltos y el futuro. Consultado agosto, 13 de 2003 en <http://www.agricom.cl/growers/Fertirrigacion%20en%20paltos%20y%20el%20futuro.htm>

Rodríguez D. La nutrición diferencial en paltos determina su calidad. Consultado en octubre, 10 de 2003 en <http://www.mercosurco.com.ar/Notas.asp?Desde=I&Codigo=2302&Tipo=1>

Rodríguez N. Alonso. Para Poder Regar con Aguas Salobres. Consultado en Mayo, 07 de 2003 en [http://www.upm.es/informacion/revista/htdocs/n40/Revista40-I\\_D.html](http://www.upm.es/informacion/revista/htdocs/n40/Revista40-I_D.html).

Sotomayor D. Fertilidad de suelos y abonos. Consultado Agosto, 8 de 2003 en <http://www.uprm.edu/wciag/agronomy/dsotomayor/agro4037/index.htm>

Toledo S. Mercado de las Paltas. Programación de la Exportación. Consultado marzo, 2 de 2003 en [www.ecoplant.cl](http://www.ecoplant.cl)

## **ANEXOS**

**ANEXO 1:** Analisis de varianza para las variables

Conductividad eléctrica del bulbo de riego

ph del suelo

Diámetro ecuatorial del fruto

Diámetro longitudinal del fruto

**ANEXO 2:** Tabla de valores de C.E. y pH del bulbo de riego de los diferentes tratamientos.

**ANEXO 3:** Mediciones de largo y ancho para los diferentes tratamientos

**ANEXO 4:** Análisis Foliar y de Suelos de los diferentes Tratamientos

**ANEXO 5:** Análisis de sales de lo diferentes Tratamientos

**ANEXO 6:** Gráficos de C.E. y pH para los diferentes tratamientos y Sub Tratamientos

## ANEXO 1: Análisis de varianza

### A1. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL BULVO DE RIEGO

Tabla A1.1 Análisis de varianza: CE semana N° 1

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0022	0.0022		
Tratamtos	2.0000	0.0144	0.0072	1.8571	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0078	0.0039		
Subtrats	2.0000	0.0144	0.0072	1.4444	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	10.0111	2.5028	500.5556	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0300	0.0050		
TOTAL	17.0000	10.0800			

Tabla A1.2: Análisis de varianza: CE semana N° 2

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0139	0.0139		
Tratamtos	2.0000	0.0678	0.0339	8.7143	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0078	0.0039		
Subtrats	2.0000	0.0344	0.0172	1.4091	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	8.1528	2.0382	166.7614	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0733	0.0122		
TOTAL	17.0000	8.3500			

Tabla A1.3: Análisis de varianza: CE semana N° 3

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0006	0.0006		
Tratamtos	2.0000	0.7300	0.3650	50.5385	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0144	0.0072		
Subtrats	2.0000	0.0133	0.0067	1.0000	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	4.8117	1.2029	180.4375	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0400	0.0067		
TOTAL	17.0000	5.6100			

Tabla A1.4: Análisis de varianza: CE semana N° 4

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0022	0.0022		
Tratamtos	2.0000	0.7244	0.3622	23.2857	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0311	0.0156		
Subtrats	2.0000	0.1078	0.0539	3.0312	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	3.0678	0.7669	43.1406	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.1067	0.0178		
TOTAL	17.0000	4.0400			

Tabla A1.5: Análisis de varianza: CE semana N° 5

} F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0050	0.0050		
Tratamtos	2.0000	0.7078	0.3539	212.3333	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0033	0.0017		
Subtrats	2.0000	0.0578	0.0289	6.5000	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	4.0894	1.0224	230.0312	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0267	0.0044		
TOTAL	17.0000	4.8900			

Tabla A1.6: Análisis de varianza: CE semana N° 6

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0200	0.0200		
Tratamtos	2.0000	0.6178	0.3089	150.5559	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0000	0.0000		
Subtrats	2.0000	0.0411	0.0206	3.0833	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	3.8011	0.9503	142.5417	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0400	0.0067		

Tabla A1.7: Análisis de varianza: CE semana N° 7

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0200	0.0200		
Tratamtos	2.0000	0.6744	0.3372	202.3333	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0033	0.0017		
Subtrats	2.0000	0.0044	0.0022	0.1053	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	3.8511	0.9628	45.6053	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.1267	0.0211		
TOTAL	17.0000	4.6800			

Tabla A1.8: Análisis de varianza: CE semana N° 8

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0089	0.0089		
Tratamtos	2.0000	0.4578	0.2289	4.1200	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.1111	0.0556		
Subtrats	2.0000	0.0178	0.0089	0.1975	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	2.7344	0.6836	15.1914	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.2700	0.0450		
TOTAL	17.0000	3.6000			

Tabla A1.9: Análisis de varianza: CE semana N° 9

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0050	0.0050		
Tratamtos	2.0000	0.3344	0.1672	2.3333	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.1433	0.0717		
Subtrats	2.0000	0.0178	0.0089	8.0000	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	2.3628	0.5907	531.6250	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0067	0.0011		
TOTAL	17.0000	2.8700			

Tabla A1.10: Análisis de varianza: CE semana N° 10

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0200	0.0200		
Tratamtos	2.0000	0.3378	0.1689	3.6190	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0933	0.0467		
Subtrats	2.0000	0.0011	0.0006	0.0588	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	2.5711	0.6428	68.0588	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0567	0.0094		
TOTAL	17.0000	3.0800			

Tabla A1.11: Análisis de varianza: CE semana N° 11

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0022	0.0022		
Tratamtos	2.0000	0.1600	0.0800	36.0000	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0044	0.0022		
Subtrats	2.0000	0.0100	0.0050	0.3600	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	2.0200	0.5050	36.3600	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0833	0.0139		
TOTAL	17.0000	2.2800			

Tabla A1.12: Análisis de varianza: CE semana N° 12

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
					0.05
Repeticiones	1.0000	0.0272	0.0272		
Tratamtos	2.0000	0.0544	0.0272	3.7692	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0144	0.0072		
Subtrats	2.0000	0.0078	0.0039	0.2059	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	1.4328	0.3582	18.9632	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.1133	0.0189		
TOTAL	17.0000	1.6500			

Tabla A1.13: Análisis de varianza: CE se mana N° 13

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0089	0.0089		
Tratamtos	2.0000	0.0533	0.0267	3.0000	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0178	0.0089		
Subtrats	2.0000	0.0233	0.0117	0.7500	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	1.3433	0.3358	21.5893	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0933	0.0156		
TOTAL	17.0000	1.5400			

Tabla A1.14: Análisis de varianza: CE semana N° 14

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0006	0.0006		
Tratamtos	2.0000	0.0478	0.0239	43.0000	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0011	0.0006		
Subtrats	2.0000	0.0011	0.0006	1.0000	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	0.5361	0.1340	241.2500	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0033	0.0006		
TOTAL	17.0000	0.5900			

Tabla A1.15: Análisis de varianza: CE semana N° 15

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0006	0.0006		
Tratamtos	2.0000	0.0478	0.0239	43.0000	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0011	0.0006		
Subtrats	2.0000	0.0011	0.0006	1.0000	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	0.5361	0.1340	241.2500	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0033	0.0006		
TOTAL	17.0000	0.5900			

## 2. pH DEL SUELO

Tabla A1.16: Análisis de varianza: pH Semana N° 1

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0022	0.0022		
Tratamtos	2.0000	0.0211	0.0106	0.4419	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0478	0.0239		
Subtrats	2.0000	0.1344	0.0672	0.9837	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	930.5844	232.6461	3404.5772	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.4100	0.0683		
TOTAL	17.0000	931.2000			

Tabla A1.17: Análisis de varianza: pH Semana N° 2

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0200	0.0200		
Tratamtos	2.0000	0.1478	0.0739	2.3333	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0633	0.0317		
Subtrats	2.0000	0.2178	0.1089	1.7818	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	843.4644	210.8661	3450.5364	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.3667	0.0611		
TOTAL	17.0000	844.2800			

Tabla A1.18: Análisis de varianza: pH Semana N° 3

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0022	0.0022		
Tratamtos	2.0000	0.0744	0.0372	5.1538	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0144	0.0072		
Subtrats	2.0000	0.0711	0.0356	0.4604	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	829.7344	207.4336	2686.1906	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.4633	0.0772		
TOTAL	17.0000	830.3600			

Tabla A1.19: Análisis de varianza: pH Semana N° 4

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0556	0.0556		
Tratamtos	2.0000	1.4811	0.7406	70.1579	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0211	0.0106		
Subtrats	2.0000	0.3211	0.1606	11.5600	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	727.2178	181.8044	13089.9200	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.0833	0.0139		
TOTAL	17.0000	729.1800			

Tabla A1.20: Análisis de varianza: pH Semana N° 5

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0089	0.0089		
Tratamientos	2.0000	0.2978	0.1489	67.0000	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0044	0.0022		
Subtrats	2.0000	0.1144	0.0572	2.0600	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	735.2278	183.8069	6617.0500	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.1667	0.0278		
TOTAL	17.0000	735.8200			

Tabla A1.21: Análisis de varianza: pH Semana N° 6

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.1422	0.1422		
Tratamientos	2.0000	0.3611	0.1806	25.0000	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0144	0.0072		
Subtrats	2.0000	0.1478	0.0739	1.1271	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	696.9611	174.2403	2657.9025	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.3933	0.0656		
TOTAL	17.0000	698.0200			

Tabla A1.22: Análisis de varianza: pH Semana N° 7

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.1800	0.1800		
Tratamientos	2.0000	0.0044	0.0022	0.3333	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0133	0.0067		
Subtrats	2.0000	0.4011	0.2006	1.8325	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	665.3644	166.3411	1519.8680	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.6567	0.1094		
TOTAL	17.0000	666.6200			

Tabla A1.23: Análisis de varianza: pH Semana N° 8

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0672	0.0672		
Tratamtos	2.0000	1.3744	0.6872	33.4324	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0411	0.0206		
Subtrats	2.0000	0.1478	0.0739	1.0153	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	633.0228	158.2557	2174.5057	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.4367	0.0728		
TOTAL	17.0000	635.0900			

Tabla A1.24: Análisis de varianza: pH Semana N° 9

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.1089	0.1089		
Tratamtos	2.0000	0.2978	0.1489	5.1538	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0578	0.0289		
Subtrats	2.0000	0.0044	0.0022	0.0455	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	596.4178	149.1044	3049.8636	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.2933	0.0489		
TOTAL	17.0000	597.1800			

Tabla A1.25: Análisis de varianza: pH Semana N° 10

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	-140.6044	-140.6044		
Tratamtos	2.0000	12.6978	6.3489	-1.0400	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	-12.2089	-6.1044		
Subtrats	2.0000	15.4711	7.7356	1.9857	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	763.4911	190.8728	48.9976	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	23.3733	3.8956		
TOTAL	17.0000	662.2200			

Tabla A1.26: Análisis de varianza: pH Semana N° 11

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0356	0.0356		
Tratamtos	2.0000	0.2633	0.1317	9.4800	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0278	0.0139		
Subtrats	2.0000	0.0133	0.0067	0.2264	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	591.9033	147.9758	5025.5943	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.1767	0.0294		
TOTAL	17.0000	592.4200			

Tabla A1.27: Análisis de varianza: pH Semana N° 12

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0556	0.0556		
Tratamtos	2.0000	0.0278	0.0139	0.4098	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0678	0.0339		
Subtrats	2.0000	0.1011	0.0506	0.9891	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	580.3811	145.0953	2838.8207	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.3067	0.0511		
TOTAL	17.0000	580.9400			

Tabla A1.28: Análisis de varianza: pH Semana N° 13

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0200	0.0200		
Tratamtos	2.0000	0.1478	0.0739	1.1982	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.1233	0.0617		
Subtrats	2.0000	0.2411	0.1206	2.1485	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	573.8511	143.4628	2556.7624	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.3367	0.0561		
TOTAL	17.0000	574.7200			

Tabla A1.29: Análisis de varianza: pH Semana N° 14

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0050	0.0050		
Tratamtos	2.0000	0.1944	0.0972	6.4815	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0300	0.0150		
Subtrats	2.0000	0.2711	0.1356	1.9365	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	566.2294	141.5574	2022.2480	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.4200	0.0700		
TOTAL	17.0000	567.1500			

Tabla A1.30: Análisis de varianza: pH Semana N° 15

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0006	0.0006		
Tratamtos	2.0000	0.1944	0.0972	2.2152	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0878	0.0439		
Subtrats	2.0000	0.2711	0.1356	2.2182	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	566.2294	141.5574	2,316.3932	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.3667	0.0611		
TOTAL	17.0000	567.1500			

### 3. DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO

Tabla A1.31: Análisis de varianza con la variable: Diámetro ecuatorial.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0200	0.0200		
Tratamtos	2.0000	0.1944	0.0972	1.8817	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.1033	0.0517		
Subtrats	2.0000	0.0078	0.0039	0.1321	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	679.6978	169.9244	5771.0189	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.1767	0.0294		
TOTAL	17.0000	680.2000			

Tabla A1.32: Análisis de varianza con la variable: Diámetro ecuatorial.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0022	0.0022		
Tratamtos	2.0000	0.3611	0.1806	17.1053	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0211	0.0106		
Subtrats	2.0000	0.0011	0.0006	0.0189	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	709.4778	177.3694	6023.8679	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.1767	0.0294		
TOTAL	17.0000	710.0400			

Tabla A1.33: Análisis de varianza con la variable: Diámetro ecuatorial.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0022	0.0022		
Tratamtos	2.0000	0.4011	0.2006	361.0000	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0011	0.0006		
Subtrats	2.0000	0.0078	0.0039	0.2000	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	711.9311	177.9828	9153.4000	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.1167	0.0194		
TOTAL	17.0000	712.4600			

#### 4. DIÁMETRO LONGITUDINAL DEL FRUTO

Tabla A1.34: Análisis de varianza con la variable: Diámetro Longitudinal.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0450	0.0450		
Tratamtos	2.0000	0.2500	0.1250	0.5396	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.4633	0.2317		
Subtrats	2.0000	0.7900	0.3950	0.8888	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	1734.9550	433.7388	975.9122	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	2.6667	0.4444		
TOTAL	17	1,739			

Tabla A1.35: Análisis de varianza con la variable: Diámetro Longitudinal.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.2939	0.2939		
Tratamtos	2.0000	0.3811	0.1906	2.5789	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.1478	0.0739		
Subtrats	2.0000	0.1944	0.0972	2.3026	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	1774.2394	443.5599	10505.3651	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.2533	0.0422		
TOTAL	17.0000	1775.5100			

Tabla A1.36: Análisis de varianza con la variable: Diámetro Lngitudinal

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc.	F tabular 0.05%
Repeticiones	1.0000	0.0356	0.0356		
Tratamtos	2.0000	0.4444	0.2222	7.6923	19.0000
E.Exp. (a)	2.0000	0.0578	0.0289		
Subtrats	2.0000	0.1678	0.0839	1.4950	5.1400
Trats x subtrat	4.0000	1852.8578	463.2144	8255.3069	4.5300
E.Exp (b)	6.0000	0.3367	0.0561		
TOTAL	17.0000	1853.9000			

**ANEXO 2: Tabla de valores de C.E. y pH del bulbo de riego de los diferentes tratamientos**

**A.2.1: Valores de C.E. de los diferentes Tratamientos**

Repeticiones		Número de semanas en que se efectuaron las mediciones														
tratamiento	subtra.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
fertiyeso fertiyeso	testigo	0.8	0.8	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	testigo	0.8	0.8	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	kno3	0.7	0.7	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	kno3	0.7	0.7	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Nh4NO3	0.9	0.9	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Nh4NO3	0.8	0.6	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
testigo testigo	testigo	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.1
	testigo	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.1
	kno3	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0	0.7	0.7	0.3	0.1	0.1	0.1
	kno3	0.7	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.1
	Nh4NO3	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0	0.7	0.7	0.3	0.1	0.1	0.1
	Nh4NO3	0.7	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.1
Nib calcio Nib calcio	testigo	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	testigo	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	kno3	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	kno3	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Nh4NO3	0.7	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Nh4NO3	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CaNO3 CaNO3	testigo	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0	0.2	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2
	testigo	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.3	0.2	0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
	kno3	0.7	0.7	0.7	0.2	0.7	0.7	0.7	0.3	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
	kno3	0.8	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2
	Nh4NO3	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.3	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Nh4NO3	0.9	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.2

**A.2.2: Valores de C.E. de los diferentes Tratamientos**

Repeticiones		Número de semanas en el que se efectuaron las mediciones														
tratamiento	subtra.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
fertiyeso fertiyeso	testigo	7.5	7.2	7	7	6.8	6.3	6.6	5.8	5.8	5.8	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8
	testigo	7.3	7.1	7	6.8	6.8	6.8	6.3	6.2	5.8	5.8	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8
	kno3	7.2	6.7	6.6	6.6	6.6	6.4	6.2	5.7	5.7	5.5	5.8	5.6	5.7	5.7	5.7
	kno3	7.2	6.5	7	6.8	6.6	6.4	6.2	5.6	5.7	5.7	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
	Nh4NO3	7.1	6.8	6.9	6.4	6.4	6.4	6.2	5.8	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5	5.6	5.6
	Nh4NO3	7.1	6.6	6.6	6.3	6.2	6.2	6	5.5	5.6	5.6	5.7	5.6	5.8	5.8	5.8
testigo testigo	testigo	6.8	6.4	6.5	6.2	6.2	6.2	6	6.2	6.2	6	6	6	6	5.8	5.8
	testigo	7.3	7.1	7	5.9	6.3	6.3	6.3	6.1	5.6	5.6	5.6	5.4	5.4	5.4	5.4
	kno3	7.2	6.9	6.8	6.2	6.1	6.4	6.4	6.5	6	6.2	5.9	5.8	5.8	5.6	5.6
	kno3	7.1	6.5	6.4	5.9	5.9	5.7	5.7	5.7	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
	Nh4NO3	7.5	6.8	6.8	5.8	6.6	6	6	6.6	6.2	6.2	6.1	5.8	5.8	5.8	5.8
	Nh4NO3	7	6.8	6.7	5.8	6.5	5.9	6	6.8	6	6	6.2	5.8	5.7	5.6	5.6
Nib calcio Nib calcio	testigo	7.3	6.9	6.8	6.2	6.4	6.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	testigo	6.6	6.9	6.8	6.1	6	6.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	kno3	7.1	6.9	6.9	6.2	6.1	6.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	kno3	6.9	6.6	6.8	6.5	6.5	6.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Nh4NO3	7.1	6.9	6.9	6.2	6.1	6.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Nh4NO3	6.9	6.6	6.8	6.5	6.5	6.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CaNO3 CaNO3	testigo	7.3	7.2	7	6.4	6.6	6.4	6.4	5.7	0	5.8	5.8	6.1	6.1	6.1	6.1
	testigo	7.3	6.8	6.5	6.4	6.3	5.9	5.5	5.4	5.4	5.4	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
	kno3	6.9	6.8	6.6	6.7	6.4	6.4	6.4	5.7	5.6	5.6	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4
	kno3	6.8	6.8	6.8	6.5	6.3	6.2	6.2	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	Nh4NO3	7.1	7.1	7	6.4	6	6	5.8	5.9	5.8	5.8	5.6	5.6	5	4.7	4.7
	Nh4NO3	7.7	7.1	7	6.3	6.4	6.1	6.1	5.7	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2

**ANEXO 3: Mediciones de largo y ancho del fruto para los diferentes  
tratamientos**

Tabla. A3.1: Mediciones de largo y ancho del fruto Tratamiento Fertiyeso

Tatamiento Fertiyeso					
Sub Tratamiento Nitrato de potasio		Sub Tratamiento Nitrato de amonio		Sub Tratamiento Testigo	
Largo cm	Ancho cm	Largo cm	Ancho cm	Largo cm	Ancho cm
10.30	6.20	10.00	6.50	9.50	6.40
9.90	6.60	9.80	6.60	11.00	6.50
9.70	6.70	13.00	6.70	10.00	6.40
9.80	6.60	10.50	6.40	9.50	6.50
9.50	6.60	11.00	6.00	9.20	5.90
9.80	6.30	9.80	6.40	9.70	6.60
9.40	6.50	10.50	6.50	9.50	6.50
10.50	6.40	11.10	6.50	10.00	6.60
10.60	6.30	11.00	6.60	11.00	6.70
10.80	6.20	10.00	6.50	11.00	6.60
10.40	6.50	11.00	6.60	9.80	6.40
10.30	6.40	11.20	6.60	10.00	6.20
10.20	6.20	9.90	6.60	9.40	6.80
10.00	6.60	10.30	6.60	9.70	6.70
10.00	6.20	10.50	6.50	10.00	6.90
10.60	6.50	10.50	6.50	9.60	6.20
10.40	6.20	10.50	6.00	10.00	6.50
9.80	6.40	10.30	6.30	11.00	7.00
10.70	7.00	10.00	6.40	10.90	6.60
9.90	6.60	11.00	6.00	10.80	6.40
10.20	6.50	10.60	7.10	10.60	6.50
10.40	6.30	10.30	7.00	11.00	6.40
10.40	6.40	10.40	5.90	10.40	6.30
9.50	6.40	10.10	6.50	11.70	7.10
10.00	6.90	10.20	7.10	11.00	6.40
10.10	6.30	11.00	6.40	11.00	6.30
10.00	6.30	11.60	7.00	9.80	7.00
9.80	6.10	10.90	6.80	11.10	6.40
9.90	6.40	10.40	7.00	10.80	6.60
10.80	6.90	11.20	6.00	11.00	6.70
Total= 303.70	Total= 193.50	Total= 318.60	Total= 195.60	Total= 310.00	Total= 196.10
Media= 10.12	Media= 6.45	Media=10.62	Media= 6.52	Media= 10.33	Media= 6.54

Tabla. A3.2: Mediciones de largo y ancho del fruto Tratamiento Testigo

Tratamiento Testigo					
Sub Tratamiento Nitrato de potasio		Sub Tratamiento Nitrato de amonio		Sub Tratamiento Testigo	
Largo cm	Ancho cm	Largo cm	Ancho cm	Largo Cm	Ancho cm
10.00	6.20	9.80	6.20	9.20	6.10
9.70	6.00	9.50	6.70	9.20	6.20
9.70	6.10	9.80	6.60	9.50	6.50
9.80	6.40	10.30	6.10	10.50	6.00
9.50	6.10	9.60	6.60	10.20	6.10
9.50	6.00	10.40	6.40	10.40	6.10
10.20	6.20	10.10	6.00	10.00	6.50
10.60	6.20	10.40	6.50	10.00	6.00
10.30	6.20	11.00	6.10	9.20	6.20
9.40	6.60	10.00	6.20	10.30	6.10
11.40	6.90	9.60	6.40	10.00	6.40
10.40	6.60	10.60	5.70	9.40	6.00
10.70	7.00	10.00	6.20	9.40	6.00
10.40	6.20	9.70	6.40	10.20	6.60
10.50	6.30	9.60	6.50	9.50	6.60
10.50	6.50	9.90	6.30	9.70	6.70
11.00	6.40	9.60	6.20	9.50	6.20
10.80	6.2	9.90	6.30	9.50	6.30
10.50	6.00	10.30	6.20	9.20	6.30
11.20	7.00	10.30	6.00	10.30	6.00
10.50	6.40	9.90	6.40	10.50	6.00
10.00	6.30	10.20	6.50	10.00	6.10
10.00	6.50	10.50	6.00	9.40	6.00
10.30	6.50	9.40	6.20	10.40	6.20
11.50	6.70	10.00	6.20	9.70	5.80
10.30	6.50	9.80	6.00	10.00	5.80
9.80	6.32	9.50	6.10	10.00	6.00
10.20	6.30	9.30	6.10	9.80	6.10
9.90	6.00	10.80	6.20	9.50	5.80
11.30	6.90	9.50	6.00	10.30	6.00
Total= 309.90	Total= 185.32	Total= 299.30	Total= 187.30	Total= 294.80	Total= 184.70
Media= 10.33	Media= 6.18	Media= 9.98	Media= 6.24	Media= 9.83	Media= 6.16

Tabla. A3.3: Mediciones de largo y ancho del fruto Tratamiento Nitrato de Calcio

Tratamiento Nitrato de Calcio					
Sub Tratamiento Nitrato de potasio		Sub Tratamiento Nitrato de amonio		Sub Tratamiento Testigo	
Largo Cm	Ancho cm	Largo cm	Ancho cm	Largo Cm	Ancho cm
9.40	5.60	9.50	6.20	9.50	6.20
10.80	6.00	9.50	6.20	9.70	6.10
10.50	6.00	9.40	6.50	9.80	6.30
9.50	6.20	9.80	7.10	9.70	6.50
9.60	6.30	10.00	6.40	9.60	6.50
9.40	6.20	10.50	7.10	9.50	6.40
9.20	6.00	9.80	6.50	9.40	6.30
10.50	6.20	10.70	6.30	10.40	6.30
10.30	6.30	10.40	6.10	9.30	6.00
10.40	6.20	10.90	6.30	10.00	6.60
10.20	6.80	10.30	6.50	10.00	5.90
10.00	6.10	10.30	6.80	9.40	6.00
10.40	6.00	10.00	6.90	9.70	6.10
11.00	6.20	10.40	6.40	10.00	6.00
10.00	6.20	10.50	6.40	10.20	6.10
9.80	5.70	10.50	6.30	9.40	6.20
9.80	6.20	10.60	7.00	9.10	5.90
9.60	6.00	11.00	6.60	11.00	6.70
9.20	6.60	11.00	6.60	10.30	6.00
9.40	6.20	10.80	6.60	11.00	7.00
10.30	6.30	10.20	6.40	9.40	6.70
9.40	6.10	9.60	6.20	9.20	6.10
9.80	6.00	10.50	6.00	9.50	6.20
9.70	6.20	10.40	6.20	9.40	6.50
9.40	6.20	10.50	6.00	10.00	6.30
9.40	6.00	11.00	6.20	9.70	5.80
9.40	5.90	10.30	6.10	10.30	6.00
9.50	6.20	9.20	5.90	9.30	6.10
9.80	6.20	9.30	6.10	9.50	6.00
9.20	6.30	9.30	6.00	9.60	5.90
Total= 294.90	Total= 184.40	Total= 306.20	Total= 191.90	292.90	186.70
Media= 9.83	Media= 6.15	Media= 10.21	Media= 6.40	Media= 9.76	4.79

#### Anexo 4 Análisis Foliar

Tabla. A4.1: Análisis Foliar de Tratamiento testigo

Elemento		Sub Tratamiento Nitrato de Potasio	Sub Tratamiento Nitrato de amonio	Sub Tratamiento Testigo	Rango adecuado
Nitrógeno	%	2.26	2.20	2.10	1.60-2.0
Fósforo	%	0.15	0.12	0.13	0.08-2.00
Potasio	%	0.97	0.74	1.06	1.00-3.00
Calcio	%	1.96	1.52	1.68	0.25-0.80
Magnesio	%	0.44	0.32	0.37	
Zinc	Ppm	20	19	22	30-150
Manganeso	Ppm	240	232	287	30-500
Fierro	Ppm	107	99	129	50-200
Cobre	Ppm	9	10	7	5-15
Boro	Ppm	22	22	20	50-100

Tabla. A4.2: Análisis Foliar de Tratamiento Nitrato de Calcio

Elemento		Sub Tratamiento Nitrato de Potasio	Sub Tratamiento Nitrato de Amonio	Sub Tratamiento Testigo	Rango adecuado
Nitrógeno	%	2.15	2.37	2.02	1.60-2.0
Fósforo	%	0.16	0.16	0.16	0.08-2.00
Potasio	%	0.86	0.78	0.68	1.00-3.00
Calcio	%	1.95	1.77	2.27	0.25-0.80
Magnesio	%	0.46	0.46	0.52	
Zinc	Ppm	26	22	29	30-150
Manganeso	Ppm	306	301	334	30-500
Fierro	Ppm	108	134	111	50-200
Cobre	Ppm	11	14	13	5-15
Boro	Ppm	19	17	16	50-100

Tabla. A4.3: Análisis Foliar de Tratamiento Fertiyeso

Elemento		Sub Tratamiento Nitrato de Potasio	Sub Tratamiento Nitrato de Amonio	Sub Tratamiento Testigo	Rango adecuado
Nitrógeno	%	2.16	1.93	2.13	1.60-2.0
Fósforo	%	0.14	0.14	0.18	0.08-2.00
Potasio	%	0.85	0.70	0.92	1.00-3.00
Calcio	%	2.03	2.34	1.93	0.25-0.80
Magnesio	%	0.42	0.49	0.38	
Zinc	Ppm	21	25	22	30-150
Manganeso	Ppm	273	322	294	30-500
Fierro	Ppm	162	148	120	50-200
Cobre	Ppm	8	15	9	5-15
Boro	Ppm	9	23	21	50-100

Tabla. A4.4: Análisis Foliar de Tratamiento Nib Calcio

Elemento		Sub. Tratamiento Nitrato de Potasio	Sub. Tratamiento Nitrato de amonio	Sub Tratamiento Testigo	Rango adecuado
Nitrógeno	%	2.43	2.52	1.79	1.60-2.0
Fósforo	%	0.17	0.17	0.15	0.08-2.00
Potasio	%	0.80	0.84	0.61	1.00-3.00
Calcio	%	1.95	1.70	1.94	0.25-0.80
Magnesio	%	0.48	0.41	0.46	
Zinc	Ppm	22	23	20	30-150
Manganeso	Ppm	285	312	221	30-500
Fierro	Ppm	112	125	109	50-200
Cobre	Ppm	9	11	7	5-15
Boro	Ppm	20	24	16	50-100

Tabla. A4: 5 Análisis Fertilidad de suelo de Tratamiento Nitrato de Calcio

Elemento		Sub Tratamiento Nitrato de Potasio	Sub Tratamiento Nitrato de amonio	Sub Tratamiento Testigo
Nitrógeno Disp.	(N) ppm	64 adecuado	27 regular	42 adecuado
Fósforo Disp.	(P) ppm	29 adecuado	10 regular	31 adecuado
Potasio Disp.	(K) ppm	105 regular	91 bajo	109 regular
Ph suspension		6.2 Lig. Ácido	6.1 lig. Ácido	5.9 Lig. Ácido
Cond. eléctrica	mmhos/cm	1.2 sin problema	1.0 sin problema	0.8 sin problema
Material org.	%	2.2 alto	1.7 muy bajo	2.4 alto
Boro Disp.	Ppm.	0.71 medio	1.08 alto	0.75 medio

Tabla. A4: 6. Análisis Fertilidad de suelo de Tratamiento Testigo

Elemento		Sub Tratamiento Nitrato de Potasio	Sub Tratamiento Nitrato de amonio	Sub Tratamiento Testigo
Nitrógeno Disp.	(N) ppm	34 regular	26 regular	23 regular
Fósforo Disp.	(P) ppm	45 adecuado	73 alto	45 adecuado
Potasio Disp.	(K) ppm	154 adecuado	121 regular	112 regular
Ph suspension		6.5 neutro	5.7 Lig. ácido	6.3 Lig. Ácido
Cond. eléctrica	mmhos/cm	0.6 sin problema	0.7 sin problema	0.8 sin problema
Material org.	%	1.5 muy bajo	1.6 muy bajo	3.9 medio
Boro Disp.	Ppm.	0.60 bajo	0.50 bajo	1.05 alto

Tabla. A4: 6 Análisis Fertilidad de suelo de Tratamiento Fertiyeso

Elemento		Sub Tratamiento Nitrato de Potasio	Sub Tratamiento Nitrato de amonio	Sub Tratamiento Testigo
Nitrógeno Disp.	(N) ppm	32 regular	24 regular	17 bajo
Fósforo Disp.	(P) ppm	82 alto	22 adecuado	37 adecuado
Potasio Disp.	(K) ppm	90 bajo	52 bajo	65 bajo
Ph suspension		6.7 neutro	6.0 Lig. Ácido	6.7 neutro
Cond. eléctrica	mmhos/cm	2.2 lev. Salino	2.6 Lev. Salino	0.7 sin problema
Material org.	%	2.1 bajo	1.4 muy bajo	1.4 muy bajo
Boro Disp.	Ppm.	0.87 medio	0.64 medio	0.41 bajo

## Anexo 5 Análisis de Sales

Tabla. A5:1 Análisis de salinidad en suelos del Tratamiento Fertiyeso, con sus respectivos Sub Tratamientos.

Tratamiento Fertiyeso						
		Sub Tratamiento Nitrato de potasio	Sub Tratamiento Nitrato de amonio	Sub Tratamiento Testigo	Rango Sin problemas	Rango Problemas severos
Phe		7.3	6.67	7.03	6.50-8.00	> 8.50
C.E.e	mmhos/lt	2.02	4.34	0.9	< 2.00	> 4.00
Ca	Sol. Meq/lt.	14.48	21.98	5.03		
Mg	Sol. Meq/lt.	2.10	5.92	0.86		
Na	Sol. Meq/lt.	4.21	15.17	3.21	< 5.00	> 30.00
K	Sol. Meq/lt.	0.30	0.35	0.20		
Cl	Sol. Meq/lt.	1.90	18.75	2.65		
SO4	Sol. Meq/lt.	15.18	28.19	5.49	< 10.00	> 30.00
HCO3	Sol. Meq/lt.	1.02	0.45	1.01	< 4.00	> 8.50
RAS	Sol. Meq/lt.	1.46	4.06	1.87	< 10.00	> 15.00

Tabla. A5:2 Análisis de salinidad en suelos del Tratamiento Testigo, con sus respectivos Sub Tratamientos.

Tratamiento Testigo						
		Sub Tratamiento Nitrato de potasio	Sub Tratamiento Nitrato de amonio	Sub Tratamiento Testigo	Rango Sin problemas	Rango Problemas severos
Phe		7.02	6.51	6.84	6.50-8.00	> 8.50
C.E.e	mmhos/lt	0.72	1.21	0.90	< 2.00	> 4.00
Ca	Sol. Meq/lt.	6.68	6.68	6.35		
Mg	Sol. Meq/lt.	1.56	1.56	1.40		
Na	Sol. Meq/lt.	4.24	4.24	3.43	< 5.00	> 30.00
K	Sol. Meq/lt.	0.39	0.39	0.30		
Cl	Sol. Meq/lt.	4.35	4.35	3.65		
SO4	Sol. Meq/lt.	7.18	7.18	6.22	< 10.00	> 30.00
HCO3	Sol. Meq/lt.	0.71	0.71	1.42	< 4.00	> 8.50
RAS	Sol. Meq/lt.	2.09	2.09	1.74	< 10.00	> 15.00

Tabla .A5:3 Análisis de salinidad en suelos del Tratamiento Nitrato de Calcio, con sus respectivos Sub Tratamientos.

Tratamiento Nitrato de Calcio						
		Sub Tratamiento Nitrato de potasio	Sub Tratamiento Nitrato de amonio	Sub Tratamiento Testigo	Rango Sin problemas	Rango Problemas severos
Phe		6.86	6.63	6.59	6.50-8.00	> 8.50
C.E.e	mmhos/lt	1.32	0.94	0.90	< 2.00	> 4.00
Ca	Sol. Meq/lt.	7.05	3.95	6.25		
Mg	Sol. Meq/lt.	1.39	0.74	1.28		
Na	Sol. Meq/lt.	4.57	3.65	3.08	< 5.00	> 30.00
K	Sol. Meq/lt.	0.17	0.09	0.27		
Cl	Sol. Meq/lt.	3.35	1.90	2.75		
SO4	Sol. Meq/lt.	9.12	6.26	3.31	< 10.00	> 30.00
HCO3	Sol. Meq/lt.	0.32	0.31	0.52	< 4.00	> 8.50
RAS	Sol. Meq/lt.	2.10	2.38	1.59	< 10.00	> 15.00

## ANEXO 6 REGRESION LINEAL

### A6. REGRESIÓN LINEAL DE LA C.E. DEL BULBO DE RIEGO

GRAFICO A.6: 1 Regresión Lineal CE para el Tratamiento Fertiyeso/ Nitrato de Potasio.

$$\text{Ecuación de la función cuadrática } Y = 0.72 - 0.12 X - 6.13 E^{-3} X^2$$

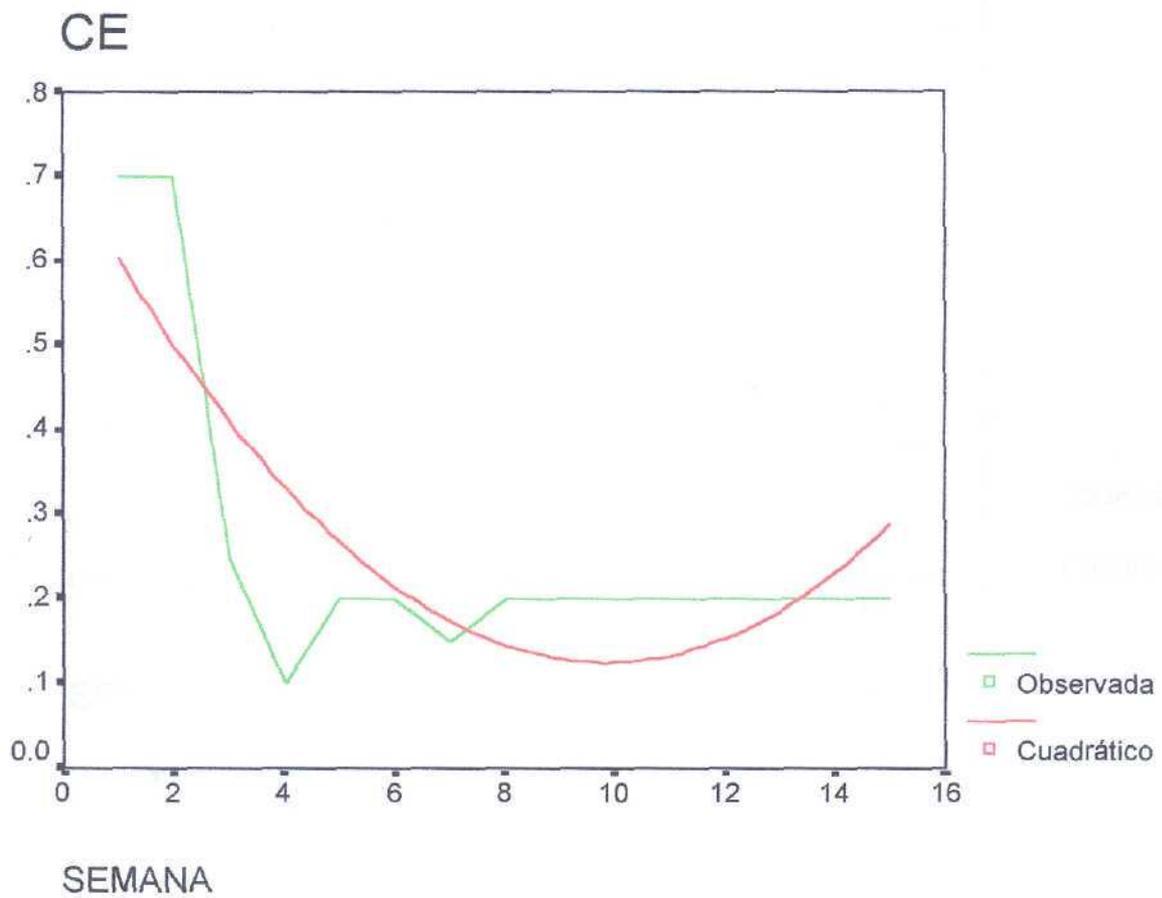


GRAFICO A.6:2 Regresión Lineal CE para el Tratamiento Fertiyeso/ Nitrato de Amonio

Ecuación de la función cuadrática  $Y = 0.81 - 0.14 X + 7.15 E^{-3} X^2$

C.E.

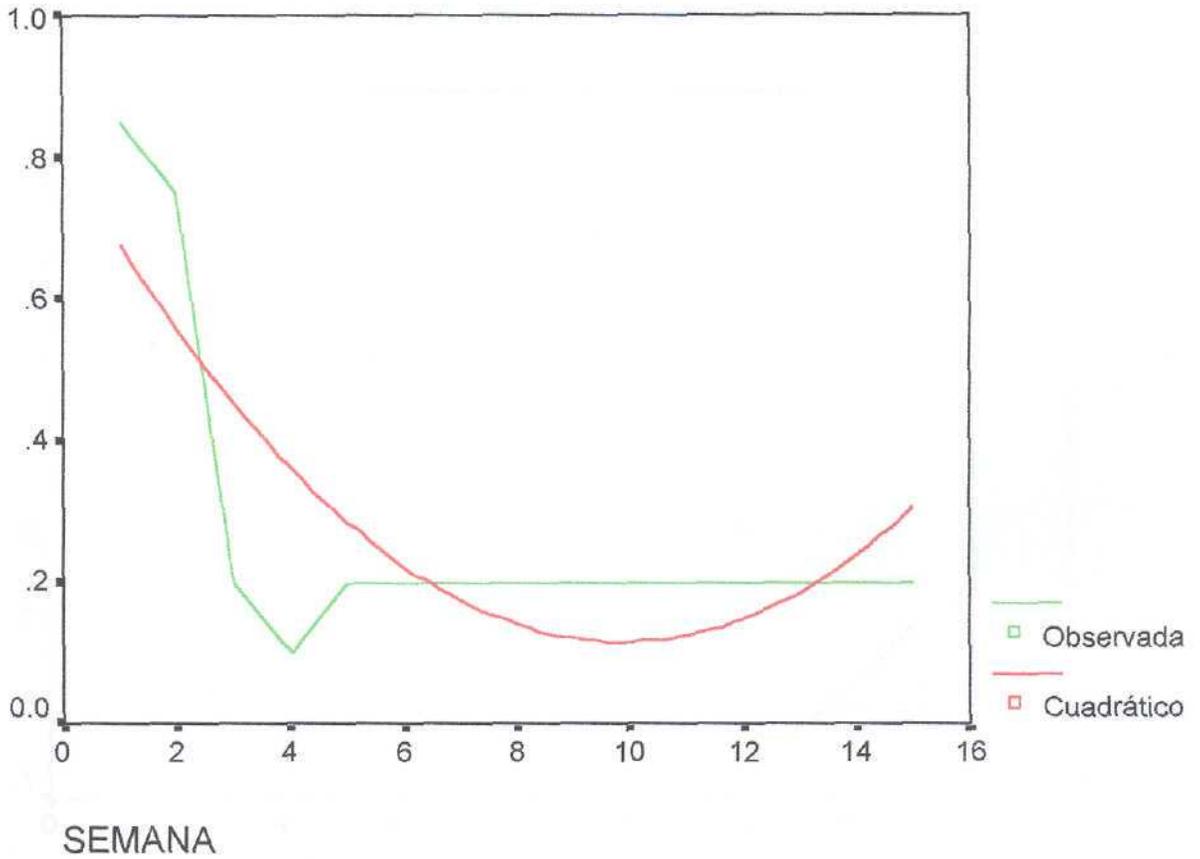


GRAFICO A.6:3 Regresión Lineal CE para el Tratamiento FertiYeso/ Testigo

$$\text{Ecuación de la función cuadrática } Y = 0.84 - 0.14 X + 7.23 E^{-3} X^2$$

C.E.

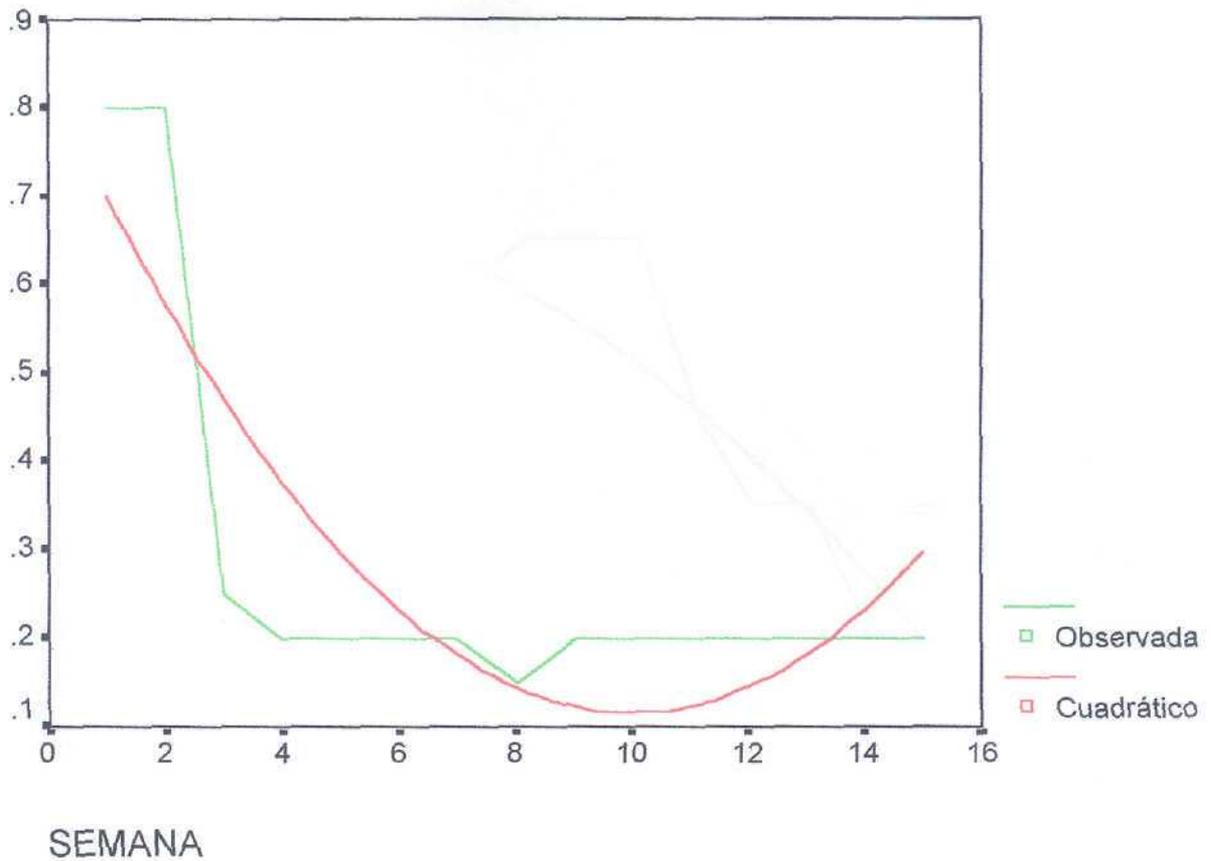


GRAFICO A.6: 4 Regresión Lineal CE para el Tratamiento Testigo/ Nitrato de Potasio

$$\text{Ecuación de la función cuadrática } Y = 0.58 - 1.29 E^{-2} - 3.01 E^{-3} X^2$$

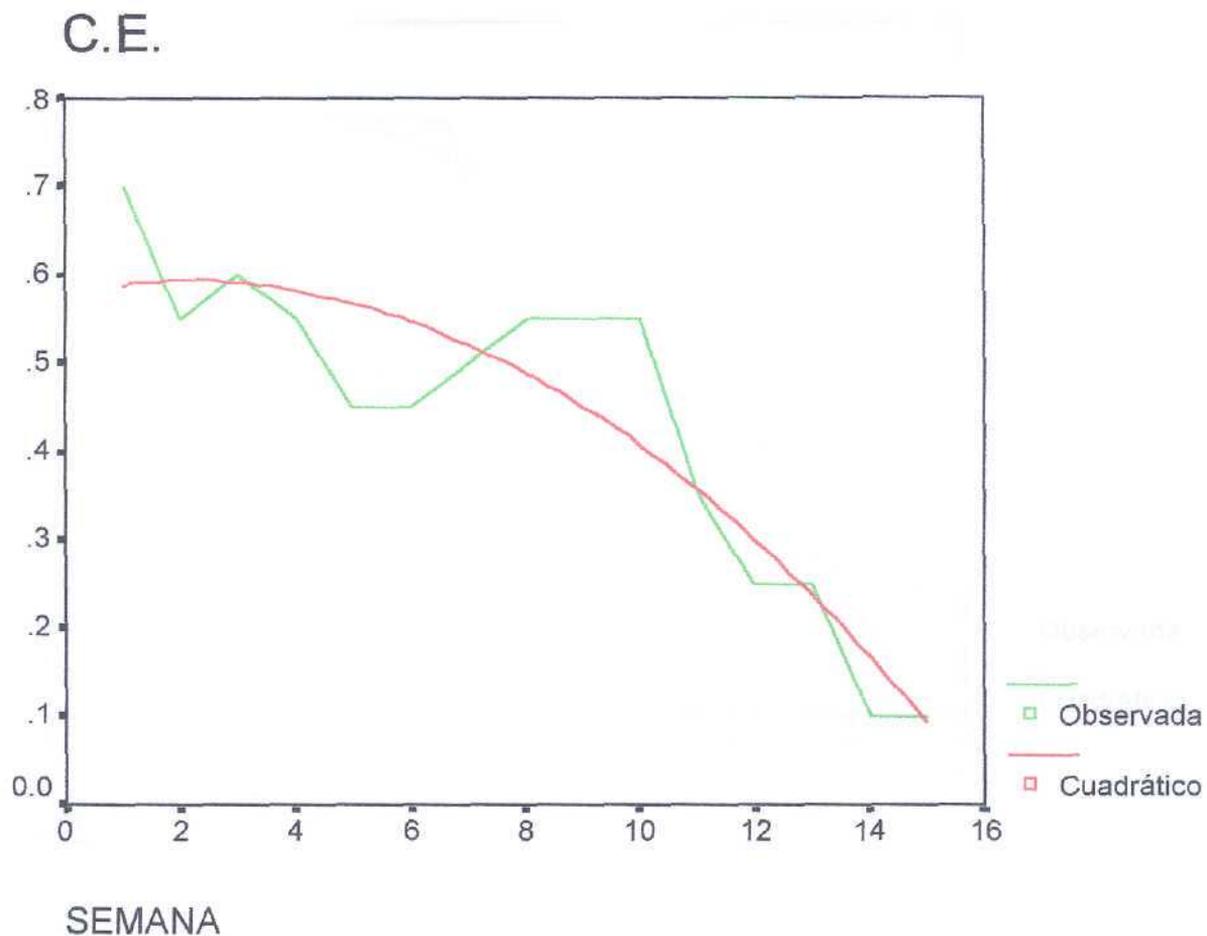
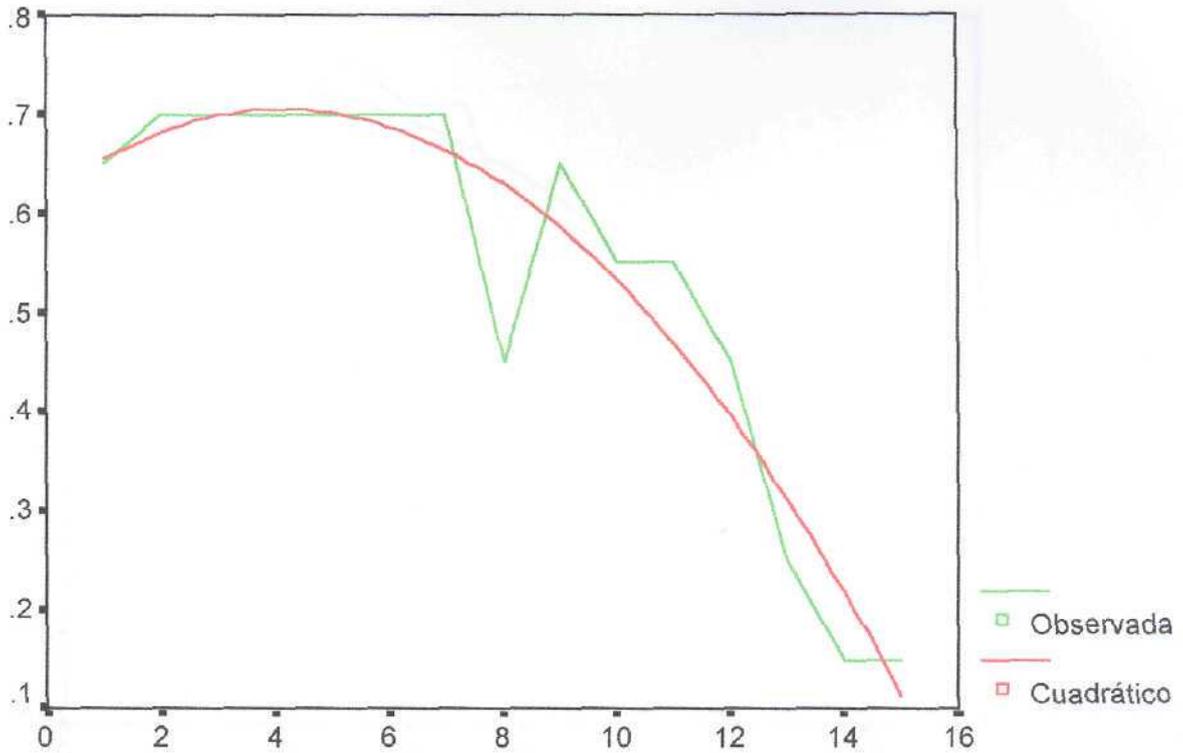


GRAFICO A.6:5 Regresión Lineal CE para el Tratamiento Testigo/ Nitrato de Amonio

$$\text{Ecuación de la función cuadrática } Y = 0.62 + 4.15 E^{-2} X - 5.02 E^{-3} X^2$$

C.E.



SEMANA

GRAFICO A.6:6 Regresión Lineal CE para el Tratamiento Testigo/ Testigo

$$\text{Ecuación de la función cuadrática } Y = + 0.69 + 2.23 E^{-2} X - 3.92 E^{-3} X^2$$

C.E.

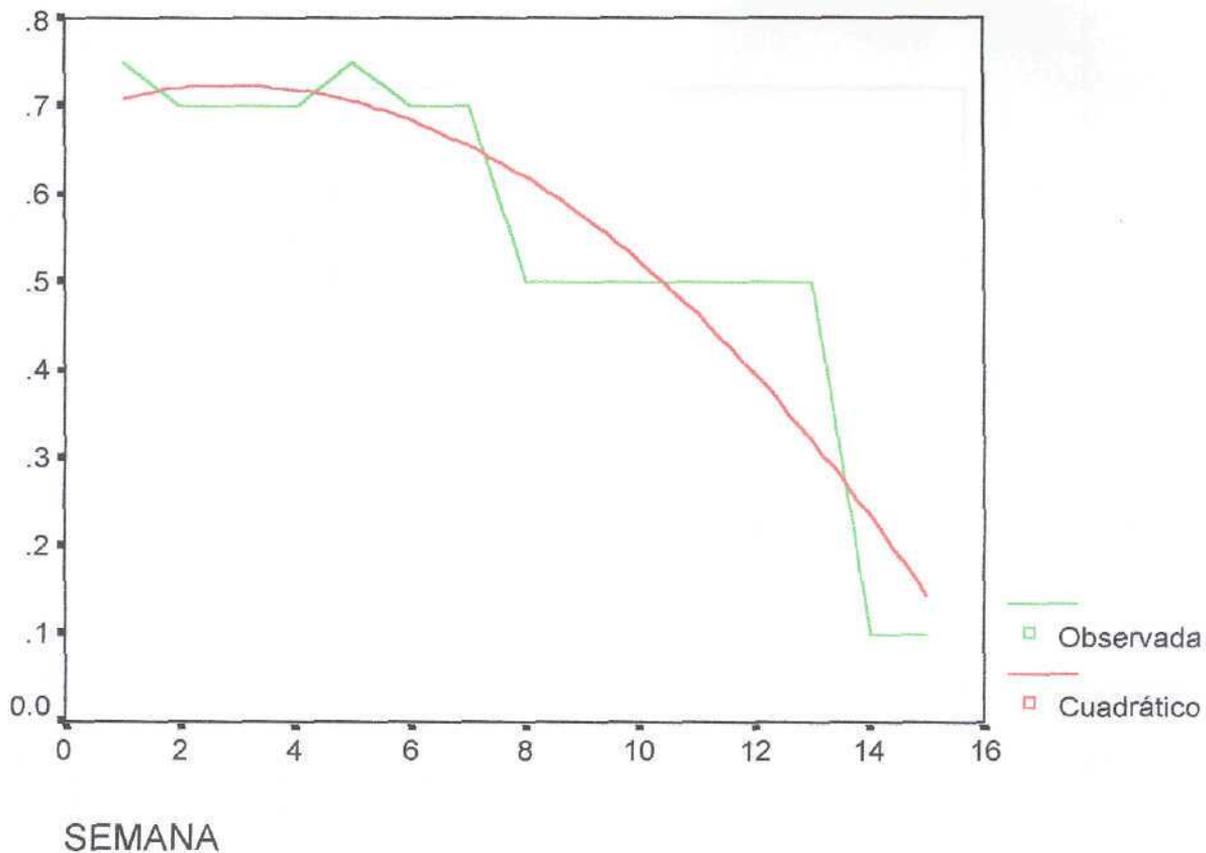


GRAFICO A.6:7 Regresión Lineal CE para el Tratamiento Nitrato de Calcio/ Nitrato de Potasio

$$\text{Ecuación de la función lineal } Y = + 0.80 - 3.84 E^{-2} X$$

C.E.

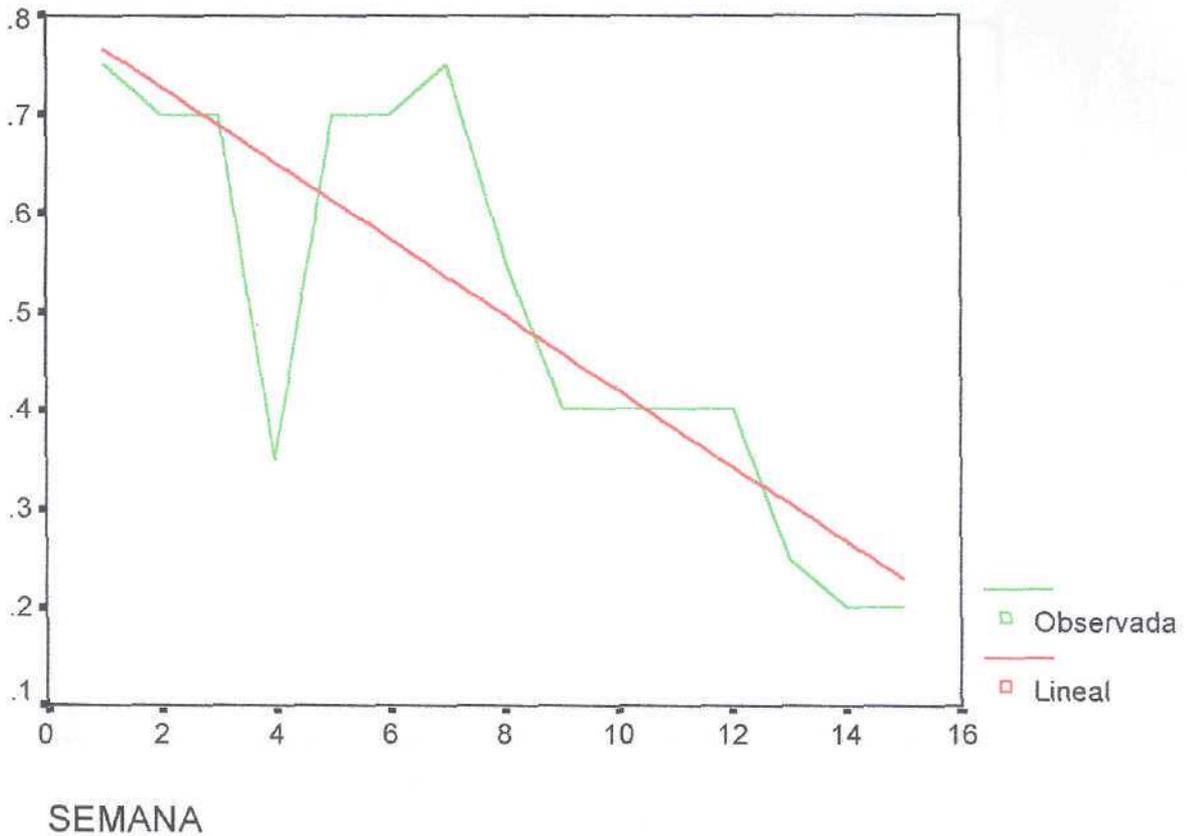
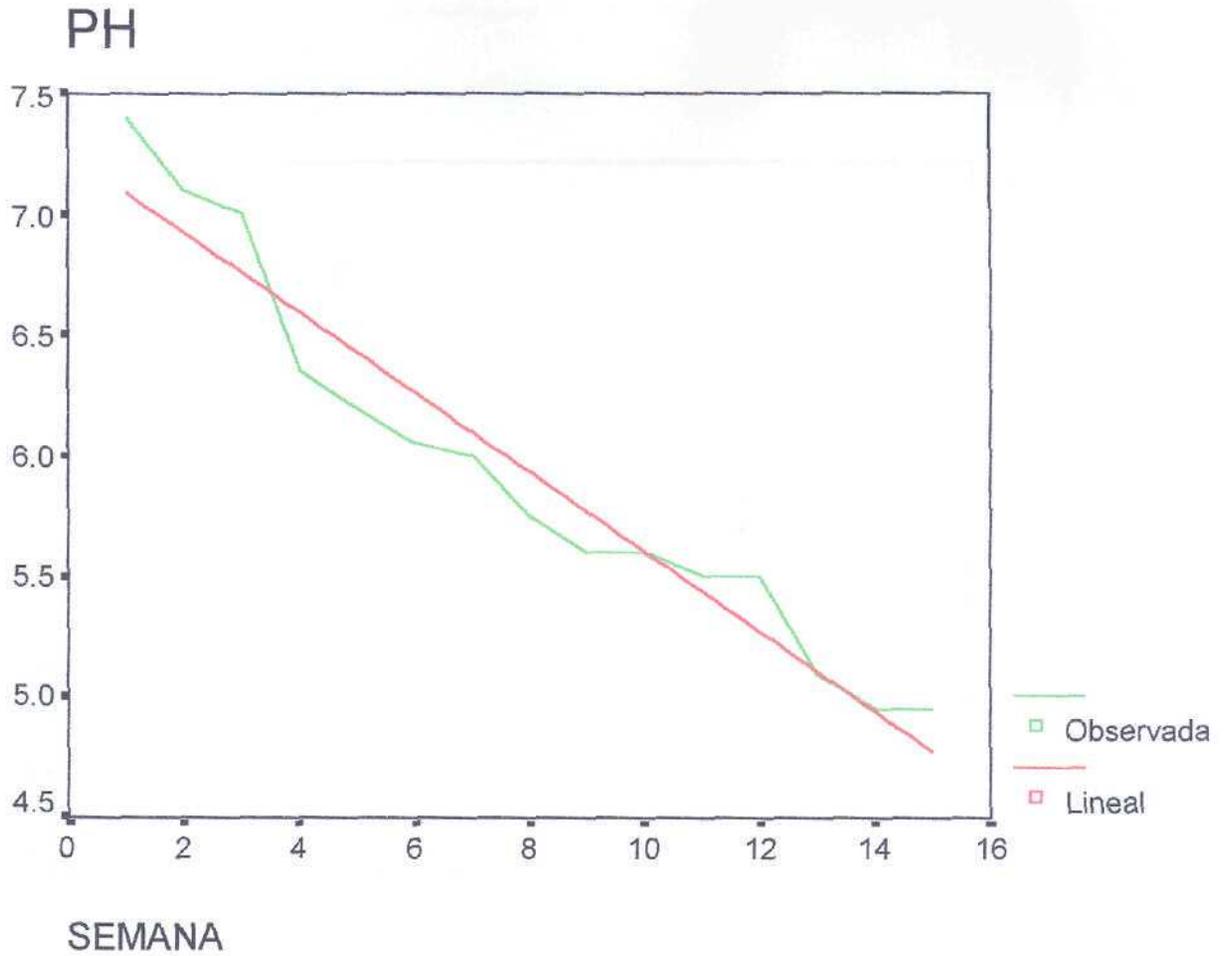


GRAFICO A.6:8 Regresión Lineal CE para el Tratamiento Nitrato de Calcio/ Nitrato de Amonio

$$\text{Ecuación de la función lineal } Y = + 0.75 - 3.48 E^{-2} X$$



$$\text{Ecuación de la función lineal } Y = + 0.75 - 3.99 E^{-2} X$$

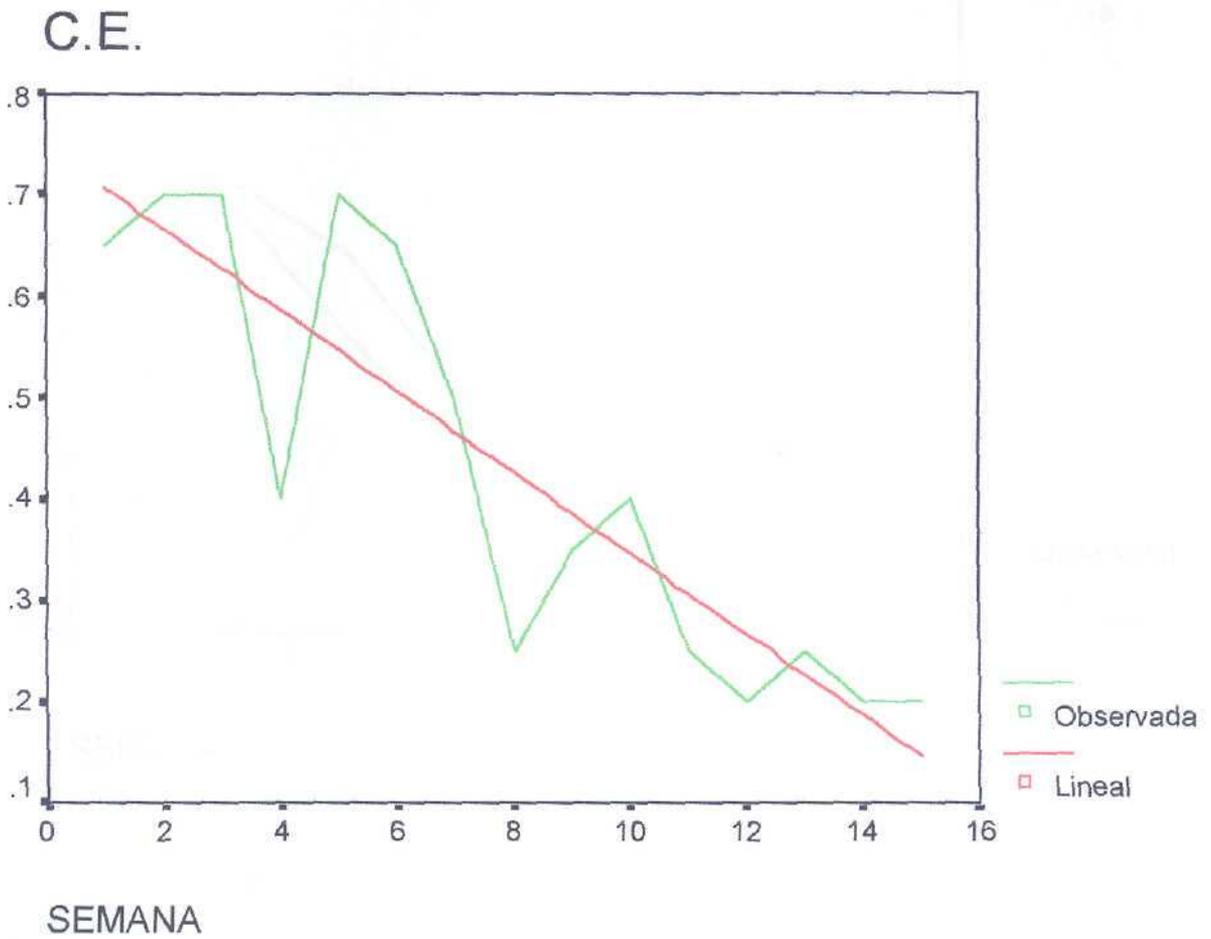


GRAFICO A.6:10 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Fertiyeso/ Nitrato de Potasio

$$\text{Ecuación de la función cuadrática } Y = + 7.42 - 0.25 X + 9.11 E^{-3} X^2$$

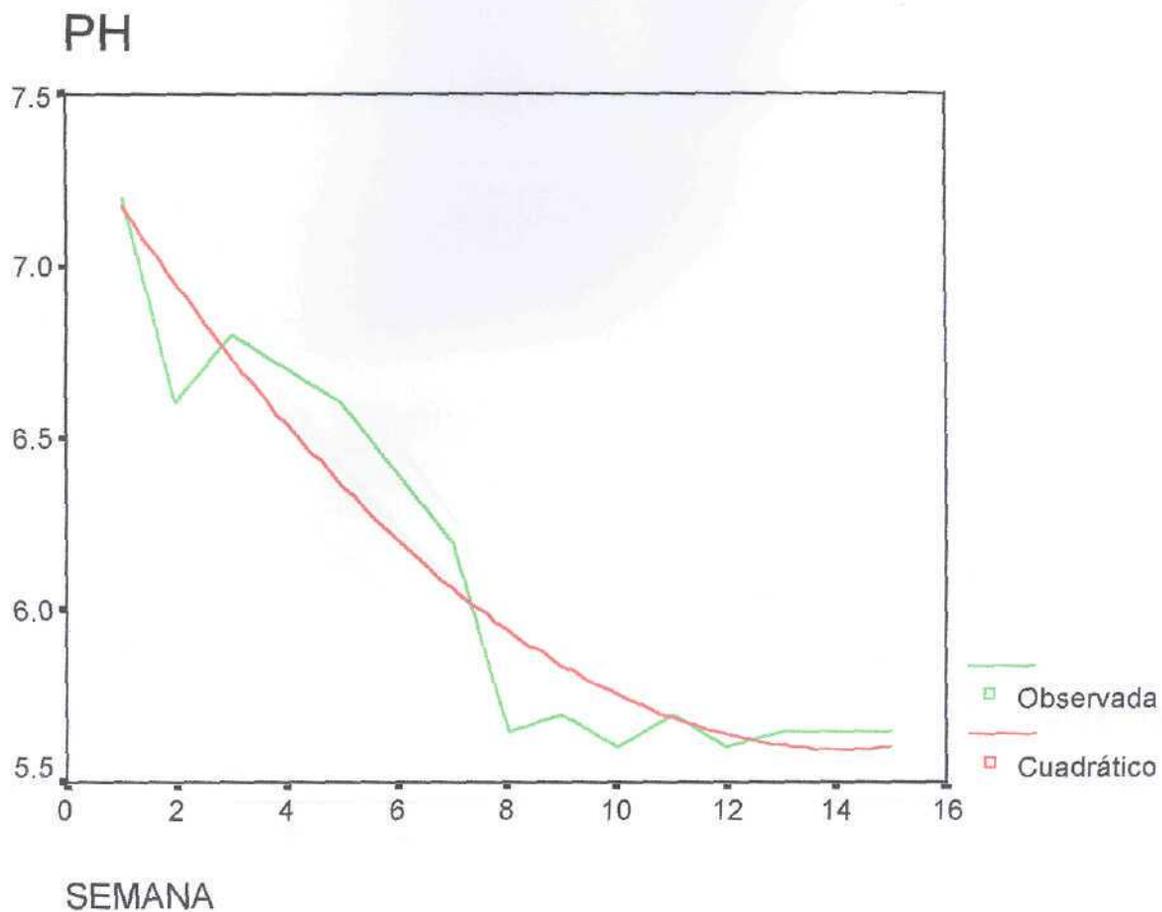


GRAFICO A.6:11 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Fertiteso/ Nitrato de Amonio

Ecuación de la función cuadrática  $Y = +7.32 - 0.28 X + 0.11 X^2$

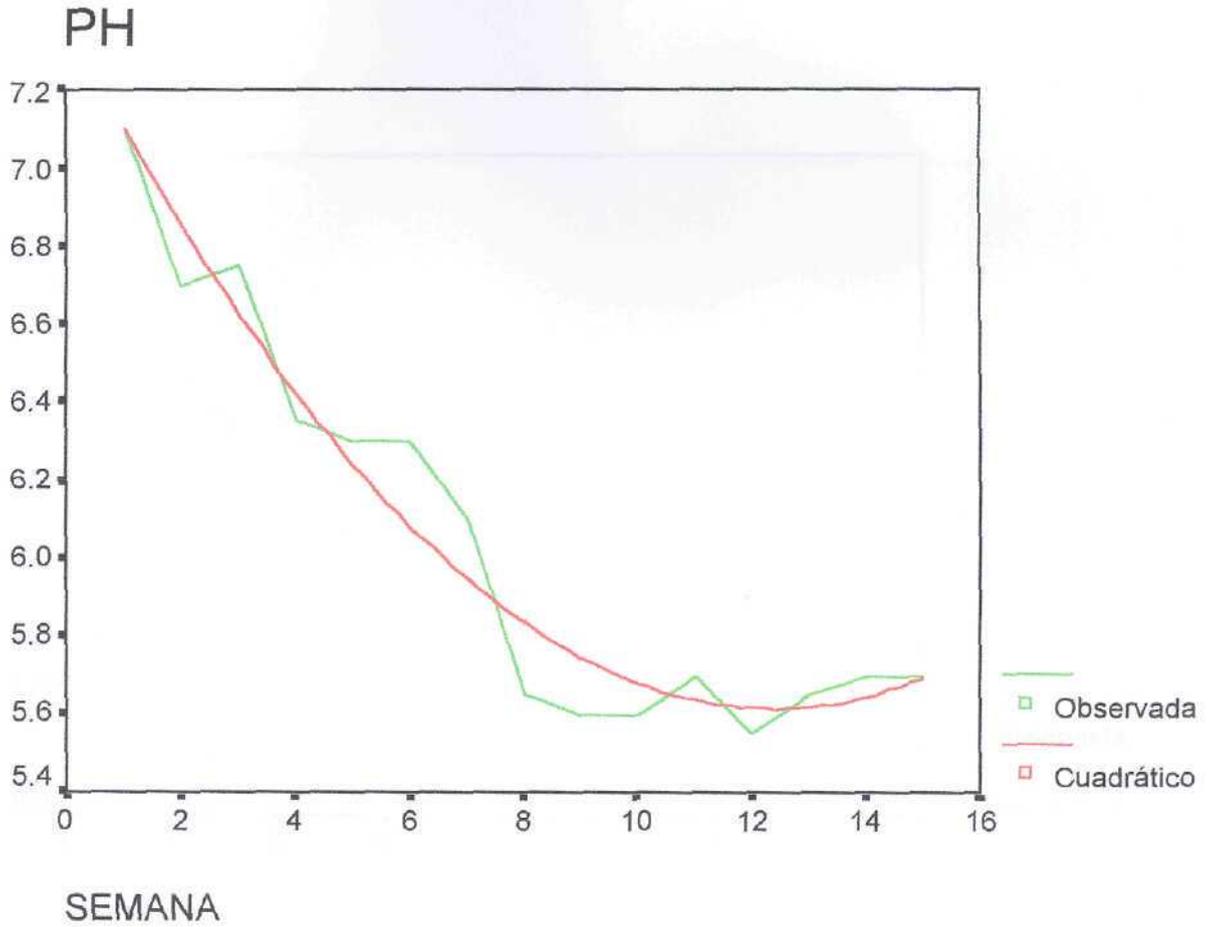


GRAFICO A.6:12 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Fertiteso/ Testigo

Ecuación de la función cuadrática  $Y = + 7.78 - 0.29 X + 1.02 E^{-2} X^2$

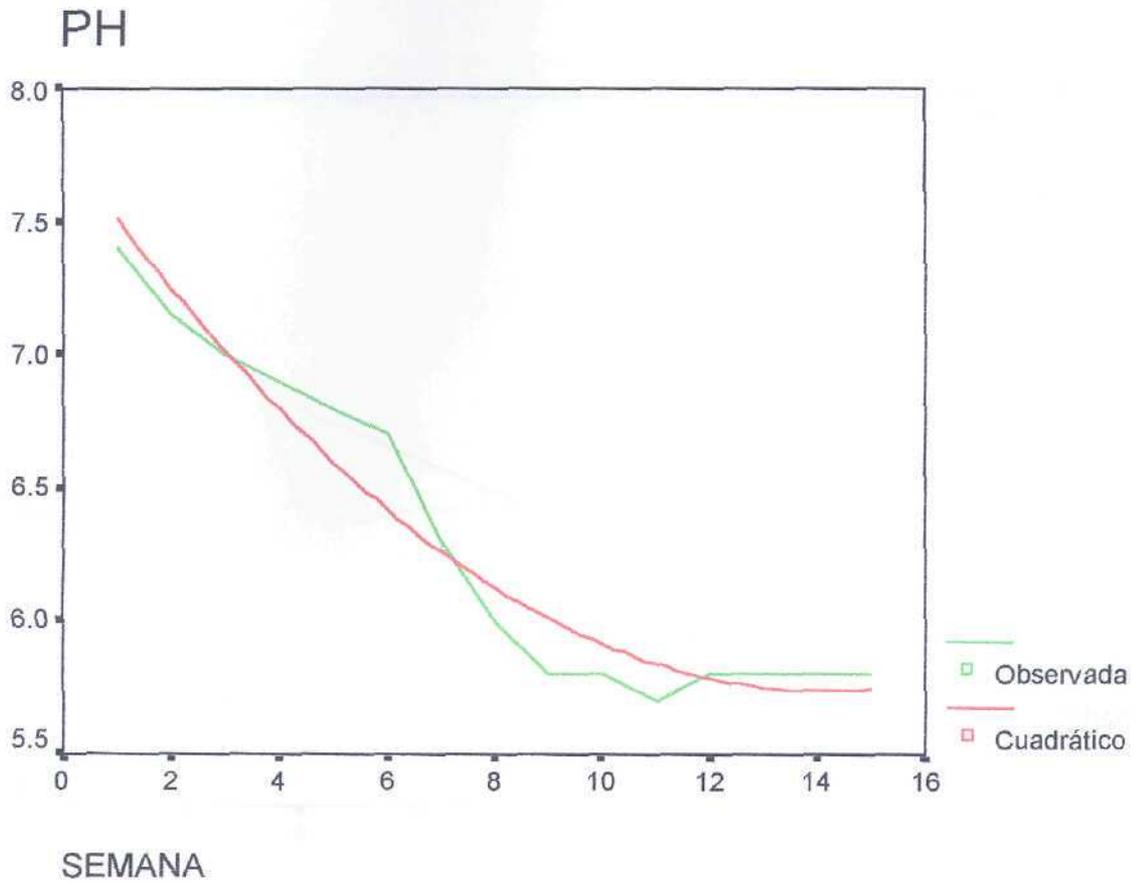


GRAFICO A.6:13 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Testigo/ Nitrato de Potasio

$$\text{Ecuación de la función lineal } Y = + 6.74 - 8.55 E^{-2} X$$

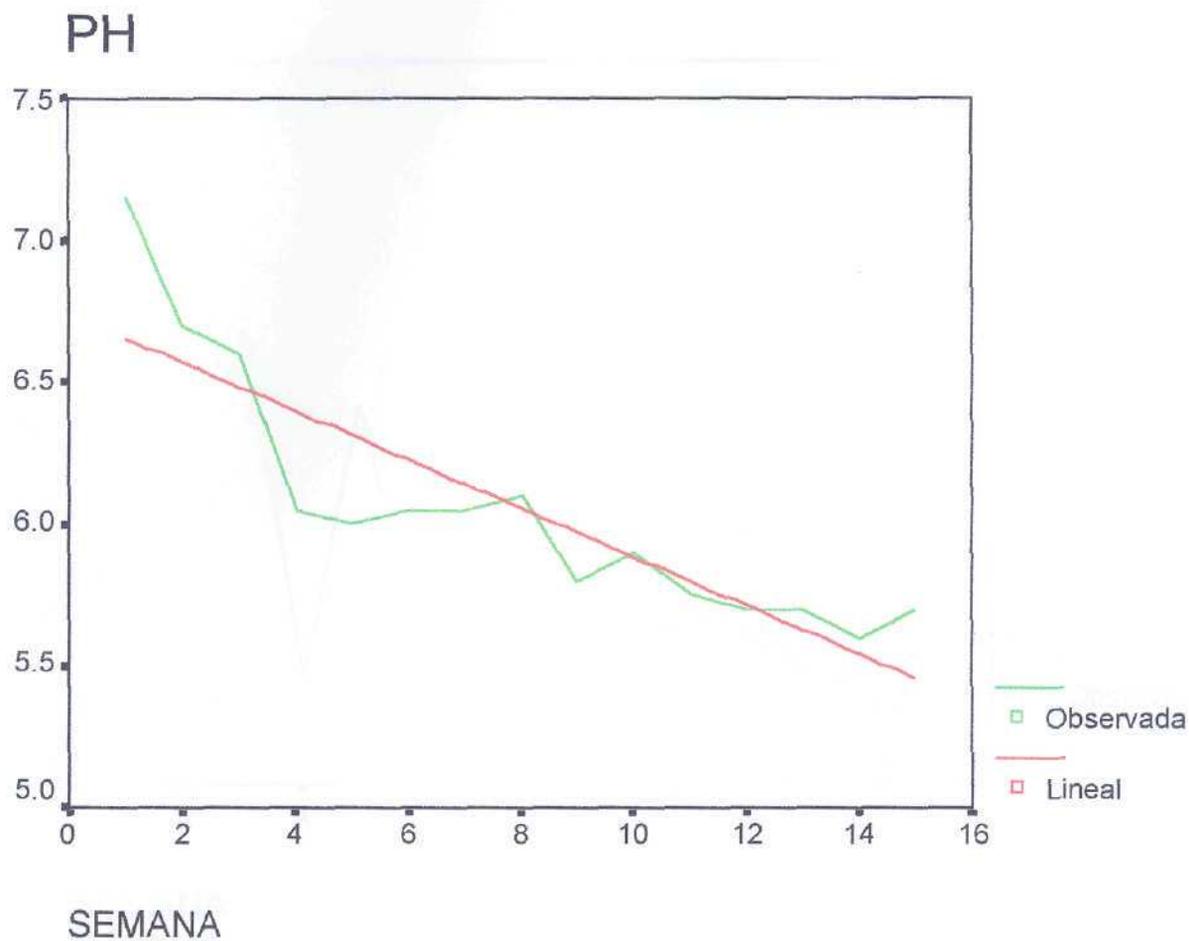


GRAFICO A.6: 14 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Testigo/ Nitrato de Amonio

Ecuación de la función lineal  $Y = + 6.86 - 8.09 E^{-2} X$

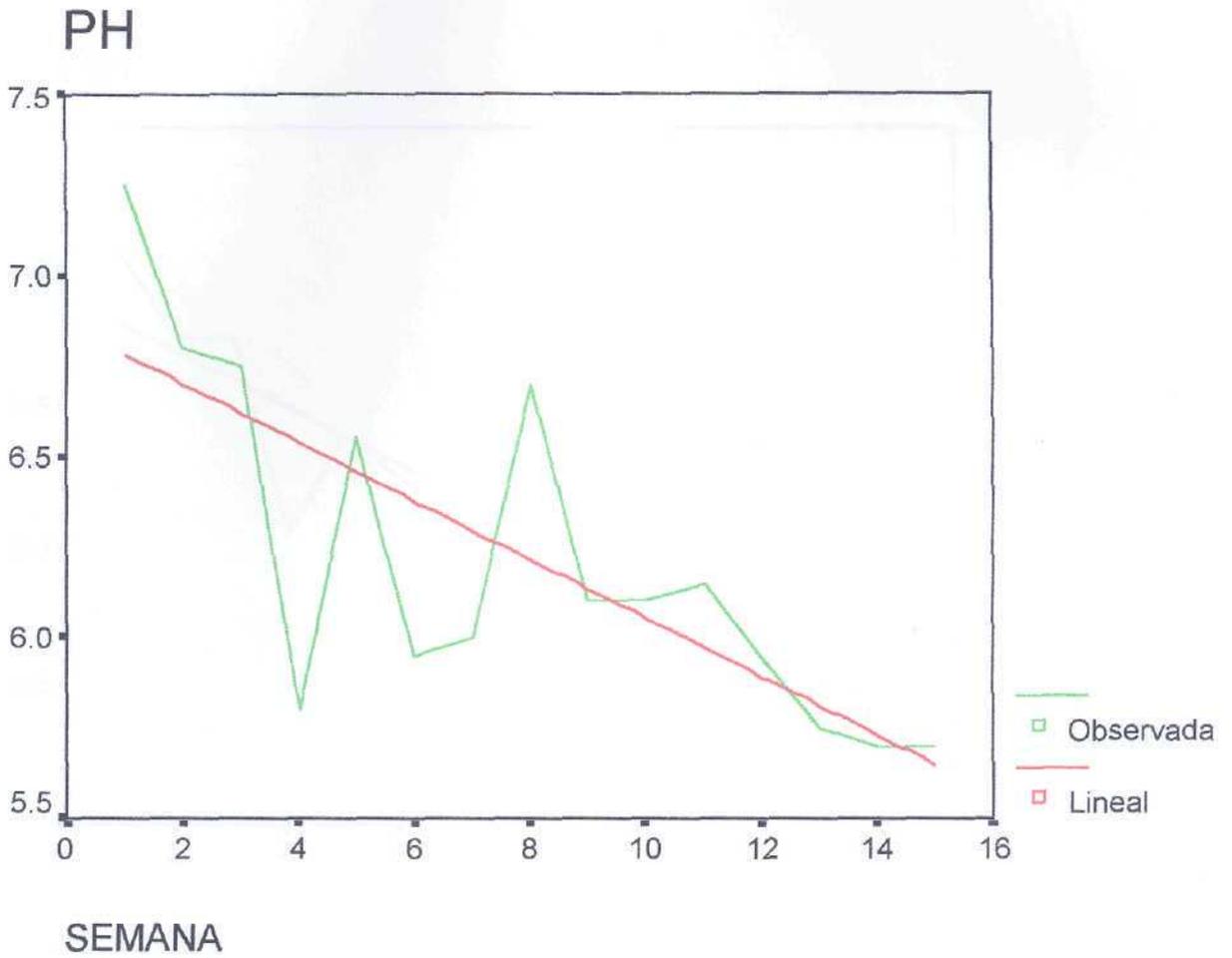


GRAFICO A.6:15 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Testigo/ Testigo

$$\text{Ecuación de la función lineal } Y = + 6.89 - 0.10E^{-2} X$$

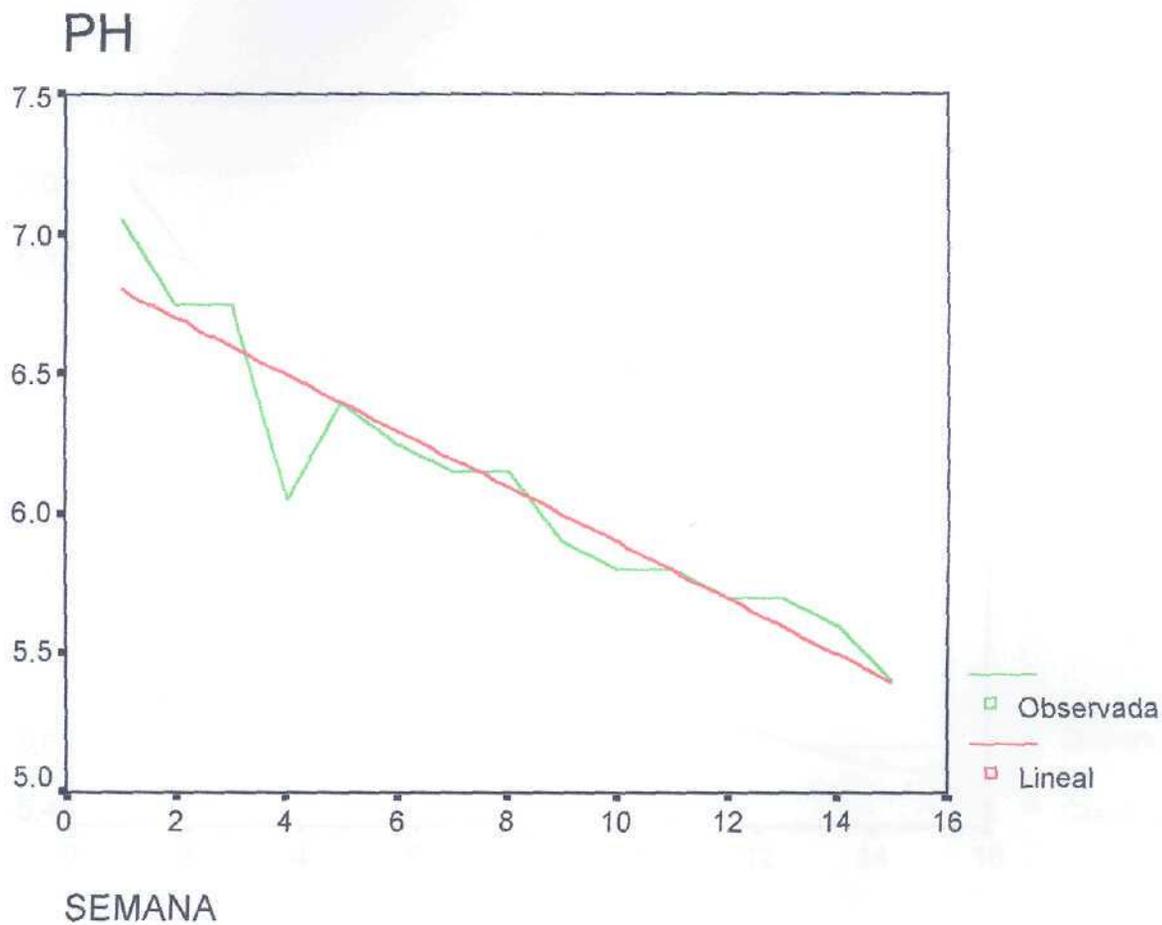


GRAFICO A.6:16 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Nitrato de Calcio/Nitrato de Potasio

Ecuación de la función cuadrática  $Y = + 7.20 - 0.21 X + 6.45 E^{-3} X^2$

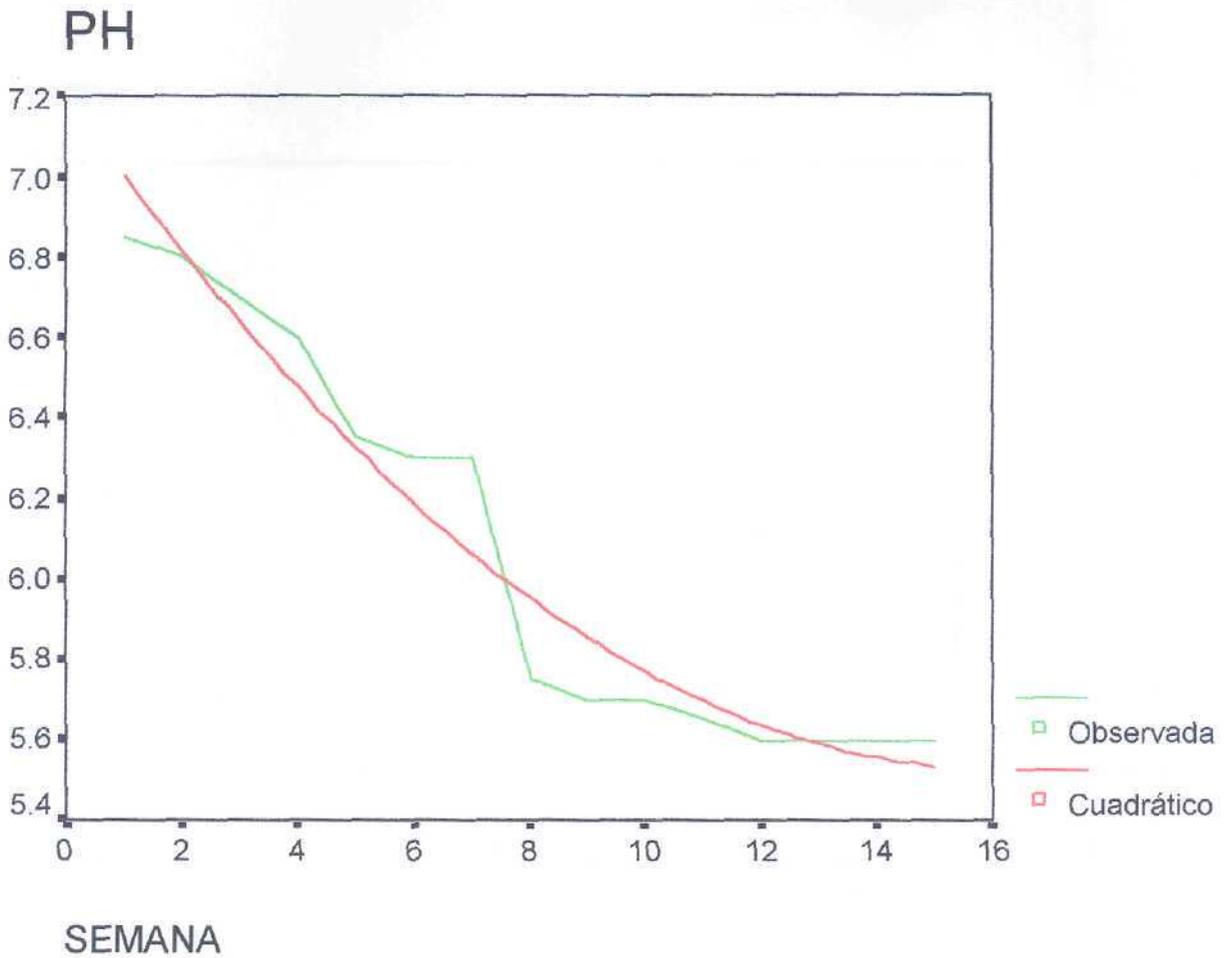


GRAFICO A.6:17 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Nitrato de Calcio/Nitrato de Amonio

Ecuación de la función cuadrática  $Y = + 7.62 - 0.29 X + 7.82 E^{-3} X^2$

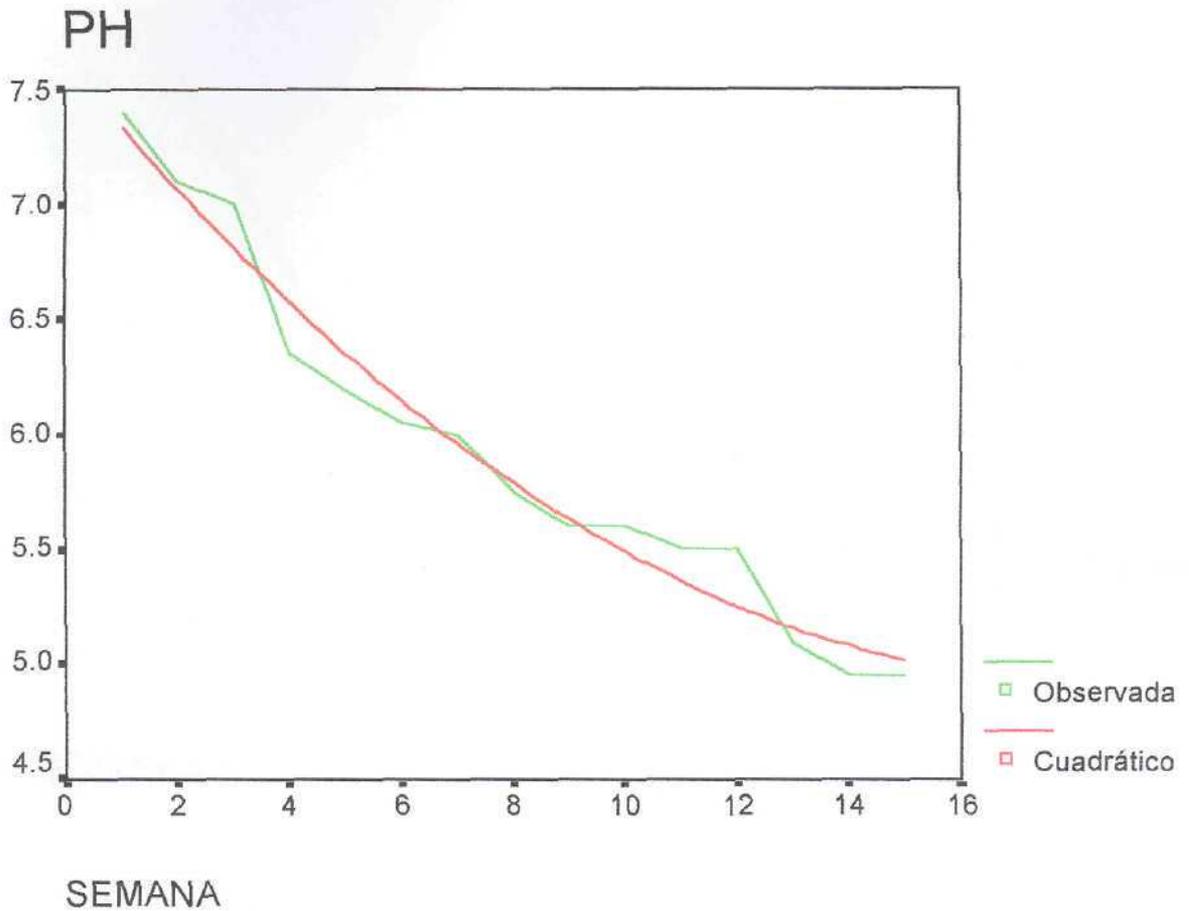


GRAFICO A.6:18 Regresión Lineal pH para el Tratamiento Nitrato de Calcio/ Testigo

$$\text{Ecuación de la función cuadrática } Y = + 7.67 - 0.37 X + 1.69 E^{-2} X^2$$

