C
5.3298

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFECTOS DEL RIEGO Y FERTIRRIEGO EN DURAZNERO

CV. FORASTERO

FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

por

Pablo MORALES MOLINA

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo (Orientación Producción Vegetal Intensiva)

MONTEVIDEO
URUGUAY
2004

Tesis aprobada por:

Director: MARIO GARCÍA

Nombre completo y firma

ANTONIO FORMENTO

Nombre completo y firma

LUCÍA PORPO

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor: _____

AGRADECIMIENTOS

Al director y codirectores de tesis Mario García, Antonio Formento y Lucia Puppo, al personal del Centro Regional Sur especialmente Walter Marrero, a Leticia Martinez de la cátedra de fertilidad, Alicia Gallo y Rover Rodríguez por su colaboración en las mediciones de campo y a mis familiares que han aportado en diferente medida para la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
PAGINA DE APROBACIÓN.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	2
2.1 LA FRUTICULTURA EN URUGUAY.....	2
2.2 ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS.....	2
2.2.1 Métodos de estimación de la ETo.....	3
2.2.2 Determinación de los coeficientes de los cultivos.....	4
2.3 MEDICIÓN DEL AGUA EN EL SUELO.....	5
2.3.1 Métodos directos.....	5
2.3.2 Métodos Indirectos.....	5
2.3.2.1Tensiómetros.....	5
2.3.2.2 Sonda de neutrones.....	6
2.4 EFECTO DEL RIEGO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO...	7
2.4.1 Área de la sección transversal del tronco.....	8
2.4.2 Longitud de los brotes.....	9
2.4.3 Peso de la poda.....	10
2.5 EFECTO DEL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN Y EN LA CALIDAD DE LOS FRUTOS.....	11
2.5.1 Rendimiento y tamaño de los frutos.....	11
2.5.2 Crecimiento del fruto.....	13
2.5.3 Calidad de la fruta.....	15
2.5.4 Maduración de la fruta	16
2.6 EFECTO DEL RIEGO EN LA NUTRICIÓN MINERAL.....	17
2.7 FERTILIZACION Y FERTIRRIEGO EN DURAZNERO.....	20
2.7.1 Crecimiento vegetativo.....	20
2.7.2 Producción y calidad	21
2.7.3 Maduración de la fruta.....	22
2.7.4 Nivel foliar.....	23
3. MATERIALES Y METODOS.....	25
3.1 MATERIAL VEGETAL.....	25
3.2 SUELO.....	25
3.3 CLIMA.....	28
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
3.5 PROGRAMACION Y MANEJO DEL RIEGO.....	32
3.6 MANEJO CULTURAL.....	33

3.7 PARAMETROS EVALUADOS..... 34
3.7.2 Medidas de crecimiento vegetativo..... 36
3.7.2.1 Crecimiento del tronco..... 36
3.7.2.2 Longitud de rama..... 36
3.7.2.3 Peso de poda..... 36
3.7.3 Análisis foliar..... 36
3.7.4 Crecimiento de los frutos..... 37
3.7.5 Parámetros de maduración de la fruta..... 38
3.7.6 Determinación de la producción..... 38
3.7.7 Análisis Estadístico..... 39

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 40
4.1 RIEGO TOTAL APLICADO..... 40
4.2 EVOLUCION DE LA HUMEDAD DEL SUELO..... 41
4.3 NUTRICION MINERAL..... 44
4.4 EFECTOS DEL RIEGO Y FERTIRRIEGO EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO..... 46
4.4.1 Crecimiento del tronco..... 46
4.4.2 Crecimiento de brindillas..... 48
4.4.3 Peso de poda..... 49
4.5 CRECIMIENTO DEL FRUTO..... 52
4.6 EFECTOS DEL RIEGO Y FERTIRRIEGO EN LA PRODUCCIÓN..... 55
4.6.1 Rendimiento..... 56
4.6.2 Calibración de la fruta..... 59
4.6.3 Maduración de la fruta..... 61
4.6.4 Calidad de la fruta..... 63

5.CONCLUSIONES..... 64

6.RESUMEN..... 65

7.SUMARY..... 66

8.BIBLIOGRAFÍA..... 67

LISTA DE TABLAS

TABLA N°		Página
1	Descripción del perfil del suelo en el camellón	26
2	Análisis textural	26
3	Análisis químico del suelo	26
4	Propiedades hídricas del suelo	28
5	Precipitaciones y evaporación del tanque A	28
6	Fechas de inicio y finalización del riego, y cortes durante la temporada de riego	33
7	Rangos máximos y mínimos de ratio, contenido de humedad volumétrica en (%) para las tres profundidades calibradas	35
8	Ordenada en el origen (a), pendiente (b) y coeficiente de determinación lineal (r^2), de las rectas de calibración de la sonda de neutrones para cada horizonte	35
9	Clasificación de la fruta en función del calibre	39
10	Análisis de covarianza	39
11	Riego total aplicado por mes en litros por árbol y milímetros calculados para un marco de plantación de 11.25 m^2	40
12	Análisis Foliar	44
13	Evolución del área de la sección transversal del tronco en cm^2	46
14	Incrementos relativos de la sección tronco (%)	47
15	Evolución del crecimiento en longitud de las ramas del año (cm)	48
16	Incremento relativo del crecimiento de las ramas (%)	49
17	Peso de poda invernal en kg. $árbol^{-1}$	52
18	Rendimiento en Kg./ árbol en cada repaso y total acumulado	56

19 Números de frutos cosechados por árbol, peso promedio de los frutos, frutos raleados por árbol, rendimiento por árbol y eficiencia productiva (kg. cm^2 de tronco)..... 57

20 Calibración en porcentaje del total de la fruta cosechada..... 59

21 Grados Brix y firmeza de la fruta cosechada en el tercer y cuarto repaso..... 63

Figura N°		Página
1	Curvas de tensión humedad para los tres horizontes del suelo.....	27
2	Diferencias entre las precipitaciones registradas en el C.R.S durante el ensayo (seteiembre 2000- agosto 2001) y las precipitaciones medias mensuales registradas en la estación meteorológica los Cerrillos en la serie 1960-1988.....	30
3	Croquis del ensayo.....	31
4	Rectas de regresión ajustadas para la calibración de la sonda de neutrones para cada horizonte.....	35
5	Relación del volumen del fruto medido por el desplazamiento del agua y el diámetro ecuatorial.....	38
6	Riego aplicado semanalmente durante la temporada 2000-01.....	41
7	Evolución de la evapotranspiración del cultivo, registro de lluvias y de riego aplicado semanalmente.....	41
8	Evolución de la humedad del suelo.....	43
9	Evolución de la longitud en cm de las ramas del año durante la temporada 2000-01.....	49
10	Incremento relativo del crecimiento de las ramas del año, durante el periodo 2000-01.....	50
11	Curvas de crecimiento de los frutos, en cm3, desde le raleo de los frutos hasta la cosecha.....	53
12	Incremento relativo del crecimiento de los frutos en porcentaje por día....	54
13	Curvas de crecimiento acumulado por árbol para cada tratamiento.....	56
14	Distribución porcentual del total de la fruta cosechada en cuatro calibres.....	60
15	Rendimiento acumulado expresado en porcentaje desde el inicio de la cosecha hasta la finalización	62

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se encuentra comprendido dentro de la línea de investigación de riego en frutales desarrollada por la cátedra de hidrología. Los primeros trabajos de investigación se desarrollaron a partir de 1987, tanto en frutales de hoja caduca como en citrus. El primer trabajo en hoja caduca se llevo a cabo en la Unidad Experimental de Aguas Blancas (DUMA-MGAP) durante los años 1987-1992, posteriormente se continuo investigando en predios de productores.

En 1996 se instalaron en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía cuatro módulos de investigación, dos de ellos corresponden a dos variedades de duraznero (*Prunus Persica* (L) Batsch), y los restantes a las especies de manzana (*Malus Pumila*) y pera (*Pyrus Communis*). El trabajo específico de esta tesis se llevo a cabo en uno de los módulos, en el cual se encuentra instalado un cultivar de duraznero temprano "Forastero" en el que se evalúan tratamientos de riego y fertirriego.

En nuestro país el cultivo de duraznero ocupa una superficie de 2305 hás, de las cuales 782 se encuentran bajo riego (Encuesta Frutícola 2000-01 MGAP-DIEA). El cultivar "Forastero " dentro de las variedades habilitadas por el PREDEG comprende el 2.4% del total de las mismas, cifra que corresponde a un total de 38000 plantas. La producción de duraznos ha disminuido de 28.380 toneladas en el año 2000 a 13.682 toneladas en el año 2001, como consecuencia de la disminución del número de plantas a causa de la muerte por asfixia radical producida por el exceso de agua en el suelo, a lo que se agrega el bajo rendimiento de la mayoría de las plantas restantes.

En nuestras condiciones climáticas durante las estaciones de primavera ,y verano se generan condiciones de déficit hídrico, causando en el cultivo de durazhero una disminución del rendimiento y de la calidad de la fruta, afectando directamente los ingresos en este rubro de producción. La utilización del riego en conjunto con las demás variables de manejo se torna indispensable, a efectos de lograr un rápido crecimiento, aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la fruta, y por lo tanto contribuir a mejorar la rentabilidad de este rubro.

En este trabajo se plantean como objetivos los de poder evaluar los efectos del riego y el fertirriego en el rendimiento, en la calidad de la fruta, en la precocidad de cosecha, en el crecimiento vegetativo y en la nutrición mineral del duraznero cv. Forastero.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 LA FRUTICULTURA EN URUGUAY

La producción frutícola en Uruguay ocupa una extensión reducida (7349 ha) aportando un 4 % del producto bruto agropecuario total (MGAP-DIEA-2002). Las principales especies corresponden al manzano, la pera y el duraznero. Las plantaciones de manzana y peral se localizan principalmente en los departamentos de Canelones, Montevideo, San José y Colonia. El cultivo de duraznero se encuentra distribuido principalmente en los Departamentos de Montevideo y Canelones, adquiriendo cada vez mayor importancia la zona Litoral Norte (Paysandú, Salto y Artigas).

La producción media anual es de 87.414 toneladas destacando el manzano como especie más importante con 53.771 Tm., seguida del peral, el duraznero y el ciruelo. Las exportaciones no superan el 6 % de la producción y se destinan principalmente a Brasil, Estados Unidos y la Unión Europea.

La empresa frutícola tradicional de Uruguay cultiva frutales complementando con vid en una superficie media de 10 a 15 ha, de las cuales 8 se dedican a los frutales, aunque presenta importantes variaciones según departamentos. Existe un total de 1200 explotaciones frutícolas, la mayoría de tipo familiar. Las empresas cultivan mas de una especie, siendo el manzano la más importante que es complementada con el peral, el duraznero y el ciruelo. En los últimos años se observa un incremento y mayor especialización y el desarrollo de empresas de mayor dimensión, con una orientación a la exportación (Iglesias *et al*. 2003).

2.2 ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS

Se considera que el clima se constituye en uno de los principales factores que determinan el consumo de agua por los cultivos conjuntamente con la características de los mismos, y las practicas de manejo realizadas. Para lograr un adecuado manejo del agua a nivel de los cultivos, se debe tener un preciso conocimiento de la evapotranspiración de los mismos, a efectos de dimensionarse correctamente el equipo de riego, y poder ajustarse adecuadamente los volúmenes y frecuencias de riego con los requerimientos de los cultivos (Castel *et al*., 1987).

Debido a la complejidad que implica medir la evapotranspiración de los cultivos en condiciones reales se han desarrollado distintos métodos de predicción, los cuales se basan en la medición de distintas variables climáticas. A través de estos métodos se estima en primer instancia la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo), el cual es un valor que solo esta influenciado por las condiciones climáticas. Allen *et al.* (1998) define al cultivo de referencia como una superficie extensa de gramíneas de altura uniforme, activo crecimiento, completamente sana y sin restricción de agua.

Una vez obtenido el valor de ETo para determinar la evapotranspiración del cultivo (ETc) se deben utilizar los coeficientes de cultivo (Kc), que se obtiene de relacionar los datos de ETo y de ETc (Kc=ETc/ETo) para distintos lugares y climas.

2.2.1 Métodos de estimación de la Eto.

A partir de los estudios realizado por ASCE (Sociedad Americana de Ingeniería Civil) y un grupo de instituciones de investigación de la Comunidad Europea, la FAO (1998) recomienda como principales métodos para estimar la Eto: al de Penman-Monteith y el evaporimetro de cubeta.

El método de Penman-Monteith permite estimar correctamente la ETo en un amplio rango de localidades y climas. Para su utilización es necesario registrar los datos de temperatura del aire, la humedad del aire, radiación solar y la velocidad del viento. Se deben especificar también los datos locales de altitud y latitud a efectos de ajustar determinados parámetros metereologicos (presión atmosférica, radiación extraterrestre).

El método del evaporímetro de cubeta mide los efectos integrados de la radiación, viento, temperatura, y la humedad en función de la evaporación de una superficie de agua libre. Si bien las plantas responden a estas variables climáticas pueden presentarse ciertos factores que causen cambios significativos en las pérdidas de agua. Por ejemplo existen diferencias en la reflexión de la radiación recibida entre una superficie de agua y una superficie vegetal. Se puede dar una gran diferencia en las perdidas de agua entre los cultivos y la cubeta por variaciones en la turbulencia del aire justo encima de esas superficies, en la temperatura y en la humedad del aire circundante. A pesar de esta diferencias, con una buena ubicación, el mantenimiento de unas condiciones de la cubeta y del medio que la circunda normalizados, sigue estando

justificado su empleo para predecir las necesidades de agua de los cultivos en períodos de diez días o mas tiempo.

Existen de acuerdo a la bibliografía distintos tipos de cubetas desfacándose entre las mas difundidos las del tipo clase A, y la cubeta hundida del Colorado. En nuestro país se utilizan las cubetas clase A, las cuales se encuentran instaladas sobre una cubierta verde hasta una distancia de 1000 metros a barlovento.

Para calcular la ETo se debe corregir el valor de evaporación (Eo) con los coeficientes de tanques (Ktan) los que varían con la humedad relativa media, el viento, las características de la cubeta, y el medio circundante, de acuerdo a la relación Eto =Eo x Ktan. En nuestro país se han determinado los coeficientes de tanque para todas las regiones y meses del año (Corsi, 1994).

2.2.2 Determinación de los coeficientes de los cultivos

Los coeficientes de cultivo (Kc) engloban los efectos de las características de cada cultivo sobre los requerimientos de agua, y se refieren a un cultivo en condiciones óptimas de rendimiento.

Los principales factores que afectan el valor del coeficiente del cultivo, son las características del cultivo, fecha de siembra, ritmo de desarrollo del cultivo, duración del período vegetativo, las condiciones climáticas, y especialmente durante la primer fase de crecimiento la frecuencia de las lluvias o del riego.

En nuestro país hasta el presente, no se han determinado los coeficientes de cultivo para durazneros (*Prunus persica (L) Batchs)*, por lo cual se utilizan los coeficientes determinados por la FAO (Allen *et al.* 1998). Este autor presentan una tabla de Kc con diferenciación de acuerdo a la rigurosidad del invierno, la humedad relativa y la velocidad del viento.

2.3 MEDICIÓN DEL AGUA EN EL SUELO

Es complicado obtener estimaciones fiables del contenido de humedad en el suelo para toda la zona radical de una parcela debido a la gran variabilidad de la distribución del agua en el campo como consecuencia de irregularidades en la distribución de las raíces, las variaciones espaciales de las características físicas del suelo, defectos en la uniformidad de reparto de agua con el sistema de riego (Tarjuelo, 1995)

Por lo tanto, lo que se pretende es determinar la cuantía de agua que se encuentra disponible para el crecimiento de las plantas en un momento y lugar dado. Existen actualmente distintos métodos de medición del agua en el suelo, destacándose los métodos directos e indirectos.

2.3.1 Métodos directos

El método directo es el gravimétrico, que consiste en sacar una muestra de suelo, y una vez pesada, se seca en estufa (105°C durante 48 horas), y luego se vuelve a pesar para determinar el porcentaje en peso de agua en el suelo. Este método trastorna a menudo la vegetación, perturba el suelo en el lugar de muestreo, y requiere mucho trabajo, por lo que se tiende cada vez mas a utilizar métodos indirectos para realizar las mediciones en el campo.

2.3.2 Métodos Indirectos

2.3.2.1 Tensiómetros

Los tensiómetros son utilizados comúnmente para el manejo del riego. Sin embargo su utilización puede estar limitada en función del suelo donde se vaya a trabajar, debido a que su rango de funcionamiento es de 0 a 0.08 MPa, produciéndose por encima de dicho valor de tensión la rotura de la columna de agua dentro del instrumento. Este rango de funcionamiento de los tensiómetros determina que su utilización sea mas adecuada para suelos arenosos ya que a valores de 0.08 MPa se agota hasta un 75 % del agua disponible (AD), en cambio en un suelo arcilloso a estos

valores de tensión sólo se agota el 25 % del AD. En suelos arcillosos el uso de tensiometros es limitado, debido que se produce el corte de la columna de agua cuando aún esta por agotarse 75 % del agua disponible (Haise et al., 1967).

2.3.2.2 Sonda de neutrones

La sonda de neutrones es utilizada para determinar el contenido volumétrico de humedad de los suelos. Los principales componentes son la fuente radioactiva, el detector de neutrones lentos, además de un tubo de acceso para diferentes profundidades.

La fuente radioactiva emite neutrones rápidos que chocan elásticamente con los núcleos de los elementos del suelo al ser de mayor tamaño y terminan dispersándose en el suelo. Cuando los neutrones emitidos chocan con los núcleos de hidrógeno que son de igual tamaño pierden energía y son detectados por un registrador, existiendo una relación que liga el conteo de neutrones lentos con el contenido de núcleos de hidrógeno.

Como en el suelo la mayor fuente de hidrógeno es el agua este es un método indirecto de control del contenido de agua del suelo. La sonda de neutrones debe ser calibrada para cada tipo de suelo, existiendo una relación entre el cociente de conteo (conteo en suelo dividido conteo estándar) y la humedad volumétrica. El conteo estándar normalmente se hace con la sonda situada en la cápsula protectora (Tarjuelo, 1995).

Este método presenta como ventajas principales la de poder realizar mediciones de humedad en el mismo punto del terreno, y a su vez presenta un mayor volumen de muestreo en comparación con los otros métodos.

En cambio, como principales desventajas se destacan la necesidad de calibración para cada suelo y horizonte, y el cuidado que implica manejar material radioactivo.

2.4 EFECTO DEL RIEGO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO

El efecto se mide en relación al diámetro y área del tronco, a la longitud de los brotes y al peso de poda.

El crecimiento de los durazneros es incrementado favorablemente a través del suministro de riego y este incremento se ve aun más favorecido al aplicarse el riego en forma localizada en comparación con el método por inundación (Morris et al., 1962, Layne et al., 1981; Daniel, 1982).

En Uruguay, Baccino y García (1993) demostraron que el riego puede aumentar sustancialmente el crecimiento vegetativo de los árboles de duraznero, ayudando a ocupar el espacio asignado al tercer año de la plantación. Esto coincide con los resultados encontrados por Layne *et al.* (1981), quienes al aplicar riego en durazneros lograron un buen establecimiento de los árboles, y un rápido crecimiento en los primeros años lo que les permitió alcanzar una producción precoz.

El control del crecimiento vegetativo en árboles frutales es objeto de importantes estudios, debido a que su exceso retrasa el inicio de la floración, reduce los rendimientos, el tamaño de fruta e incrementa los costos de poda (Ghrab *et al.*, 1998). Se han desarrollado distintas estrategias para el control del crecimiento vegetativo destacándose la poda de verano, la limitación del crecimiento radical, el uso de reguladores del crecimiento y el manejo del riego. El riego puede ser utilizado eficientemente para el control del crecimiento vegetativo mejorando los rendimientos, y la calidad de la fruta (Chalmers *et al.*, 1981; Ghrab, *et al.*, 1998). El control del crecimiento vegetativo a través del riego se basa en una estrategia del manejo del riego, conocida con el nombre de riego deficitario controlado de alta frecuencia. Esta consiste en aplicar agua con alta frecuencia pero en cantidades inferiores a la evapotranspiración del cultivo durante determinadas etapas fenólogicas del mismo (Boland *et al.*, 1993).

Mitchell y Chalmers (1982), demostraron que aplicando un déficit hídrico durante el período del crecimiento de los brotes no afectaba el rendimiento en pera y en durazneros de maduración tardía, mientras los costos de poda y riego fueron reducidos en relación a los árboles sin estrés. Fereres y Goldhamer (1990) indicaron que es posible disminuir el crecimiento vegetativo en un 75 por ciento al reducir el suministro del riego en un tercio, sin afectar los rendimientos y el tamaño de los frutos.

Según Ferreres y Goldhamer (1990) la efectividad de la técnica de regulación del déficit hídrico depende de la profundidad del suelo, del control del agua aplicada con el riego y especialmente del régimen de precipitaciones durante el período de aplicación. La utilización de esta técnica de manejo del riego en nuestras condiciones climáticas es muy difícil de realizar, debido a la gran variabilidad de las lluvias durante la estación de crecimiento de los frutales, lo cual imposibilita mantener un déficit hídrico controlado.

2.4.1 Area de la sección transversal del tronco

La sección transversal del tronco es un muy buen indicador del tamaño de los árboles, teniendo una relación lineal con el peso de los mismos (Westwood, 1970). Boland *et al.* (2000) encontraron una alta correlación entre el área de la sección transversal del tronco y el peso de los árboles, obteniendo valores de coeficiente de determinación de 0.96 a 0.98.

Según Daniell (1982) y Chalmers *et al.* (1981) el crecimiento del diámetro del tronco responde proporcionalmente a la cantidad de agua aplicada, hasta en volúmenes superiores a las necesidades de las plantas.

Daniell (1982) y Layne et al. (1981) encontraron incrementos significativos en el diámetro y en el área de la sección transversal del tronco al incrementar las dosis de riego en plantas de durazneros, mientras los árboles cubrían el espacio asignado. En cambio los incrementos fueron insignificantes cuando los árboles alcanzaron la madurez. Layne y Tan (1988) aplicando riego durante toda la estación de crecimiento en tres cultivares de duraznero, obtuvieron incrementos de un 30 por ciento en el área de la sección transversal del tronco en comparación con los árboles no regados.

En nuestro país Rocca y Zeballos (1990) y Baccino y García (1995) encontraron incrementos en el diámetro del tronco al aplicar riego en durazneros "Rey del Monte" en relación a las plantas de secano. Los mismos autores al comparar dos momentos: riego en toda la estación del crecimiento y riego a partir del endurecimiento del carozo e inicio del rápido crecimiento de los frutos, no registraron diferencias significativas en el crecimiento del tronco.

Varios autores (Chalmers *et al.*,1981; Mitchel y Chalmers,1982; y Boland *et al.* 1993) al reducir el suministro del riego en durazneros durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto, obtuvieron una reducción significativa en el área de la sección transversal del tronco. En cambio Boland *et al.* (2000) no encontraron diferencias significativas en los incrementos del área de la sección transversal del tronco, al reducir el suministro de riego en un 50 por ciento de la evapotranspiración del cultivo (ETc) durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto en durazneros "Golden Queen".

Williamson y Coston (1990) no registraron efectos negativos en el crecimiento del tronco en durazneros "Redhaven" al aplicar un déficit hídrico que solo cubría el 12.5 % de la (ETc) durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto. En cambio detectaron reducciones en la canopia, y en el tamaño medio de las hojas en comparación con las árboles sin estrés hídrico.

Marsal *et al.* (2002) aplicando distintas dosis de riego en perales (Pyrus communis) obtuvieron menores incrementos en el área de la sección transversal del tronco en las mayores dosis de riego utilizadas, 100% y 130% de la evapotranspiración del cultivo. Atribuyen estos resultados a un posible exceso de riego en las dosis más altas como consecuencia de una sobre estimación de los valores de Kc utilizados.

2.4.2 Longitud de los brotes

De acuerdo a Ghrab *et al.* (1998) el fuerte crecimiento de los brotes en durazneros ocurre durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto.

Mitchel y Chalmers (1982) y Childers (1982) sostienen que la repuesta al riego de los brotes disminuye durante el período final del crecimiento del fruto, luego de responder directa y proporcionalmente en las dos primeras etapas.

Según Fereres (1990) los déficit suaves de agua al inicio de la estación de crecimiento, reducen la elongación de las ramillas en frutales de hoja caduca y frutos leñosos. La sensibilidad en la elongación de los brotes al déficit hídrico en comparación con el de las hojas y el engrosamiento del tronco es intermedia, habiéndose encontrado una mayor sensibilidad en la expansión del tronco.

Varios autores (Chalmers et al.1981, Huguet *et al.* 1989, Li *et al.*,1990; Boland *et al.*1993; y Ghrab et al.1998) aplicando en durazneros un déficit hídrico moderado durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto, obtuvieron una reducción en el largo y en el diámetro de los brotes. En cambio un déficit hídrico aplicado durante la última fase del crecimiento del fruto, no los afectó.

Fereres (1990) en una revisión, cita diferencias significativas en el crecimiento de la extensión de las brindillas de manzano, entre dos tratamientos que tenían un promedio de potencial de agua del suelo de – 0.02 y – 0.6 Mpa respectivamente, durante la fase de crecimiento de las brindillas.

De acuerdo a varios autores (Morris *et al.*1961; Natali y Xilǫyannis, 1979; Newman y Worthington, 1979) el suministro de riego en durazneros incrementa la longitud de los brotes en comparación con los árboles en secano. Cepika (1987) (citado por Rocca y Zeballos, 1990), encontró que el crecimiento de los brotes es máximo a una tasa de riego superior a la óptima para el rendimiento. En cambio, Gispert y Balleste (2003) no encontraron diferencias significativas en el crecimiento de los brotes del año en dos variedades de peras, al suministrar dosis de riego que variaban desde un 60 hasta un 120 % de la ETc.

2.4.3 Peso de la poda

Chalmers *et al.* (1981) y Boland *et al.* (1993) obtuvieron una disminución del peso de poda de invierno en durazneros, al aplicar un déficit hídrico desde la brotación hasta el inicio de la última fase del crecimiento del fruto. Strabbioli (1992) aplicando en durazneros un déficit hídrico durante el periodo previo al rápido crecimiento del fruto y posterior a la cosecha obtuvo una reducción significativa en el peso de poda invernal acumulado en cinco temporadas.

Por el contrario Boland et al. (2000) encontraron que el peso de poda invernal en duraznero no fue afectado al ser sometidos a un déficit hídrico de un 50 por ciento respecto al control. Sin embargo el peso de poda de verano disminuyó levemente. Mitchel y Chalmers (1982) lograron incrementos significativos en el peso de poda de durazneros realizadas en verano y en invierno, al aplicar dosis de riego entre el 100 y el 130 por ciento de la evapotranspiración en durazneros.

En un ensayo llevado a cabo en nuestro país, se encontraron diferencias muy significativas en el peso de la poda invernal al suministrar riego en plantas jóvenes de duraznero "Rey del Monte" (Rocca y Zeballos 1990). Posteriormente los autores Baccino y García (1995) continuando con la evaluación del ensayo, obtuvieron un aumento de 29 por ciento en el peso de poda de invierno al aplicar riego al 100 % ETc. Registraron una tendencia de que el riego aplicado durante todo el ciclo del crecimiento permite alcanzar un mayor peso de poda invernal, respecto al riego aplicado a partir de la fase final del crecimiento del fruto.

2.5 EFECTO DEL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN Y EN LA CALIDAD DE LOS FRUTOS

Este efecto se puede estudiar en el rendimiento y tamaño de los frutos, el crecimiento de los mismos, la calidad y la maduración de los frutos.

El nivel de riego afecta la cantidad de agua en el suelo, el estatus hídrico de la planta, el rendimiento y el tamaño de la fruta (Boland et al., 1993). El efecto del riego sobre el rendimiento de durazneros, varía desde aumentos significativos (Horton *et al.*, 1981; Childers, 1982) hasta no encontrarse diferencias significativas luego de 13 años de ensayos (Cummings y Bollinger, 1972).

Según Smith y Kenworthy (1979) los diferentes cultivares de durazneros tienen distintos requerimientos hídricos, obteniéndose un mayor beneficio de la aplicación del riego en los cultivares de maduración tardía. Layne *et al.* (1988) encontraron una interacción entre cultivares y riego, constatando que los cultivares de maduración tardía responden más al riego al estar sujetos a un mayor período de estrés hídrico.

2.5.1 Rendimiento y tamaño de los frutos

De acuerdo a diferentes autores (Morris, *et al.*, 1962; Proebsting y Middleton, 1980; Layne *et al.*, 1981, Layne *te al.*, 1988) el riego en durazneros aumenta la producción y mejora el tamaño de la fruta. La repuesta diferente de los árboles de duraznero al déficit hídrico depende de la fase de crecimiento del fruto en el cual se registra dicho déficit (Naor *et al.*, 1999). De acuerdo a Ghrab *et al.* (1998), Gooldhamer *et al.* (1999) la reducción del riego durante las dos primera fases del crecimiento del

fruto no afecta el tamaño final del mismo. En cambio las restricciones del riego en la fase final del crecimiento del fruto reducen significativamente el tamaño final, obteniéndose un alto porcentaje de fruta de pequeño calibre.

Chalmers *et al.* (1981); Mitchel y Chalmers, (1982); Li *et al.,* (1989) obtuvieron un incremento en el rendimiento de durazneros al reducir el suministro del riego durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto. El incremento en los rendimientos es explicado según los autores por la reducción en el crecimiento vegetativo, y por el aumento en la capacidad de los frutos de competir por asimilados como consecuencia del estrés hídrico previo a la fase de rápido crecimiento. En cambio Williamson y Coston (1990) y Strabbioli (1992) no encontraron diferencias significativas en el rendimiento de durazneros "Redhaven", al aplicar distintos déficits hídricos durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto, en comparación con las plantas regadas al 100 % de la ETc en todas las etapas del desarrollo del fruto.

Ghrab *et al.* (1998) trabajando en condiciones climáticas áridas obtuvieron un menor rendimiento en durazneros al reducir el suministro del riego en un 30 % en las distintas fases del crecimiento del fruto. Boland *et al.* (1993) aplicando distintos tratamientos de riego en durazneros "Goolden Queen" encontraron una reducción en el rendimiento al aplicar riegos semanales a una dosis del 40 % respecto al control. En cambio cuando los autores mantenían el mismo déficit hídrico pero regaban diariamente el rendimiento no era afectado.

Fadyen *et al.*(1996), sostienen que el incremento del tamaño del fruto en repuesta al riego depende del número de frutos que presenta el árbol. Estos autores obtuvieron una apreciable repuesta al riego cuando el número de frutos por árbol fue alto, ya que esta alta carga causaría un estrés fisiológico adicional en comparación con los árboles con baja carga. Estos resultados coinciden con los reportes de Naor *et al.* (1999), los cuales obtuvieron los mayores rendimientos al combinar los mayores niveles de riegos, 92 y 127 % de la ETc, con altas carga de fruta.

Morris *et al.* (1962) lograron incrementar el rendimiento comercial en durazneros "Elberta" mediante la aplicación del riego, magnificándose dicho efecto en condiciones de alta carga de fruta, al mejorar el tamaño de la misma. Estos autores, a su vez, no encontraron diferencias significativas entre los rendimientos comerciales obtenidos al suministrar riego en toda la estación de crecimiento y cuando solo lo aplicaron en la etapa final del crecimiento del fruto, coincidiendo estos resultados con los reportes de Baccino y García (1995).

Daniell (1982), en una región de altas precipitaciones obtuvo incrementos en el rendimiento del 68, 30, y 21 % en el tercer, cuarto, y quinto año de producción aplicando riego en un monte de durazneros durante toda la estación de crecimiento. El aumento alcanzado al tercer y cuarto año se debe según el autor a un mayor desarrollo de los árboles bajo riego, en cambio en el quinto año el incremento en el rendimiento se explicaría por un aumento en el tamaño promedio de los frutos.

En nuestras condiciones, García y Baccino (1995) aplicando riego en durazneros "Rey del Monte" obtuvieron un incremento en la producción del orden de los 8400 Kg/há en el quinto año de producción. Del total de la producción, el 92 % correspondía a los calibres "especial" y "primera" en los tratamientos bajo riego, mientras que en el tratamiento de secano estas categorías representaban solo el 72 %.

Feldstein y Childers (1956), indicaron que el riego en durazneros fue remunerativo en 5 de los 6 años evaluados, registrándose 2 años en los cuales la fruta de los árboles no regados fue tan pequeña que sólo permitió la venta del 25 % de la cosecha.

Layne y Tan (1988) al aplicar riego en un monte de durazneros obtuvieron incrementos del 31% y 25% en el rendimiento comercial en el cuarto, y quinto año de vida del monte. En cambio en el segundo año de implantado el monte el riego causó un efecto depresivo en el rendimiento, debido a un mayor estímulo en el crecimiento vegetativo en detrimento de la formación de yemas florales.

En cambio Layne *et al.* (1996) aplicando distintos tratamientos de riego en durazneros "Harrow Beauty" no encontraron diferencias significativas en los rendimientos comerciales durante tres años de evaluación. Los autores atribuyen la falta de repuesta al riego a las altas precipitaciones ocurridas durante los años de evaluación.

2.5.2 Crecimiento del fruto

El crecimiento del fruto en durazneros presenta una curva doble sigmoide en la cual es posible distinguir tres fases, una fase inicial en la cual se produce la división celular, una segunda fase donde se endurece el carozo, y por ultimo una tercera fase en

la cual se da la elongación celular por acumulación de asimilados y agua (Chalmers et al.,1981). El crecimiento del fruto durante las dos primeras fases del desarrollo representa una pequeña proporción del tamaño final del mismo. En cambio durante la última fase, se produce el crecimiento correspondiendo a dos tercios del tamaño final (Mitchel y Chalmers, 1982).

Muchos autores con el objetivo de utilizar el crecimiento del fruto como indicador de las necesidades del riego han descrito la cinética diaria del crecimiento del fruto. Se caracteriza por presentar durante la primera parte del día, luego de alcanzar un diámetro máximo temprano en la mañana, una contracción hasta un diámetro mínimo, para luego, en la segunda parte del día, comenzar un proceso de recuperación, hasta alcanzar un nuevo diámetro máximo en las primeras horas de la mañana siguiente (Sellés y Berger, 1994).

Existe una estrecha relación entre el tamaño de la fruta y el agua disponible en el suelo durante la fase final del crecimiento del fruto, ya que en este período el 80 % del agua y los nutrientes absorbidos por el árbol van hacía los frutos (Natali y Xiloyannis, 1981). Los frutos de durazneros durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto se caracterizan por una relativa insensibilidad al estrés hídrico, en cambio la fase de expansión celular es muy sensible (Hasiao, 1973; Chalmers et al., 1981).

Chalmers *et al.* (1981) al provocar un estrés hídrico en las dos primeras fases del desarrollo del fruto, observaron un incremento en la capacidad de competir por asimilados por parte de los frutos en la última fase de su desarrollo, lo cual se explicaría por un menor crecimiento vegetativo provocado por el estrés hídrico, el que favorecería el suministro de asimilados hacia los frutos.

Según algunos autores (Rogers,1956; Cullian y Weinberg; 1932; citado por Morris *et al.*,1962) un retraso en el crecimiento del fruto en durazneros como consecuencia de una deficiencia de agua en el suelo, causan pérdidas irreversibles en el tamaño final del fruto. Morris *et al.* (1962) encontraron un retraso del crecimiento de los frutos de durazneros en aquellos árboles que fueron regados únicamente en la etapa final del crecimiento del fruto, en comparación con los árboles regadas en toda la estación del crecimiento.

Mitchel y Chalmers (1982) obtuvieron un mayor crecimiento de los frutos en las dos primeras fases del desarrollo del fruto, al aplicar riegos equivalentes a la ETc en

relación a los tratamientos en los cuales se aplicaron distintos déficits hídricos. Sin embargo en la última fase del desarrollo del fruto, los autores encontraron una tendencia inversa a lo ocurrido durante las dos primeras fases, registrándose un menor crecimiento en el tratamiento regado al 100 % de la ETc, aunque estas diferencias no fueron significativas. Estos últimos resultados se explicarían por un estimulo del nivel de riego en el crecimiento vegetativo en los árboles jóvenes y vigorosos que competiría con el crecimiento de los frutos en su última fase.

Boland *et al.* (1993) no encontraron diferencias significativas en el crecimiento de los frutos de durazneros "Goolden Queen", al aplicar un déficit hídrico controlado durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto respecto al riego equivalente al 100 % de la ETc.

Li *et al.* (1989) estudiando el efecto del déficit hídrico en el crecimiento de los frutos, obtuvieron un incremento del tamaño del fruto de 12 gramos, al aplicar un déficit hídrico en la fase de división celular. En cambio al aplicar un déficit hídrico, en la fase final y durante todo el desarrollo del fruto, el tamaño se redujo 10 y 15 gramos respectivamente. En cambio otros autores (Williamson y Coston, 1990; y Boland *et al.*, 2000) obtuvieron en durazneros un menor crecimiento del fruto durante las dos primeras fases, al aplicar déficits hídricos equivalentes al 12.5 % y al 50% de la ETc. Sin embargo el tamaño final del fruto al momento de la cosecha no presentó diferencias significativas con el tratamiento regado al 100 % de la ETc.

2.5.3 Calidad de la fruta

La mayoría de los autores coinciden en que el riego en durazneros aumenta el contenido de agua en el fruto, disminuyendo el porcentaje de sólidos solubles (Childers, 1982; Natali y Xiloyanis 1979), y afecta la capacidad de almacenaje de la fruta (Guel Fat-Reich, 1974; Benerie, 1980; Lotter, 1985; Fruing y Drust, 1987; citado por Li et.al, 1989).

Morris *et al.* (1962) registraron en durazneros una disminución en el porcentaje de sólidos solubles al suministrar riego durante toda la temporada de crecimiento. En cambio estos autores no encontraron ningún efecto del riego sobre otros parámetros de calidad de la fruta como pH, firmeza y color de la pulpa. Layne *et al.* (1981) no obtuvieron efectos significativos en los parámetros de calidad de la fruta evaluados

(grados Brix, acidez titulable, carozo partido y pH) al aplicar en duraznero dos umbrales de riego, 25 % y 50% del agua disponible en relación al secano.

Ghrab *et al.* (1998) al restringir moderadamente el riego, lograron mejorar la calidad de la fruta, obteniendo incrementos en el valor de los grados Brix, en la acidez titulable, y en el peso seco del fruto. Li *et al.* (1989) aplicando un déficit hídrico en durazneros "Merrill Sundance" durante la tercer fase del crecimiento del fruto obtuvieron incrementos en el porcentaje de sólidos solubles, y una mayor conservación de la fruta en comparación con la fruta que recibió riego durante todo el crecimiento.

Goldhamar et al. (1999) obtuvieron una disminución significativa en el porcentaje de materia seca de la fruta en durazneros "O Henry", al aplicar riegos diarios equivalentes a la ETc, en comparación con los árboles sujetos a un estrés hídrico progresivo.

2.5.4 Maduración de la fruta

De acuerdo a los resultados expuestos por distintos investigadores existen dos visiones opuestas en cuanto al efecto del riego en la época de maduración de la fruta. Por un lado, el riego adelanta la cosecha hasta 12 días en algunas situaciones (Natali y Xiloyannis, 1979; Ghrab et al. 1998) mientras que para otros los retrasa (Morrison *et al.*, 1962). Según Ghrab et al. (1998) la restricción del riego promueve la producción de etileno estimulando la maduración de la fruta.

Daniell (1982) obtuvo un adelantamiento de una semana en el inicio de la cosecha, al suministrar riego en durazneros en toda la estación de crecimiento. A su vez la fruta bajo riego se caracterizó por una maduración muy uniforme, en relación a la desuniformidad presentada por la fruta de las parcelas de secano.

Naor *et.al* (1995) citado por Ghrab *et al.*, (1998) al reducir el riego en manzanas durante la fase de expansión celular del fruto obtuvo un adelanto en la época de maduración de la fruta.

2.6 EFECTO DEL RIEGO EN LA NUTRICIÓN MINERAL

La importancia del riego en la nutrición se puede estudiar en base a la consideración de los nutrientes, el efecto del fertirriego, el crecimiento vegetativo, los niveles de producción y la calidad de los frutos obtenidos.

Según Childers (1982) el contenido hídrico del suelo afecta la absorción de nutrientes a través del crecimiento radical en el caso de los nutrientes inmóviles como fósforo (P), por su transporte hacia la raíz en aquellos solubles como nitrato, potasio, y por lavado hacia horizontes profundos cuando el aporte de agua es excesivo. Cánepa y Gómez (1983) encontraron que el agua disponible en el horizonte A, se asoció con el nivel de nitrógeno foliar y que ambas variables explicarían la mayor parte de la variación en el tamaño del fruto.

El riego favorece la absorción del fósforo fundamentalmente por el efecto del mayor crecimiento radical en la intercepción de dicho elemento (Morris *et al.*, 1962; Smith y Kenworthy, 1980). También la absorción de nitratos se ve favorecida por el suministro de riego, aunque a veces es mayor el incremento en la producción de materia seca, por lo cual la relación nitrógeno/ materia seca, puede eventualmente disminuir (Zoppolo y Pieroni, 1985).

Smith *et al.*(1979) aplicando distintas tasas de riego en varios especies frutales, concluyeron que la tasa de riego aplicada afecta la distribución del nitrógeno en el suelo y la acumulación en los árboles. Bellinger *et al.* (1966) citado por Bonomi *et al.* (1987) indican que cuando la lluvia fue suficiente, el contenido de nitrógeno en árboles de durazneros fue mucho mayor que cuando la lluvia fue deficiente.

Morris *et al.*(1962) aplicando riego en durazneros durante todo el ciclo de crecimiento, obtuvo mayores porcentaje de P y K a nivel foliar, en cambio los niveles de N disminuyeron con el riego. Stojkovska *et al.* (1972), citado por Zoppollo y Pieroni (1985), trabajando con durazneros "Cardinal", observaron que el riego incrementó los niveles foliares de N y K, tanto en suelos fertilizados con N,P,K como los no fertilizados, mientras que el contenido de P fue solo incrementado en el suelo no fertilizado,

Zoppollo y Pieroni (1985) trabajando con manzanas, encontraron que el riego disminuyó los contenidos foliares de K y boro (B), y aumento el de zinc (Zn). Por su parte Smith y Kenworthy (1980) solo encontraron aumentos significativos en los contenidos foliares de P, Cu, B, y Al (aluminio) en durazneros, y de P, Na, Cu, y Al en ciruelos.

Williamson y Coston (1990) aplicando en durazneros un déficit hídrico equivalente a un 12.5 % de la ETc, obtuvieron incrementos en los niveles foliares de N y Zn, en tanto que los niveles de Ca disminuyeron en comparación con las plantas regadas al 100 % de la ETc. Boland *et al.* (2000) al reducir en durazneros el suministro del riego en un 50% respecto al control, encontró una reducción leve de los niveles foliares de K y Zn, en cambio los niveles de N y P no fueron modificados.

Rocca y Zeballos (1990) obtuvieron mayores niveles de N y P foliar, al suministrar riego en plantas jóvenes de "Rey del Monte". Estos autores atribuyen los mayores niveles de N a una mayor tasa de nitrificación, y a un mayor movimiento en flujo de masa. Los niveles foliares de fósforo se incrementaron en condiciones de riego por el mayor crecimiento radical, que permitió aumentar la intercepción de P. Los niveles de K foliar no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos regados y de secano. En cambio Baccino y García (1995) al evaluar el estado nutricional de durazneros "Rey del Monte" durante 5 años, no encontraron efectos consistentes para N y P al suministrar riego. Sin embargo los niveles foliares de K fueron incrementados por la aplicación del riego.

Neilsen *et al.* (1995) estudiando los efectos de combinar distintos métodos y frecuencia de riego en manzana "Gala" encontró que los niveles de nitrógeno foliar eran afectados tanto por el método de riego como por la frecuencia de aplicación. Los mayores valores correspondieron a los árboles regados por goteros respecto a los que recibieron riego a través de microjet. Se establece una mayor competencia por el nitrógeno por parte de las malezas con el cultivo como consecuencia de un mayor volumen de suelo mojado por los microjets, favoreciendo el crecimiento de las malezas fuera de la banda de aplicación del herbicida. Este autor encontró que con la aplicación de riegos diarios los niveles de nitrógeno disminuían respecto a riegos realizados cada 10, 15 o 21 días. Esto estaría indicando la importancia de balancear los efectos positivos de aplicar riegos frecuentes en el crecimiento de los árboles con los efectos negativos de la pérdida de nitrógeno por lixiviación. Los niveles foliares de K y P fueron más afectados por el método de riego que por la frecuencia de aplicación. Los mayores niveles foliares correspondieron a los árboles regados por microjet, debido a que un

mayor volumen de suelo mojado favorece una mayor exploración radical y por consiguiente se favorece la absorción de K y P. Respecto a la frecuencia de aplicación, los autores encontraron un efecto significativo a favor de los riegos diarios solo en los primeros años de crecimiento del monte, cuando aún el sistema radical se encuentra poco desarrollado.

2.7 Fertilización y fertirriego en duraznero

El cultivo del duraznero se encuentra dentro de los frutales de hoja caduca con mayor repuesta al suministro de nitrógeno (Childres, 1982). La aplicación del nitrógeno debe manejarse según la edad de la planta, el cultivar y las características de la brotación. En la actualidad no existe información nacional en cuanto a la extracción de nutrientes por el cultivo de durazneros pero de acuerdo a la información internacional disponible, se puede establecer que el duraznero realiza una alta extracción de nitrógeno, de potasio y de calcio ya sea para su propia constitución como para la producción de fruta. Según Trocmé y Grass (1978) los valores de extracción oscilan en unos 150 kg/há. de N, unos 20 de P2O5, 130 de K2O, 150 CaO y 30 de MgO para lograr producciones de 12 toneladas por hectárea.

En los ensayos realizados por la "Dirección de Suelos" del MGAP y la Estación Experimental INIA "Las Brujas" (1979-1981) se determinaron los niveles nutricionales de montes de duraznero de la zona sur, y a partir de esto se realizaron ensayos de repuesta a la fertilización nitrogenada. Los resultados experimentales aplicados bajo condiciones diversas de producción, han permitido elevar los rendimientos y mejorar la calidad de los árboles de duraznero. Sin embargo con la introducción de la tecnología del riego y un mejor manejo del suelo, es posible hoy alcanzar niveles de producción más altos (18 a 20 ton/ha) lo que necesariamente habrá de demandar mayores niveles de nutrientes y quizás en una relación diferente a la actualmente conocida (Formento, 1997).

En la actualidad y con el creciente uso del riego en producciones intensivas la posibilidad de incorporar el fertilizante a través del equipo de riego permitiría un mejor ajuste de la nutrición de la planta. En efecto, mediante esta técnica conocida con el nombre de "fertirriego" se podría aplicar más eficientemente los nutrientes, siempre y cuando se tenga ciertas consideraciones. El fertirriego se ha creado y desarrollado en regiones áridas, por lo cual, la bibliografía existente refleja solo lo ocurrido en esas condiciones climáticas muy contrastantes a las nuestras. Es imprescindible para obtener éxito en la utilización del fertirriego el desarrollo de investigación nacional, a efectos de

obtener conocimientos que sirvan de referencia para el uso correcto de esta técnica a nivel de producción.

2.7.1 Crecimiento vegetativo

Cummings y Ballinger (1972) durante trece años realizaron ensayos de fertilización nitrogenada en durazneros "Elberta" y "Redhaven". Estos autores utilizando distintas dosis de nitrato de amonio obtuvieron los mayores incrementos de la sección transversal del tronco al aplicar dorios medias en la variedad "Elberta". En cambio no registraron incrementos significativos al aplicar los mismos tratamientos de nitrogeno en durazneros "Red Haven".

Layne *et. al* (1996) obtuvo en durazneros un incremento en el área de la sección transversal del tronco al aplicar el fertilizante nitrogenado y potásico a través del sistema de riego ya sea por medio de goteros o microaspersores en comparación con la aplicación tradicional en banda sobre la superficie del suelo. Bussi *et al.* (1994) al igual que Layne al comparar la fertlización nitrogenada convencional y el fertirriego, obtuvo un incremento significativo en el área de la sección transversal del tronco y en el peso de la poda a favor de los árboles que recibieron fertirriego. Este autor explica estas diferencias a través de dos hipótesis, primero existe un efecto directo del nitrógeno aplicado oportunamente y segundo se produciría menores perdidas de nitrógeno por lixiviación al realizarse fertirriego.

Por otro lado Neilsen *et. al* (1993) y Southwick (1999) obtuvieron mayores incrementos en el área de la sección transversal del tronco al aplicar el fertilizante nitrogenado a través del riego en manzanos y ciruelos respectivamente.

Ro y Park (2000) al aumentar las dosis de nitrógeno aplicado a árboles de manzana "Fuji" encontraron una disminución en el crecimiento vegetativo de los parámetros evaluados como el área de la sección transversal del tronco, la altura del árbol, el área foliar y número de hojas. En cambio, el largo de los brotes no fue afectado significativamente por los distintos tratamientos e inclusive el número de brotes por planta se logró incrementar al aplicar dosis medias de nitrógeno. Estos autores detectaron a lo largo de la estación de crecimiento que los brotes de los árboles que recibieron la menor dosis de nitrógeno mantuvieron un crecimiento sostenido en toda la estación. En cambio los brotes de los árboles que recibieron una dosis media, interrumpieron su crecimiento durante el verano reanudándolo en otoño.

2.7.2 Producción y calidad

El nitrógeno es, dentro de los nutrientes minerales, el que más directamente se relaciona con los rendimientos. Bussi *et al.* (1990) sostiene que la nutrición nitrogenada es determinante en los rendimientos alcanzados en huertos de durazneros, incrementándose dicho efecto con la edad de los árboles. Childers (1954), aplicando diferentes dosis de nitrógeno a árboles de duraznero manejados con laboreo del suelo y con buena nutrición fosfopotásica, obtuvo incrementos en el número y en el peso de los frutos al incrementar la dosis de nitrógeno, concluyendo que el principal efecto del nitrógeno estuvo en el incremento del peso de los frutos. Según Childers (1954) los incrementos de nitrógeno, cuando los demás nutrientes no son limitantes inducen a mayores rendimientos y mayor crecimiento vegetativo, alcanzándose un punto óptimo antes en el rendimiento en relación con el crecimiento vegetativo. Por su parte, Black (1975) encontró que el cociente entre el peso de los frutos sobre el peso de las partes vegetativas alcanza su máximo con un determinado nivel de nitrógeno y luego disminuye con sus posteriores incrementos. Saracho *et al.* (1987) sostienen que una buena nutrición nitrogenada en el momento de la formación de las yemas florales y durante el cuajado determina una buena cosecha por mayor número de frutos.

Bussi *et al.* (1991) estudiando la repuesta productiva del fertirriego en duraznero encontró diferencias significativas a favor del fertirriego en comparación con la fertilización convencional en banda. En cambio Layne *et al.* (1996) realizando fertirriego con N, y K en durazneros, no encontraron ventajas encuanto al aumento de la producción comercial en comparación con la aplicación convencional en banda. El autor atribuye estos resultados al exceso de precipitaciones ocurridas durante la estación de crecimiento en los años de evaluación, produciéndose el transporte del fertilizante aplicado en la banda hacía la zona de exploración radical. Estos resultados coinciden con los reportes realizados por otros autores, Strabbioli y Colorio (1988); Wolf et al. (1990).

Smith *et al.* (1979) obtuvieron un mayor tamaño de frutos en durazneros cv "Redhaven" al inyectar el nitrógeno a través del sistema de riego a tasas de 50 % y 100 % de la dosis recomendada en relación con la aplicación convencional sobre la superficie del suelo. Bussi et al. (1994) al aplicar nitrato de amonio a través del equipo de riego obtuvieron un incremento en los rendimientos y en el tamaño promedio de los frutos en dos cultivares de duraznero. Según estos autores los aumentos en la cantidad de nitrógeno aplicado favorecen el crecimiento y el rendimiento, pero constataron variación en los resultados según los años. Ellos concluyen que la dosis de nitrógeno a inyectar en el equipo de riego debe ser ajustada en función de la expectativa de producción, a efectos de obtener una alta eficiencia en el uso del fertilizante aplicado.

Lenine *et al.* (1977) citado por Bonomi (1987) trabajando en un monte de durazneros encontraron una correlación alta entre el nivel de nitrógeno foliar medido en verano y los rendimientos en la siguiente estación de crecimiento,. Soing *et al.* (1998) realizando fertilizaciones nitrogenadas posteriores a la cosecha en durazneros obtuvieron incrementos en el tamaño medio de la fruta, y en el rendimiento por árbol en comparación con los árboles que no recibieron fertilización. Southwick (1999) al aplicar distintas tasas de nitrógeno en ciruelos (*Prunus domestica)* a través del fertirriego, obtuvo en el promedio de los tres años evaluados mayores rendimientos en comparación con el control (plantas no fertilizadas).

Nielsen *et al.* (1993) no encontraron diferencias significativas en la calidad de la fruta de manzanos "Jonagold" al aplicar tres fuentes distintas de nitrógeno (urea, nitrato de amonio, y nitrato de calcio) a través del riego.

Nielsen *et al.* (1995) en un estudio a campo demostró que el fertirriego anual localizado sobre árboles jóvenes de manzano incrementa tempranamente el vigor y los rendimientos en comparación con el fertirriego por microjets. De cualquier modo al cabo de 5 años, los árboles fertirrigados por microjets alcanzaron rendimientos ligeramente superiores no diferenciándose del fertirriego localizado.

2.7.3 Maduración de la fruta

Rober (1973) citado por Bonomi et al. (1987) establece que una de las acciones generales del nitrógeno es retardar la floración y la maduración de los frutos. Jargie (1979) observó en diferentes ensayos que una dosis creciente de nitrógeno, además de incrementar el rendimiento y el crecimiento de las plantas de duraznero, retrasaba el momento de la maduración. Según Trocmé y Grass (1979), este retraso de la maduración por mayor nutrición nitrogenada es una repuesta general poco marcada.

Childers (1982), concluye de ensayos donde se probaron diferentes dosis de N, P, K en diferentes tipos de suelo que la época de maduración de los durazneros es solamente afectada por el nitrógeno. El efecto según este autor se establece retrasando 2 o 3 días el inicio de cosecha, pero sin afectar en forma importante el período de cosecha.

2.7.4 Nivel foliar

Layne et al. (1996) aplicando N y K en durazneros a través de la línea portagotero o por medio de microaspersores no encontraron diferencias significativas en los niveles foliares de N y K en comparación con la aplicación en banda sobre la superficie del suelo. Smith et al. (1979) utilizando distintas dosis de nitrógeno a través del sistema de riego localizado en durazneros cv. "Redhaven", no obtuvieron diferencias significativas en los niveles foliares de nitrógeno en comparación con la aplicación de nitrógeno en cobertura sobre la línea de goteros.

Childers (1982) encontró en dos cultivares de durazneros de 5 años de edad un mayor porcentaje de nitrógeno foliar al aumentar la dosis de nitrógeno por árbol y al controlar las malezas mediante el uso de herbicidas en comparación con el control mecánico.

Southwick *et al.* (1999) aplicando distintas dosis de nitrógeno en forma de urea a través del fertirriego en ciruelos "*Prunos domestica*" encontró los mayores niveles de nitrógeno foliar en los tratamientos que recibieron las mayores dosis. A su vez los niveles foliares de P fueron consistentemente menores en las parcelas donde aplicaron las mayores dosis de nitrógeno, lo mismo sucedió con el K pero únicamente en un año de los 5 evaluados. Los menores niveles de P se explicarían por un aumento en la competencia con N, siendo limitado su absorción a su vez por su baja movilidad en el suelo. Los bajos niveles de K se explicarían por que en ese año los árboles que recibieron mayores dosis de N, obtuvieron las mayores cargas de fruta, por lo tanto, se podría estar translocando K desde las hojas y otros tejidos para cubrir los requerimientos de los frutos.

Bloding y Kodde (1990) encontraron mayores niveles de nitrógeno foliar al fertirrigar dos cultivares de manzana " Jonagold" y "Elstar" en comparación con la fertilización convencional, pero dicho efecto disminuyó con el transcurso del tiempo.

Ro y Park (2000) al aplicar distintas dosis de N en manzanas "Fuji" a través del equipo de riego encontraron que aproximadamente un 50 % del nitrógeno absorbido por los árboles era acumulado en las hojas. De cualquier modo niveles muy altos de nitrógeno en un tejido no siempre se traducen en un mayor crecimiento, ya que puede producirse un consumo de lujo, lo cual fue comprobado por los autores al aplicar dosis

altas de nitrógeno obteniendo una disminución del crecimiento vegetativo en comparación con dosis medias y bajas de N. Los mismos autores al combinar tres dosis de nitrógeno con dosis fijas de P y K obtuvieron las mayores concentraciones para estos dos nutrientes a nivel de hoja, tallo, tronco, y raíces para dosis medias y bajas.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Material vegetal

En agosto de 1996 se instaló en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía un monte experimental de duraznero cv. "Forastero" (*Prunus persica (L). Bastch* sobre pie franco de "Cuaresmillo".

El marco de plantación es de 4.5m en la entrefila x 2.5m en la fila siendo, la densidad de plantación de 888 plantas por hectárea. El sistema de conducción de estas plantas es el épsilon transversal, sistema de conducción que permite implantar montes de duraznero a mayor densidad en comparación con los sistemas de conducción tradicionales actualmente empleados en el país.

Este cultivar utilizado se caracteriza por madurar durante la segunda quincena de diciembre, por lo cual se encuentra dentro de los cultivares tempranos para la zona Sur del país. Es un árbol de buen vigor, productivo, fruto de tamaño grande, generalmente simétrico, de forma cordada a elipsoidal, comprimido del lado opuesto a la sutura, el de color amarillo con sobre color rojo brillante en un 50 % de la superficie, con pubescencia corta y abundante. La pulpa es amarillo-anaranjada pálida, jugosa y dulce con muy buen sabor. Su carozo es chico, rojo, libre a la madurez. Aceptable resistencia a la manipulación y al transporte (PREDEG, 1998).

De acuerdo a la evaluación de cultivares realizada por el PREDEG (1998) se encuentra dentro de aquellos recomendados sin limitaciones para la zona sur del país. Sin embargo se ha constatado en dicho cultivar problemas en cuanto a la carga de fruta en distintas quintas donde se instaló (1).

3.2 Suelo

El suelo sobre el que se instaló el ensayo corresponde a un Brunosol Eutrico Típico, de acuerdo a la descripción realizada en conjunto con los docentes de la cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía.

(1). Ings. Agrs. Antonio Formento, Rodolfo Tálice, Jorge Soria, com. personal.

En las tablas 1, 2 y 3 se presentan la descripción del perfil del suelo en el camellón, análisis químico y de textura.

TABLA 1 Descripción del perfil del suelo en el camellón.

Horizonte A **0- 25 cm**	Pardo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2,5); franco limoso; bloques subangulares finos, fuertes, débilmente pegajoso, raíces abundantes, transición clara.
Horizonte Bt **25-42 cm**	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2), franco arcillo limoso, bloques angulares gruesos, moderados, consistencia firme, plástico; películas de arcilla comunes, gruesas, continuas; concreciones de Fe y Mn, comunes, pequeñas y medianas, friables, raíces comunes, transición gradual.
Horizonte BC **42-75 cm**	Pardo grisáceo (10 YR 5/2),franco arcillo limoso, bloques angulares medios, moderados, plástico, películas de arcilla delgadas y gruesas que enmascaran el color de la matriz; concreciones de Fe y Mn, pocas, medianas y pequeñas, friables, raíces pocas; transición gradual.
Horizonte Ck **+ 75 cm**	Mezcla de colores: pardo oscuro (7,5 YR 4/2) y pardo (105/2);arcillo limoso, caras de deslizamiento, concreciones de CaCO3 pequeñas y duras, a veces pulverulentas.

TABLA 2 Análisis textural.

HORIZ	PROF cm	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
A	0-25	13	64	23	Franco limoso
B	25-42	8	33	59	Franco arcillo limoso
BC	42-75	7	36	57	Franco arcillo limoso

TABLA .3 Análisis químico del suelo.

HORIZ	MO %	pH H2O	pH KCL	P ppm	K*	Ca*	Mg*	Na*
A	2.7	5.6	4.7	4	0.74	9.5	3.1	0.27
B	1.8	6.1	4.8	3	0.88	14.1	5.2	0.51

** meliquivalentes por 100gr de muestra*

Para las determinaciones de las curvas de tensión de humedad y de la densidad aparente se realizó una calicata hasta 1m de profundidad del suelo, a efectos de poder obtener de cada horizonte tres muestras imperturbadas mediante el uso del cilindro muestreador de muestras imperturbadas.

Las muestras se colocaron en olla de presión, siguiendo la metodología de Richards (1947,1949), y se sometieron a presiones de 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1.5 Mpa para obtener las curvas de tensión humedad de cada perfil del suelo Figura 1. Se determinó la humedad a Capacidad de Campo como el contenido de agua a una tensión de 0.01 MPa, el cual se corrigió por la profundidad a cada horizonte. De la misma forma se obtuvo el contenido de agua a Marchitez Permanente para la tensión de 1.5 MPa. Posteriormente se determinó el agua disponible en todo el perfil del suelo como la diferencia entre el contenido de agua a Capacidad de Campo y el del Coeficiente de Marchitez Permanente Tabla 4.

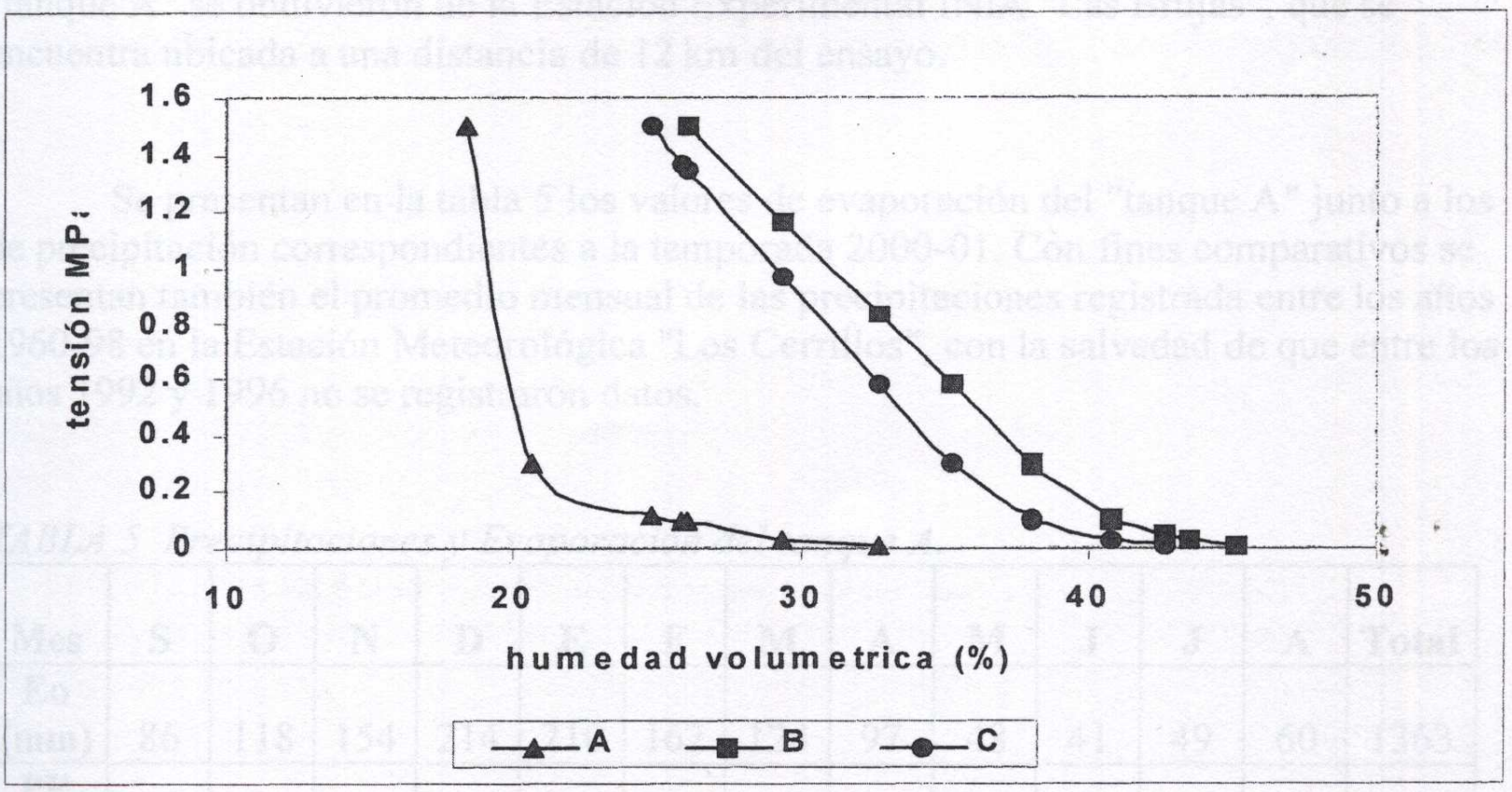


Figura 1. Curvas de tension humedad para los tres horizontes del suelo

TABLA 4 Propiedades hídricas del suelo.

HORIZ	PROF cm	CC mm/10cm	CMP mm/10cm	A.D. mm/10cm	A.D. mm/horz	D.Ap. $gr.cm^{-3}$
A	0-25	33.11	18.88	14.23	35.75	1.12
B	25-42	38.28	21.60	16.68	28.36	1.36
BC	42-75	40.28	23.05	17.23	56.86	1.35

CC.: Capacidad de Campo; CMP.: Coeficiente de Marchites Permanente
A.d.: Agua disponible, D.Ap.: Densidad Aparente.

El contenido de agua correspondiente a Capacidad de Campo para los 75 cm de profundidad fue de 280 mm, y 160 mm para el Coeficiente de Marchitez Permanente.

3.3 Clima

Las precipitaciones y la demanda atmosférica medida a través de la evaporación del "tanque A" fueron las dos variables climáticas registradas. Los registros de las precipitaciones corresponden al Centro Regional Sur. Los registros de evaporación del "tanque A" se obtuvieron de la Estación Experimental INIA "Las Brujas", que se encuentra ubicada a una distancia de 12 km del ensayo.

Se presentan en la tabla 5 los valores de evaporación del "tanque A" junto a los de precipitación correspondientes a la temporada 2000-01. Con fines comparativos se presentan también el promedio mensual de las precipitaciones registrada entre los años 1960-98 en la Estación Meteorológica "Los Cerrillos", con la salvedad de que entre los años 1992 y 1996 no se registraron datos.

TABLA 5 Precipitaciones y Evaporación del tanque A.

Mes	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	Total
Eo (mm)	86	118	154	214	210	162	124	97	48	41	49	60	1363
PP (mm)	141	87	67	49	255	112	202	45	75	148	48	101	1330
P.pro (mm)	88	86	79	82	75	97	104	73	84	70	87	80	1006

Eo (Evaporación del tanque "A"); PP (Precipitaciones en el Centro Regional Sur);
P.pro (Precipitaciones mensuales históricas para la zona de "Los Cerrillos" 1960-99).

Se realizo un análisis estadístico de las precipitaciones ocurridas en la estación meteorológica de los Cerrillos en la serie histórica de 1960-1998 (excluyendo el periodo 1992-1996). Se calculó la probabilidad de que se registre una precipitación igual o mayor a cierto valor con la formula:

$$P = n/ N + 1$$

Donde:

P- Probabilidad de que ocurra un evento igual o mayor al considerado

n - Número de registros de una serie ordenada del evento considerado

N - Número total de registros en la serie

Las cuatro estaciones presentaron los siguientes valores de probabilidad de que ocurran precipitaciones iguales o mayores a las registradas en el año de evaluación:

Primavera de 2000 22 %

Verano de 2001 10 %

Otoño de 2001 22 %

Invierno de 2001 19%

Se puede considerar a las cuatro estaciones húmedas, debido a que ocurrió un verano muy lluvioso el cual puede repetirse cada 10 años, y una primavera, otoño e invierno moderadamente lluviosos capaz de repetirse cada 5 años aproximadamente.

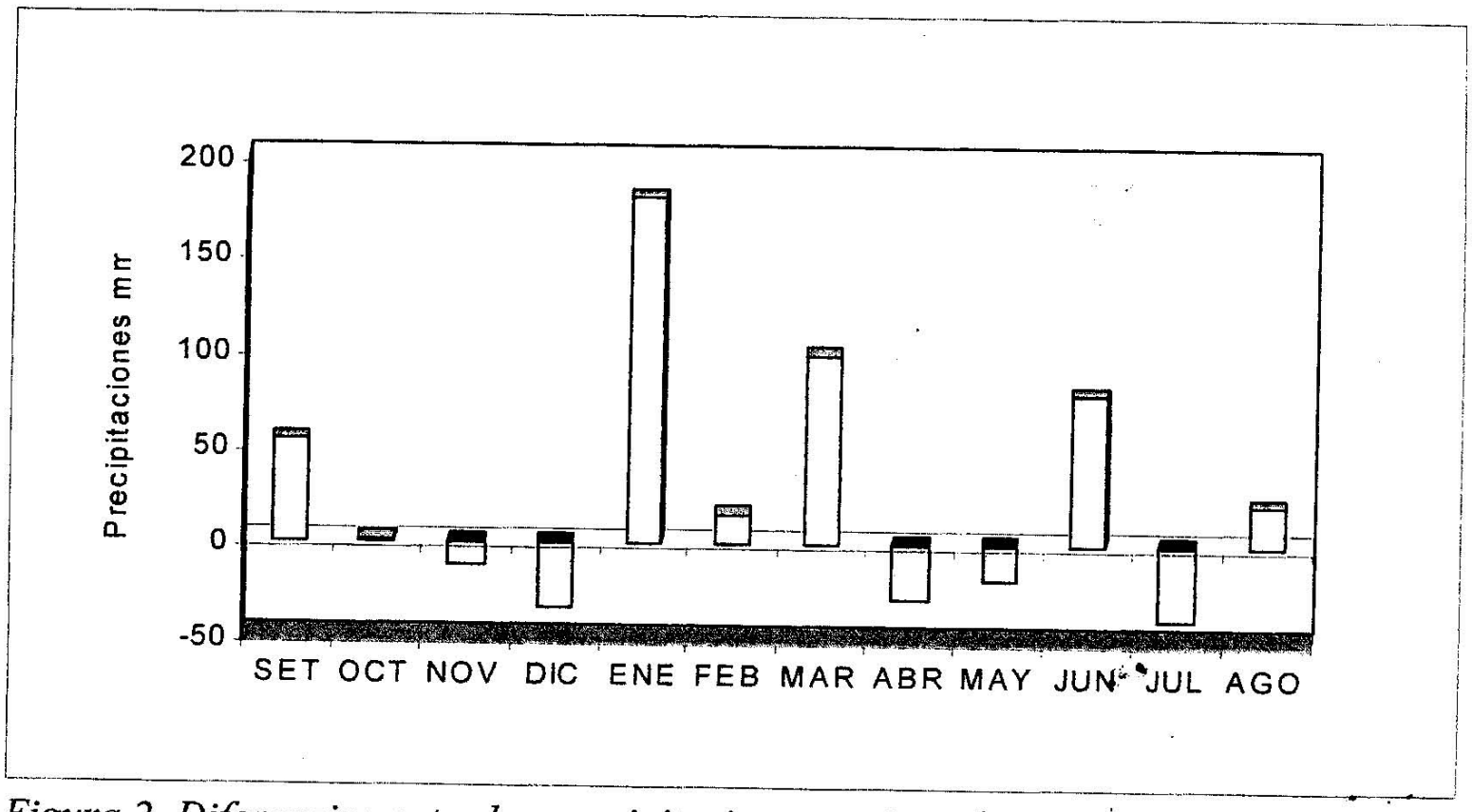


Figura 2. Diferencias entre las precipitaciones registradas en el C.R..S durante el ensayo (setiembre de 2000- agosto 2001) y las precipitaciones medias mensuales registradas en la estación meteorológica Los Cerrillos en la serie 1960- 1998.

3.4 Diseño experimental

El diseño del experimento consistió en bloques completos con parcelas al azar, con tres repeticiones. Cada bloque está formado por tres filas de 15 árboles cada una. Hay tres parcelas por bloque cada una de 15 árboles (5 árboles por fila), de las cuales se evalúan los tres árboles centrales de la fila del medio (Figura 1).

Los tratamientos aplicados fueron tres:

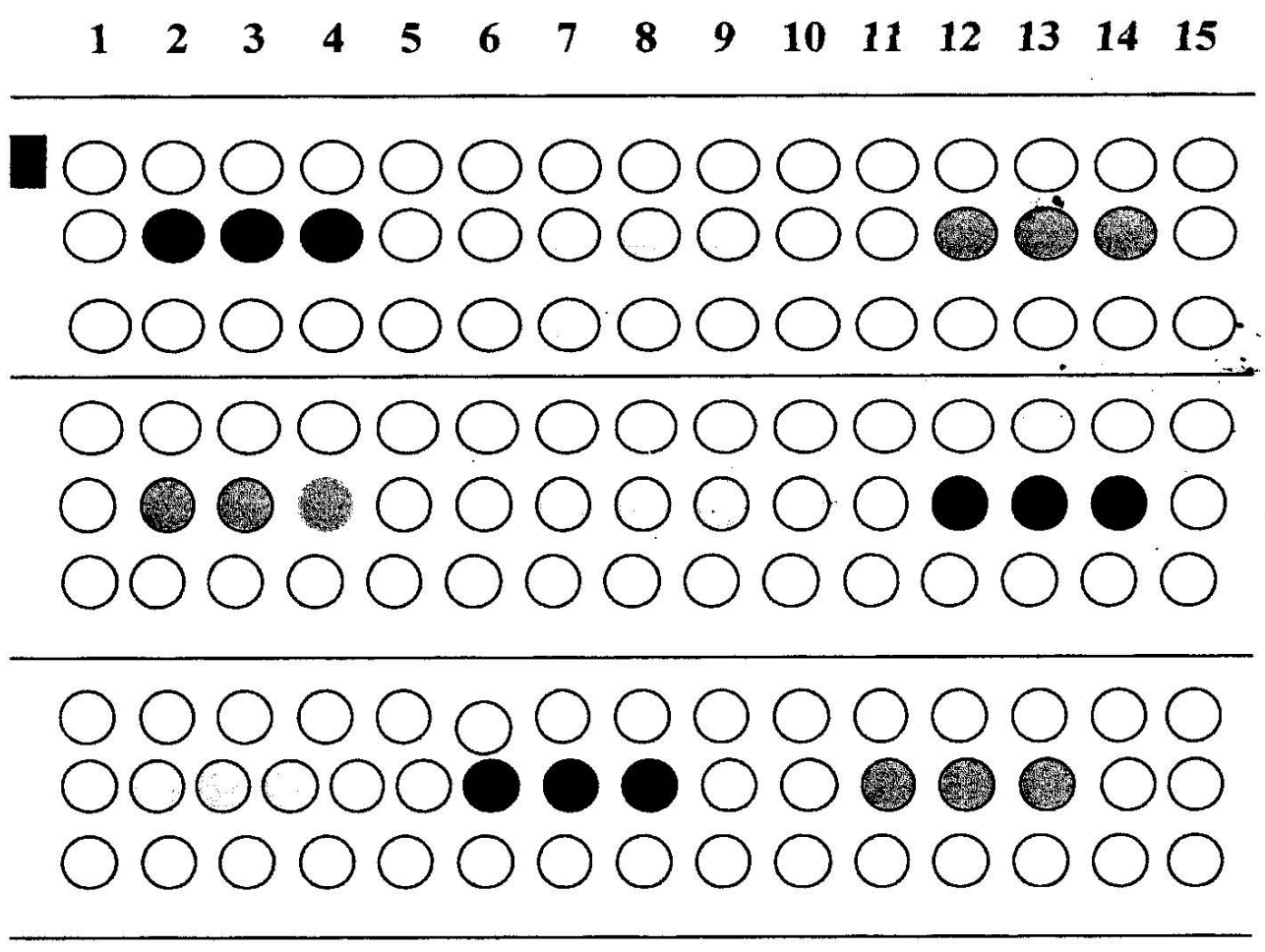
TRATAMIENTO 1 (T1). No se regó y fertilización en cobertura

TRATAMIENTO 2 (T2). Riego desde brotación hasta la caída de las hojas y fertilización en cobertura

TRATAMIENTO 3 (T3). Riego desde brotación hasta la caída de las hojas y fertirriego.

En los tratamientos 1 y 2 la fertilización se llevó a cabo en forma convencional, es decir aplicada al voleo alrededor del árbol. Los tres tratamientos, recibieron la misma dosis de fertilizantes.

Figura 3 CROQUIS DEL ENSAYO



3.5 Programación y manejo del riego

El riego se realizó diariamente durante todo el transcurso de la temporada de riego, a excepción de los días que no se pudo regar por problemas con el equipo. La dosis de riego era igual a la evapotranspiración diaria del cultivo (ETc), la cual se determino a partir de la siguiente ecuación.

$ETc = ETo * Kc.$

donde:

ETc: Evapotranspiración del cultivo.

ETo: Evapotranspiración de referencia.

Kc: Coeficiente del cultivo.

La evapotranspiración de referencia se determinó a partir de la evaporación del tanque "A" (Eo) y el coeficiente de tanque (ktan).

$ETo = Eo * ktan$

Los Kc se obtuvieron de Doorenbos y Pruitt (1990).

Los Kt se obtuvieron de Corsi (1994).

Por medio de un programador que permite la automatización del riego se realizó un programa de riego diario, en el cual se modificaba las horas de riego en función de la evapotranspiración del cultivo.

Se utilizaron goteros autocompensantes de 4 litros/hora colocados a una distancia de un metro, por consiguiente a cada árbol de los tratamientos con riego y fertirriego le correspondieron 2.5 goteros que aportaron 10 litros/hora.

En la Tabla 6 se presenta las fechas de inicio y finalización del riego, junto a las fechas de corte del riego por problemas con el equipo.

Tabla 6. Fechas de inicio y finalización del riego, y cortes durante la temporada de riego.

INICIO	CORTES DEL RIEGO	FINALIZACION
27/09/2000	*14 al 17/12/2000* *20 al 29 /12/ 2000* *3-4 /01/2001* *19 al 22 /01/2001*	*28/2/01*

3.6 Manejo cultural

En cuanto a las practicas culturales ya sea poda, sanidad, manejo del suelo, con excepción de la fertilización fue similar para todos los tratamientos. En la fertilización el manejo fue distinto en cuanto a la forma de aplicar el fertilizante, ya que uno de los tratamientos consiste en aplicarlo a través de un "venturi" instalado en el cabezal del cuadro para realizar el fertirriego.

La fertilización se realizó con nitrato de amonio cálcico (27 % de N) a una dosis de 120 unidades de nitrógeno por ha, la cual se realizo en dos etapas.Lla primera se efectuó en primavera a partir del 19 de setiembre, momento en el cual se da el cuajado del fruto. La segunda aplicación se efectuó a partir del 3 de marzo del 2001 (a efectos de favorecer la acumulación de reservas). En los tratamientos 1 y 2, las dos aplicaciones (primavera, verano) no se fraccionaron. En el tratamiento con fertirriego cada aplicación se fraccionó en tres con el objetivo de mejorar la eficiencia de aplicación.

El manejo del suelo consistió en mantener la entrefila empastada en forma permanente, realizando cortes periódicos con rotativa. En cambio las filas se mantuvieron libres de malezas mediante la aplicación de "glifosato" a razón de 2 litros /ha. efectiva.

El manejo sanitario consistió en curas con Gusatión, a efectos de controlar los picos de "grafolita" (*Cidia molesta*) los cuales se registraron mediante la capturas en trampas con feromonas. Para el control de *Monilia fruticola* se aplico Ziram en los

estados fenologicos de prefloración, floración, y envero del fruto; para el control del "torque" (*Taphrina deformans)* se realizaron aplicaciones con Ferbam. Se realizaron aplicaciones con oxicloruro de cobre al final de la temporada para disminuir la incidencia de "bacteriosis" (*Xantomona arboricora pv. pruni)* para el próximo ciclo productivo.

3.7 Parámetros evaluados

Se evaluaron distintos parámetros para determinar la humedad del suelo, el crecimiento vegetativo, la producción, la calidad de la fruta cosechada y el estado nutricional de los árboles

3.7.1 Medición de la humedad del suelo

Debido a la textura pesada del suelo donde se instaló el ensayo, se optó por no utilizar tensiómetros para el seguimiento de la humedad del suelo. La humedad en el suelo se comenzó a medir a partir del 14 de diciembre del 2000 hasta finalizar el riego el 28 de febrero del 2001. Las mediciones se realizaron por medio de una sonda de neutrones marca "Troxler", para lo cual fue necesario calibrar en el suelo en el cual se trabajo. Para ello se correlaciono el valor de la relación (cuenta/estándar) con el de la humedad del suelo obtenido por el método gravimétrico.

Para poder utilizar la sonda de neutrones se instalaron nueve tubos de acceso, de aluminio, de un metro de longitud. Se instaló un tubo en la fila central de cada parcela, procurando que cada tubo se encontrara equidistante entre dos goteros. La humedad del suelo se midió semanalmente a tres profundidades distintas: 20, 40, y 70 cm. Al inicio de cada sección se tomaba una medida estándar con el emisor de neutrones dentro de la sonda. Simultáneamente a cada medida, se realizó un muestreo gravimétrico a los efectos de calibrar la sonda.

Para realizar el muestreo gravimétrico se utilizó un taladro holandés con el cual se tomaron las muestras de suelo a 20, 40, y 70 cm de profundidad. Posteriormente se colocaron en cápsulas y se pesaron, se llevaron a estufa durante 48 horas a 105°C, se pesaron nuevamente, y por diferencia de peso se obtuvo el contenido de agua en peso que se expresó en porcentaje. Este valor corregido por la densidad aparente permitió conocer el porcentaje de agua en volumen.

En la tabla 7 se presenta un resumen de la calibración de la sonda, en donde se muestran los rangos máximos y mínimos de ratio, y la humedad volumétrica en (%) para las tres profundidades de suelo calibradas.

Tabla 7. Rangos máximos y mínimos de ratio, contenido de humedad volumétrica en(%) para las tres profundidades calibradas.

Horizonte	N° de muestreos	Rango Ratio		H.Volumetrica (%)	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo
20 cm	13	0.37	0.88	15.04	35.93
40 cm	13	0.57	1.00	19.22	39.72
70 cm	13	0.74	1.03	20.65	41.89

Se ajustaron ecuaciones de regresión $y = a + b * x$, la variable "y" corresponde a la humedad volumétrica y "x" el ratio (numero de cuentas/ estándar). Las tres ecuaciones fueron muy significativas con una $p < 0.01$.

Tabla 8. Ordenada en el origen (a), pendiente (b) y coeficiente de determinación lineal (r^2), de las rectas de calibración de la sonda de neutrones para cada horizonte.

Horizonte	a	b	R^2
A	6.68	31.35	0.76
B	3.50	41.87	0.90
C	16.11	54.76	0.80

Se presenta en la figura 4 los gráficos de calibración de la sonda para las profundidades de 20, 40, y 70 cm.

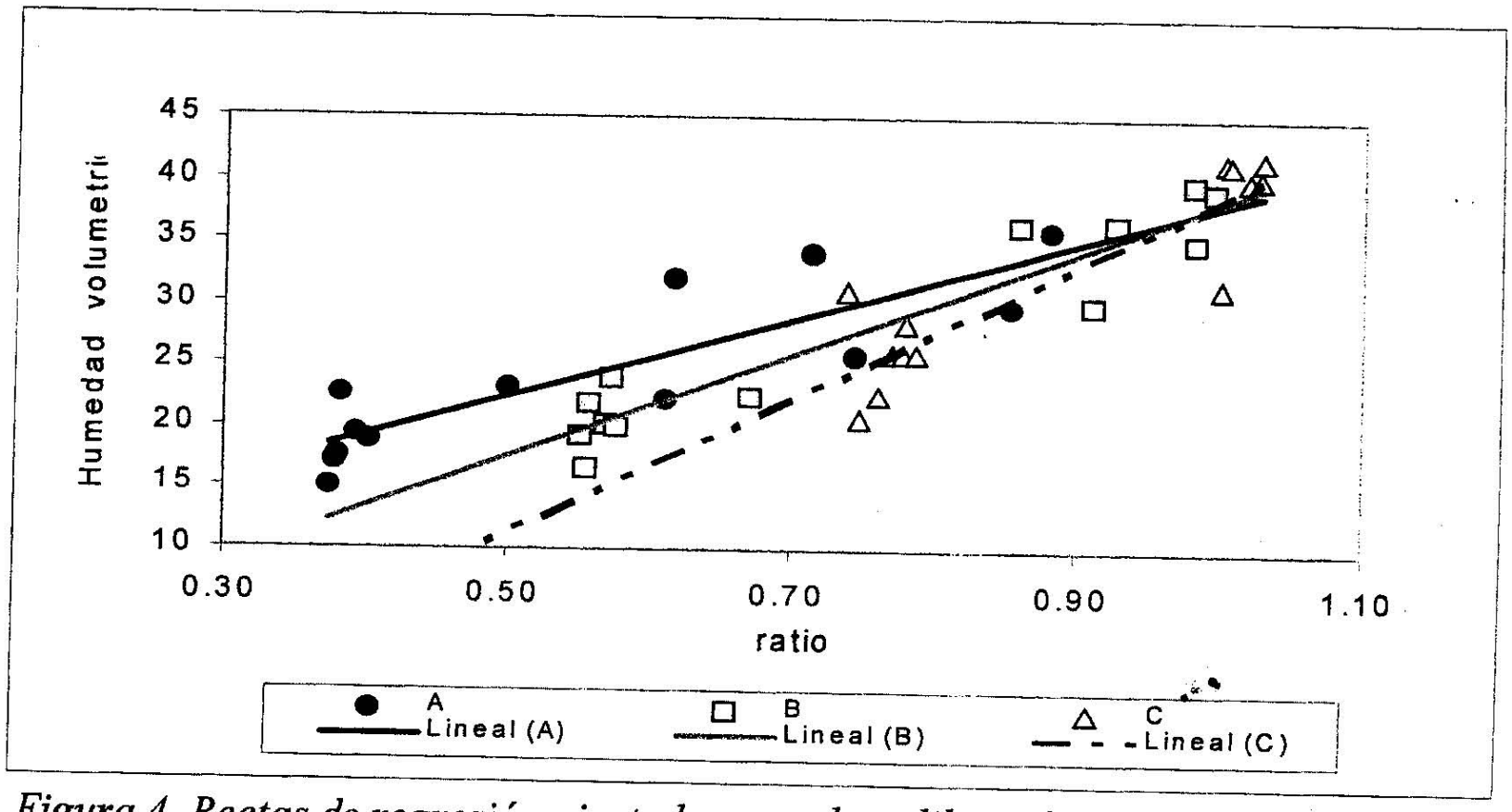


Figura 4. Rectas de regresión ajustadas para la calibración de la sonda de neutrones para cada horizonte.

3.7.2 Medidas de crecimiento vegetativo

3.7.2.1 Crecimiento del tronco

Se midió la circunferencia del tronco mediante una cinta de costurera, con un error de apreciación de 1mm. Las mediciones se efectuaron siempre sobre una marca con pintura alrededor del tronco de cada árbol a una altura aproximada de 20 cm sobre el nivel del camellón.

3.7.2.2 Longitud de rama

Se marcaron cuatro ramas por árbol de la brotación del año en los tres árboles de cada parcela (36 ramas por tratamiento). Las ramas se ubicaban sobre los brazos del épsilon, por consiguiente en cada brazo del épsilon se encontraba una rama en la parte superior y otra en la inferior.

Las mediciones se realizaron semanalmente con una cinta métrica. Se evaluó la longitud total de la rama, y a su vez los incrementos relativos de las mismas.

3.7.2.3 Peso de poda

La poda evaluada correspondió a la del invierno del 2001, para poder analizar de esta forma el crecimiento obtenido por las plantas luego de la temporada de riego. En la poda se peso por separado la madera nueva (de un año de crecimiento) de la madera vieja de más de un año.

3.7.3 Análisis foliar

Se realizó un análisis foliar en el cual se evaluó nitrógeno, potasio, y fósforo. El muestreo se realizó el 15 de enero del 2001, se tomaron de cada árbol 20 hojas de la parte media de las ramas del año ubicadas a una altura de 1.5 metros, por lo tanto se obtuvo una muestra de 60 hojas por parcela (Ing.Agr. Carmen Goñi comunicación personal). Las muestras una vez obtenidas se mantuvieron en heladera para su conservación, se secaron en estufa a 60°C, y se molieron para posteriormente realizar el análisis foliar estándar.

3.7.4 Crecimiento de los frutos

El 15 de noviembre del año 2000, se realizó el raleo manual de la fruta, tomando como criterio el dejar un promedio de tres frutos por brindilla, con una separación entre frutos de aproximadamente 12 cm. Posteriormente se seleccionaron al azar 10 frutos alrededor de cada árbol evaluado, marcándose un total de 270 frutos en todo el ensayo. Mediante un calibre electrónico digital de una precisión de 0.01 mm se registró dos veces por semana el diámetro ecuatorial de los frutos hasta su cosecha.

Se realizo una regresión entre la medición del diámetro ecuatorial del fruto y el volumen determinado por el peso del agua desplazada al sumergir los duraznos en un recipiente con dicho liquido. Para las determinaciones del volumen desplazado por los frutos se utilizo un total de 56 frutos, los cuales se recolectaron durante las distintas fases del desarrollo.

La regresión obtenida fue del tipo potencial:

$$Y = 0.0004\ x^{3.0289}$$

Siendo "x" el diámetro del fruto e "y" el volumen medido por el agua desplazada. La ecuación de regresión fue muy significativa con una $p< 0.01$. Una vez determinada la relación existente entre el diámetro del fruto y su volumen se calculo el volumen promedio de los frutos para cada tratamiento. A partir de este calculo se construyeron las curvas de crecimiento de los frutos, y de los incrementos relativos de los mismos.

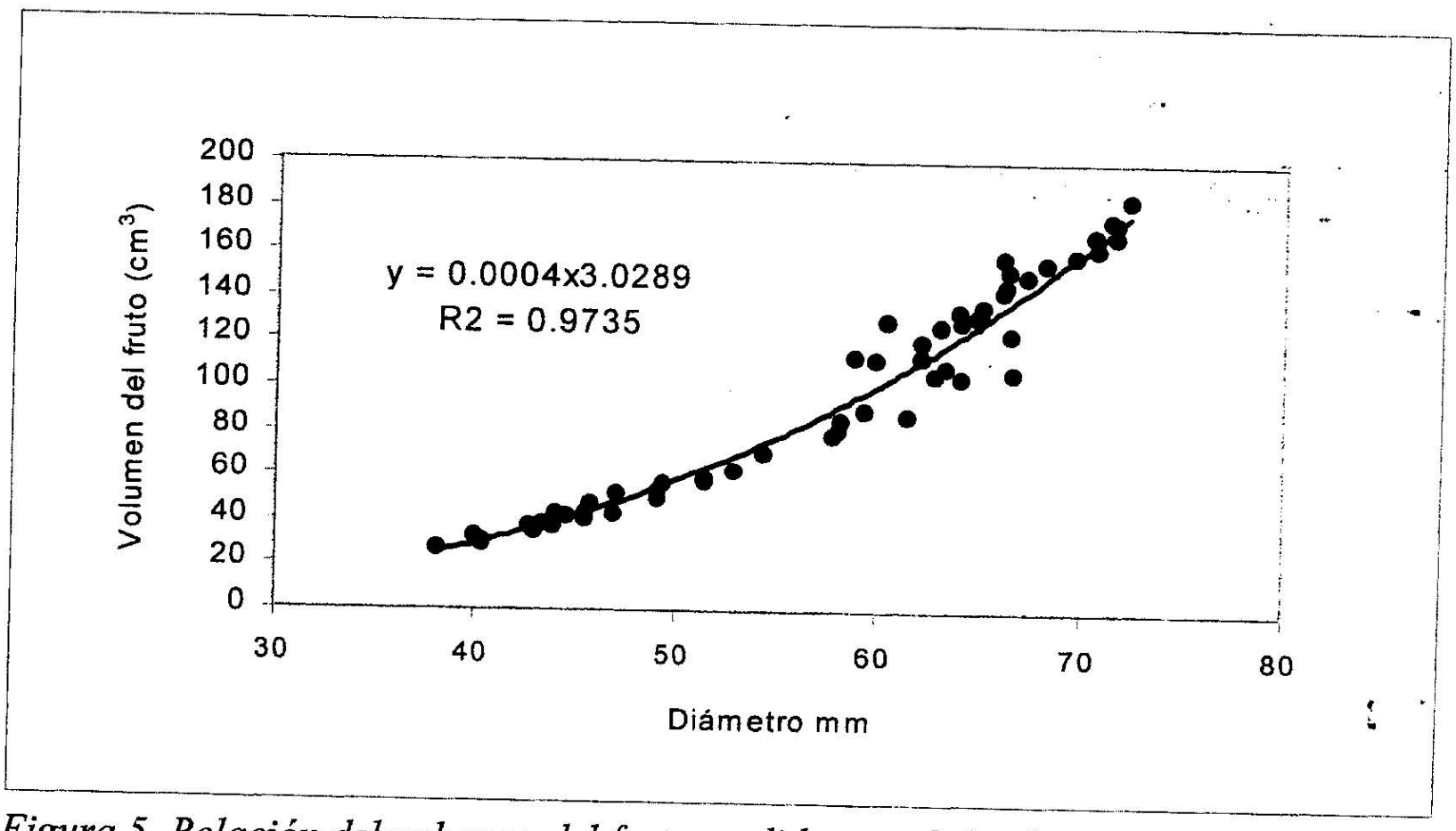


Figura 5. Relación del volumen del fruto medido por el desplazamiento del agua y el diámetro ecuatorial.

3.7.5 Parámetros de maduración de la fruta

En dos de los repasos efectuados durante la cosecha, se tomó una muestra de 10 frutos por parcela a efectos de evaluar los parámetros de maduración de la fruta como son la presión, y los grados Brixs. La presión se determino mediante un penetrómetro el

cual se aplico en ambas caras del fruto paralelas a la sutura del mismo. Para la determinación de los grados brix se utilizo un refractrómetro.

3.7.6 Determinación de la producción

La cosecha del ensayo se llevo a cabo a partir del 20 de diciembre del 2000 hasta el 5 de enero del 2001, realizándose un total de seis repasos. En cada repaso se determino el peso individual de la producción de los 27 árboles evaluados, y se contó el numero de frutos de cada uno. Luego se juntó la producción de los tres árboles de cada parcela, y se clasificaron los frutos en cuatro calibres (tabla 3.9). La calibración se hizo manualmente y por apreciación visual.

Tabla 9 .Clasificación de la fruta en función del calibre.

Calibre	Peso en (gramos)	Categoría
1	>180 gr.	Especial
2	180-150 gr.	Primera
3	150-120 gr.	Segunda
4	<120 gr.	Tercera

3.7.7 Análisis Estadístico

Los análisis estadisticos se realizaron con el programa MSTAT realizándose análisis de varianza y covarianza. En el análisis de covarianza se utilizo como covariable la sección del tronco medida en el año de instalado el ensayo. De acuerdo al análisis de covarianza la sección del tronco medida al inicio y al final del ensayo fue la única variable que dio significativa, tabla 10. Por consiguiente las medias de la sección del tronco se ajustaron de acuerdo al análisis de covarianza. Las medias de los tratamientos fueron comparadas a travéz de la prueba de Tukey con un alfa de 0.1.

Tabla 10. Análisis de covarianza

Variable dependiente	Coeficiente de regresíon	Desvió estándar	Valor de T	Pr> (T)
Sección del tronco inicial	2.262	0.328	5.98	<0.001
Sección del tronco final	2.485	0.477	5.20	<0.001
Poda nueva	0.008	0.021	0.39	0.7038
Poda vieja	0.06	0.070	0.95	0.3577
Poda total	0.074	0.067	1.11	0.28
Kg./árbol	0.336	0.201	1.67	0.1122
N°frutos /árbol	1.32	1.45	0.91	0.3784

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capitulo se presentan el total de riego aplicado durante la estación de crecimiento, la evolución de la ETc, las precipitaciones y la evolución de la humedad en el suelo, a efectos de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos. Posteriormente se presentan y discuten los resultados de los parámetros evaluados en el análisis foliar, en el crecimiento vegetativo, en la producción y en la calidad de la fruta cosechada.

4.1 Riego total aplicado

La temporada de riego se inició el 27 de setiembre del 2000, finalizando el 23 de febrero del 2001. Se aplicaron un total 479 mm, equivalentes a 5388 litros árbol^{-1}, tabla 11. En regiones semiáridas Naor *et al.* reportan aplicaciones de riego de 635 a 686 mm por año. En cambio en Georgia, EEUU, con precipitaciones medias anuales de

1220 mm, similares a las de Uruguay, Daniell (1982) obtuvo la mejor repuesta al riego con láminas anuales de 200 a 253 mm.

Tabla11. Riego total aplicado por mes en litros por árbol y milímetros calculados para un marco de plantación de 11.25 m^2.

mes	mm	litros árbol^{-1}
setiembre	4	49
octubre	61	687
noviembre	92	1035
diciembre	92	1043
enero	118	1329
febrero	110	1245
total	**479**	**5388**

En la figura 6 se presentan los riegos aplicados semanalmente durante la temporada 2000-01 en los tratamientos T2 y T3. Las dosis de riego aplicadas variaron desde valores mínimos de 12 litros árbol^{-1} día^{-1} al inicio de la temporada, hasta máximos de 65 litros árbol^{-1} día^{-1} durante los periodos de mayor ETc.

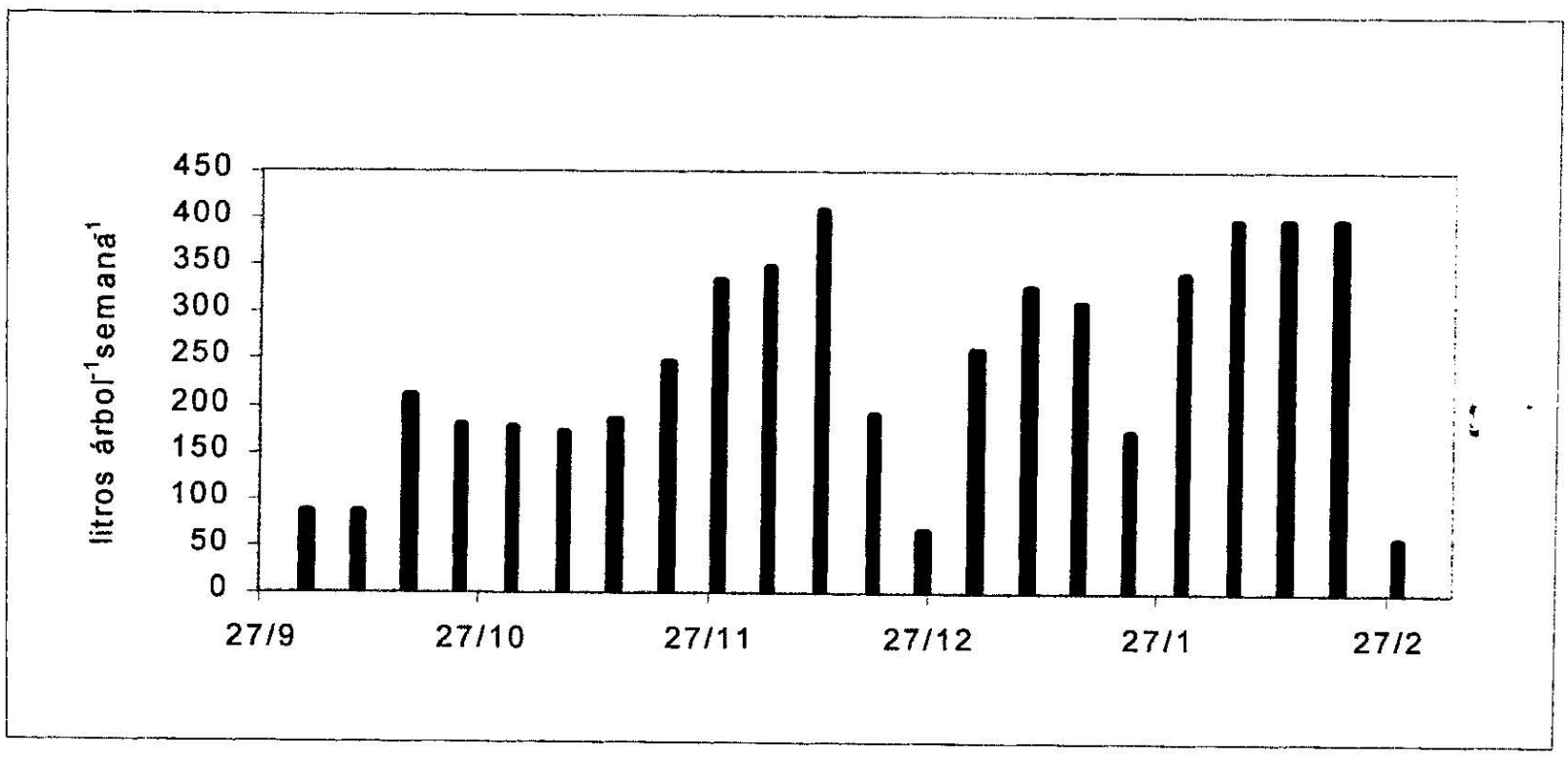


Figura 6. Riego aplicado semanalmente durante la temporada 2000-01.

La evolución de la ETc estimada presentó dos picos de máxima demanda, figura 7. El primero se registró entre el 28 de noviembre y el 5 de diciembre, alcanzándose valores promedios de 5.8 mm por día, con valores máximos de hasta 6.7 mm. El

segundo pico se produjo entre el 9 y 16 de enero del 2000, con valores promedios de 5.5 mm por día, con máximos de 7.9 mm.

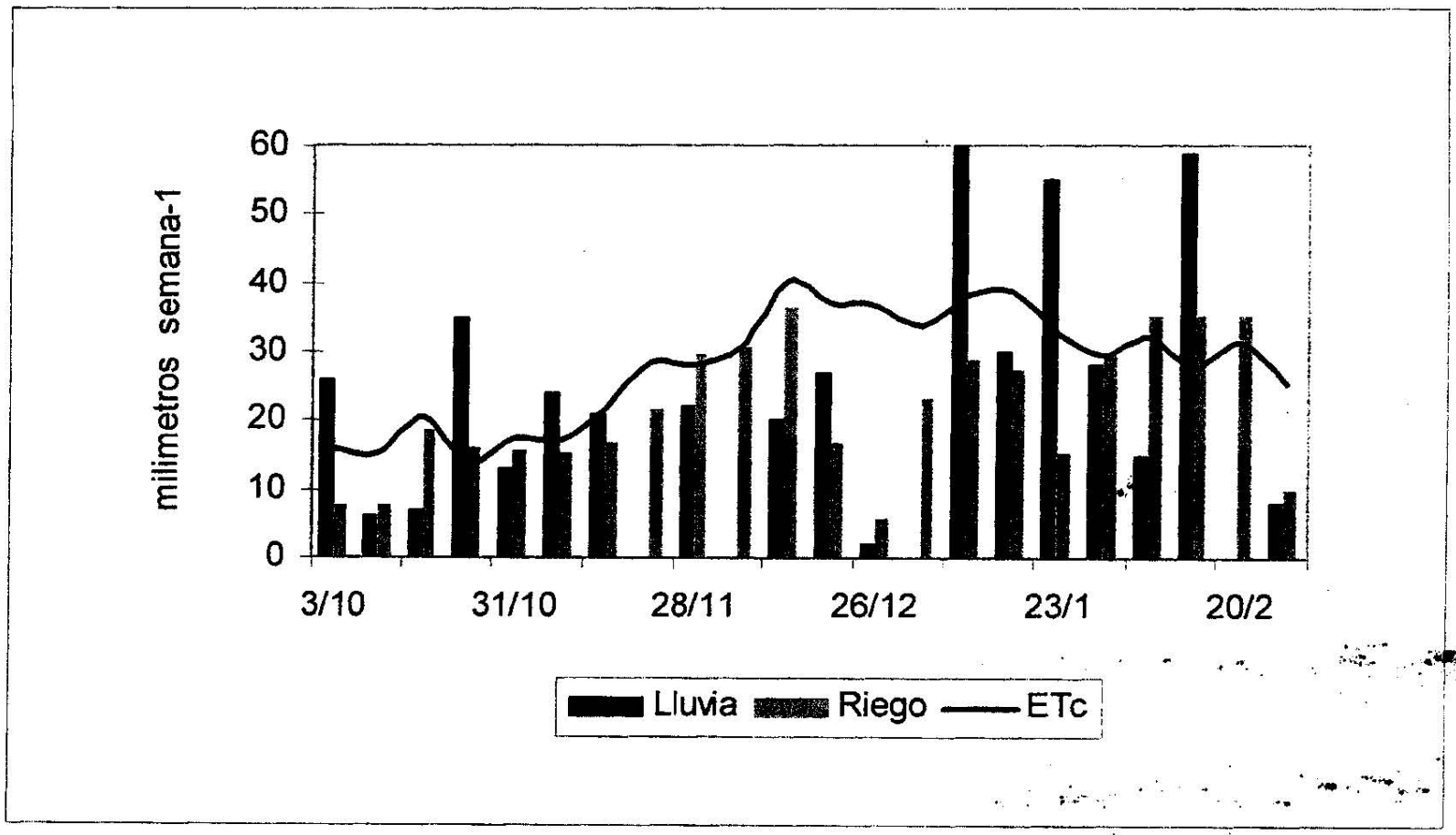


Figura 7. Evolución de la evapotranspiración del cultivo, registros de lluvia y de riego aplicado semanalmente.

Si bien durante el ensayo se registró un verano muy lluvioso, se constataron periodos de déficit hídricos significativos. Un ejemplo es el periodo transcurrido entre el 14 de diciembre y 2 de enero (figura 7). Este déficit fue imposible evitar en los tratamientos T2 y T3, debido al corte de riego durante 14 días por problemas en el equipo, tabla 3.7.

4.2 Evolución de la humedad del suelo

Debido a problemas con la sonda de neutrones se comenzó a medir la humedad en el suelo a partir del 14 de diciembre hasta finalizar la temporada de riego. Se presenta en la figura 8 la evolución de la humedad del suelo en cada horizonte y el contenido de agua acumulada en los primeros 42 cm del perfil, junto a los desvíos estándar.

Los niveles de humedad del T2 en cada horizonte y en los primeros 42 cm del perfil se encontraron muy próximos a capacidad de campo (CC), con la excepción de los periodos en los que se cortó el riego. En el mes de enero al registrarse un breve corte del riego, se observo en el horizonte "A" una disminución del nivel de humedad por debajo de CC. Pero al restablecerse el riego el horizonte "A" recupero rápidamente su nivel de humedad. En cambio los horizontes "B y BC" no fueron afectados por el corte del riego manteniendo ambos horizontes valores de humedad correspondientes a CC.

En el tratamiento de secano la humedad en todos los horizontes estuvo siempre en niveles correspondientes al coeficiente de marchitez permanente (CMP), salvo en los horizontes "A y B" durante el periodo comprendido entre el 14 y 28 de diciembre. En dicho periodo el nivel de humedad estuvo por encima de CMP como consecuencias de la ocurrencia de precipitaciones.

A partir del 23 de febrero, momento en el cual se produce el corte definitivo del riego, el nivel de humedad del T2 en el horizonte "A" comenzó a descender hasta igualarse con el T1 en valores correspondientes a CMP. En el horizonte "B" se observa la misma tendencia pero la humedad disminuyendo a una tasa menor que en el horizonte "A". En cambio en el horizonte BC el nivel de humedad después de 17 días de haberse cortado el riego permanecía a CC.

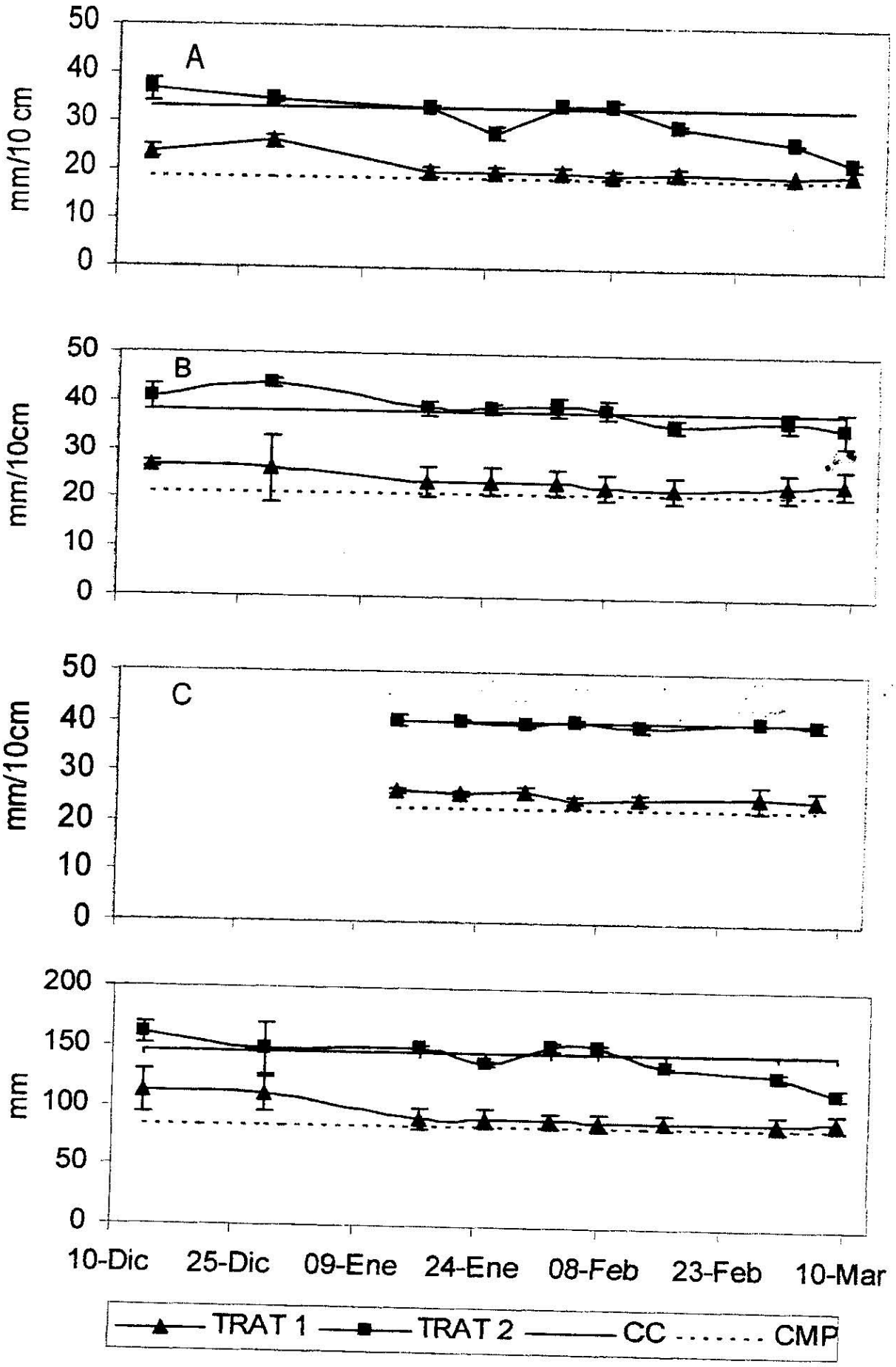


Figura 8. Evolución de la humedad en el suelo A)horizonte A, B) horizonte B C) horizonte C, y D) humedad en todo el perfil del suelo.

4.3 Nutrición mineral

En la tabla 12 se presentan los resultados del análisis foliar para evaluar el estado nutricional de los árboles.

Los valores foliares de fósforo y potasio no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, encontrándose dentro del rango óptimo de acuerdo a los niveles foliares estándar definido por Leece *et al.* (1974). En cambio en los niveles de nitrógeno foliar se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. El T1 presentó el mayor nivel, el T3 un valor intermedio, y el T2 el nivel más bajo. El nivel de nitrógeno foliar del T1 se encontró en el rango óptimo, en cambio los niveles foliares de los tratamientos T3 y T2 fueron bajos y deficientes respectivamente.

Tabla 12. Análisis Foliar

	N %	P %	K %
T1	3.06 a	0.15	2.28
T2	2.37 c	0.14	2.17
T3	2.59 b	0.16	2.26
p	0.001	n.s.	n.s.
C.V	3.11		
D.M.S	0.19		

Cada valor es la media de 9 árboles. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **p** - significación estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.S.M** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tukey al 10 %.

En relación al manejo de la nutrición mineral como ya se mencionó en el ítem 3.4 consistió en una dosis fija de nitrógeno para los tres tratamientos. El 50 % de la dosis se aplicó inmediatamente después del cuajado del fruto, y el restante 50 % al inicio del otoño.

De acuerdo a estos tratamientos eran de esperar diferencias en los niveles foliares de nitrógeno. Si bien se presentaron diferencias entre tratamientos, llama la atención el mayor nivel de nitrógeno foliar en el tratamiento de secano con relación a los bajos valores encontrados en los otros tratamientos. Una de las principales hipótesis que explicaría el mayor nivel de nitrógeno foliar encontrado en los árboles de secano podría deberse a la ocurrencia de precipitaciones posteriores a la aplicación del fertilizante, lo cual favorecería el transporte del fertilizante hacia la zona de exploración radical y su posterior absorción. En cambio en los tratamientos de riego y fertirriego la ocurrencia de precipitaciones posteriores a la aplicación del fertilizante podrían haber causado perdidas del fertilizante por percolación, debido al mayor nivel de humedad del suelo en comparación con el tratamiento de secano.

El menor nivel de nitrógeno foliar encontrado en tratamiento con riego en relación al secano coincide con resultados encontrados por Morris *et al.*(1962). En cambio Rocca y Zeballos (1990) obtuvieron mayores niveles de nitrógeno foliar al aplicar riego en árboles jóvenes de duraznero. Baccino y García (1995) trabajando en el mismo monte de durazneros no encontró efectos consistentes del riego en los niveles foliares de nitrógeno al cabo de 5 años de evaluación.

El mayor nivel de nitrógeno foliar en el tratamiento de fertirriego en relación al tratamiento de riego con fertilización convencional, no coincide con los resultados obtenidos por Smith *et al.*(1979) y Layne *et al.*(1996). Estos autores no obtuvieron diferencias significativas en los niveles foliares de nitrógeno al aplicar los mismos tratamientos realizados en nuestro ensayo. En cambio Bloding *et al.*(1990) y García (2000) trabajando en dos variedades de manzana y en naranjas "valencia" respectivamente, encontraron mayores niveles de nitrógeno foliar al realizar fertirriego en comparación con la fertilización convencional.

4.4 Efectos del riego y del fertirriego en el crecimiento vegetativo

4.4.1 Crecimiento del tronco

La evolución de la sección del tronco se evaluó desde junio del 2000 hasta junio de 2001, si bien se disponen de medidas del invierno 1998 y 1999, tabla 4.4.

Antes de comenzar la temporada de riego se realizó una determinación de la sección del tronco, constatándose que los árboles que habían recibido riego normal (T2) durante los años anteriores, presentaban una mayor sección en comparación con el tratamiento en secano (T1), pero no se diferenciaban estadísticamente del tratamiento de fertirriego (T3). Los tratamientos de fertirriego (T3) y secano (T1) no presentaban diferencias estadísticas significativas entre si, tabla 13.

TABLA 13. Evolución del área de la sección transversal del tronco en (cm^2).

	1/10/98	27/07/99	12/06/00	20/06/01
TRAT1	18.02 a	34.50	49.82 bc	74.6 a
TRAT2	16.07 a b	35.42	67.95 a	85.0 a
TRAT3	12.58 b	28.86	60.50 a c	77.0 a
p	**0.065**	**n.s**	**0.001**	**n.s**
C.V.	**27.73**		**11.64**	
D.M.S	**4.54**		**6.92**	

Cada valor es la media de 9 árboles. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **p** - significación estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.S.M.** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tukey al 10 %.

Al finalizar la temporada de riego los tratamientos no presentaron diferencias significativas en la sección de tronco, aunque el T2 presento el mayor valor manteniendo la tendencia registrada al inició del ensayo. Al analizar los incrementos relativos de la sección del tronco (Tabla 14), se puede apreciar que el T1 presento el mayor incremento relativo, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T2 y T3, estos dos ultimos tratamientos presentaron incrementos relativos estadísticamente similares.

Varios autores (Reeder et al.,1975; Daniell, 1982; Chalmers, 1981; Rocca y Zeballos, 1990; Baccino y García, 1995) bajo distintas condiciones climáticas, han encontrado una respuesta positiva en el crecimiento del tronco de durazneros frente al suministro de riego. De acuerdo a estos antecedentes era de esperar que los tratamientos de riego y fertirriego presentaran mayores incrementos en los valores de la sección del tronco respecto al secano. Pero al combinarse los efectos de un mayor nivel de nitrógeno foliar en los árboles de secano y la ocurrencia de abundantes lluvias durante el verano y el otoño, se vieron enmascarados los efectos de los tratamientos de riego y fertirriego.

TABLA 14. Incrementos relativos *de la sección tronco (%)*

	10/98-7/99	7/99-6/00	6/00-6/01
TRAT1	99.5	62.8	51.02 a
TRAT2	125.5	99.4	26.87 b
TRAT3	130.6	95.7	28.33 b
p	**n.s**	**n.s**	**0.031**
C.V.			**70.45**
D.M.S			**21.00**

Cada valor es la media de 9 árboles. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **p** - significación estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.M.S** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tuked al 10 %.

Layne et al. (1996) y Bussi et al. (1994) obtuvieron un mayor incremento en la sección transversal del tronco de durazneros al realizar fertirriego en comparación con la fertilización nitrogenada convencional. Neilsen et al. (1993) y Southwick et al.

(1999) encontraron similares resultados trabajando en manzanos, y ciruelos respectivamente. Los resultados encontrados por estos autores no coinciden con los de nuestro ensayo, en donde no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos de fertirriego (T3) y fertilización nitrogenada convencional con riego (T2).

4.4.2 Crecimiento de brindillas

En la Tabla 15 y en la figura 9 se presentan los registros de la longitud de las ramas del año. Desde la primer medida realizada el 6 de noviembre hasta el 18 de diciembre, las ramas del tratamiento T1 presentaron un valor estadísticamente superior al T2, en cambio no se diferenciaron del T3. A su vez los tratamientos T2 y T3 no presentaron diferencias entre sí. Sin embargo a partir del 18 de diciembre hasta la finalización del crecimiento, las ramas del T1 presentaron un crecimiento mayor al resto de los tratamientos, alcanzando una longitud final significativamente superior a los tratamientos T2 y T3.

Tabla 15 Evolución del crecimiento en longitud de las brindillas (cm).

	6/11	13/11	20/11	27/11	4/12	12/12	18/12	28/12	8/1	5/3
T 1	25.7a	33.1a	39.7a	45.2 a	50.8 a	53.9a	55.4 a	56.7a	57.2a	59.2a
T 2	21.5 b	27.1 b	30.9 b	34.6 b	36.4 b	37.6 b	38.4 b	39.0 c	39.2 c	39.6b
T 3	24 ab	30 ab	34.5ab	40.9 ab	43.9 ab	46 ab	47.2 ab	47.8 b	47.9 b	48.1b
p	**0.083**	**0.082**	**0.048**	**0.019**	**0.018**	**0.014**	**0.015**	**0.012**	**0.08**	**0.009**
C.V.	**20.79**	**20.18**	**20.33**	**23.25**	**23.03**	**23.7**	**23.85**	**24.51**	**24.69**	**24.2**
DMS	**3.75**	**5.35**	**6.62**	**6.00**	**8.00**	**8.49**	**8.97**	**8.73**	**8.13**	**9.02**

Cada valor es la media de 36 ramas. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **p** - significación estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.M.S** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tukey al 10 %.

En la tabla 16 se presentan los incrementos relativos del crecimiento de las ramas del año. En solo dos periodos se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos. En el periodo transcurrido entre el 4 y 12 de diciembre, los tratamientos T1 y T3 presentaron incrementos estadísticamente similares, a su vez el T1 fue superior al T2, y el T3 no se diferenció del T2. En cambio, en el periodo comprendido entre el 18 y 28 de diciembre el T1 presento un mayor incremento relativo en comparación con el T2 y T3, presentando los tratamientos el siguiente orden T1>T2 = T3. En el resto de los períodos, si bien no se registraron diferencias significativas entre tratamientos, siempre los incrementos del T1 fueron mayores, como puede observarse en la figura 10.

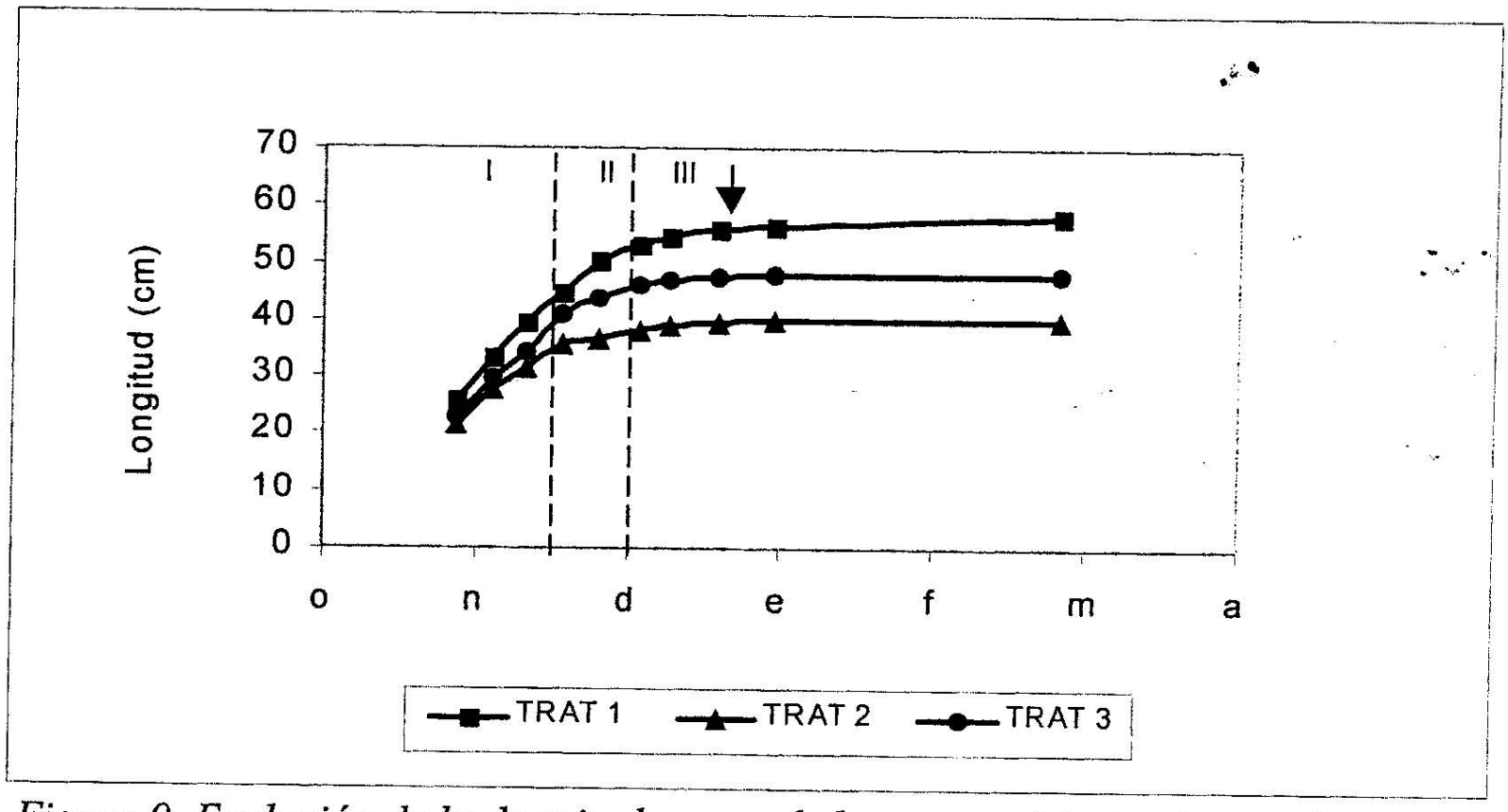


Figura 9. Evolución de la longitud en cm de las ramas del año durante la temporada 2000-01. Las líneas verticales cortadas delimitan las fases del crecimiento del fruto, y la flecha marca el inicio de la cosecha.

Tabla 16. Incremento relativo del crecimiento de las ramas (%).

	6-13 nov	13-20 nov	20-27 nov	27 nov-4 dic	4-12 dic	12-18 dic	18-28 dic	28 dic-8 ene	8 ene-5 mar
T1	33.71	23.22	15.91	14.26	6.97a	3.00	2.35a	1.06	4.13
T2	28.11	14.96	15.77	6.25	2.84 b	1.51	0.98 b	0.35	0.7
T3	32.51	16.11	18.59	6.46	4.45ab	1.98	0.79 b	0.21	0.26
P	n.s	n.s	n.s	n.s	0.086	n.s	0.033	n.s	n.s
C.V.					48.79		91.92		
D.M.S					3.77		1.13		

Cada valor es la media de 36 ramas. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **P** - significación estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.M.S** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tukey al 10 %.

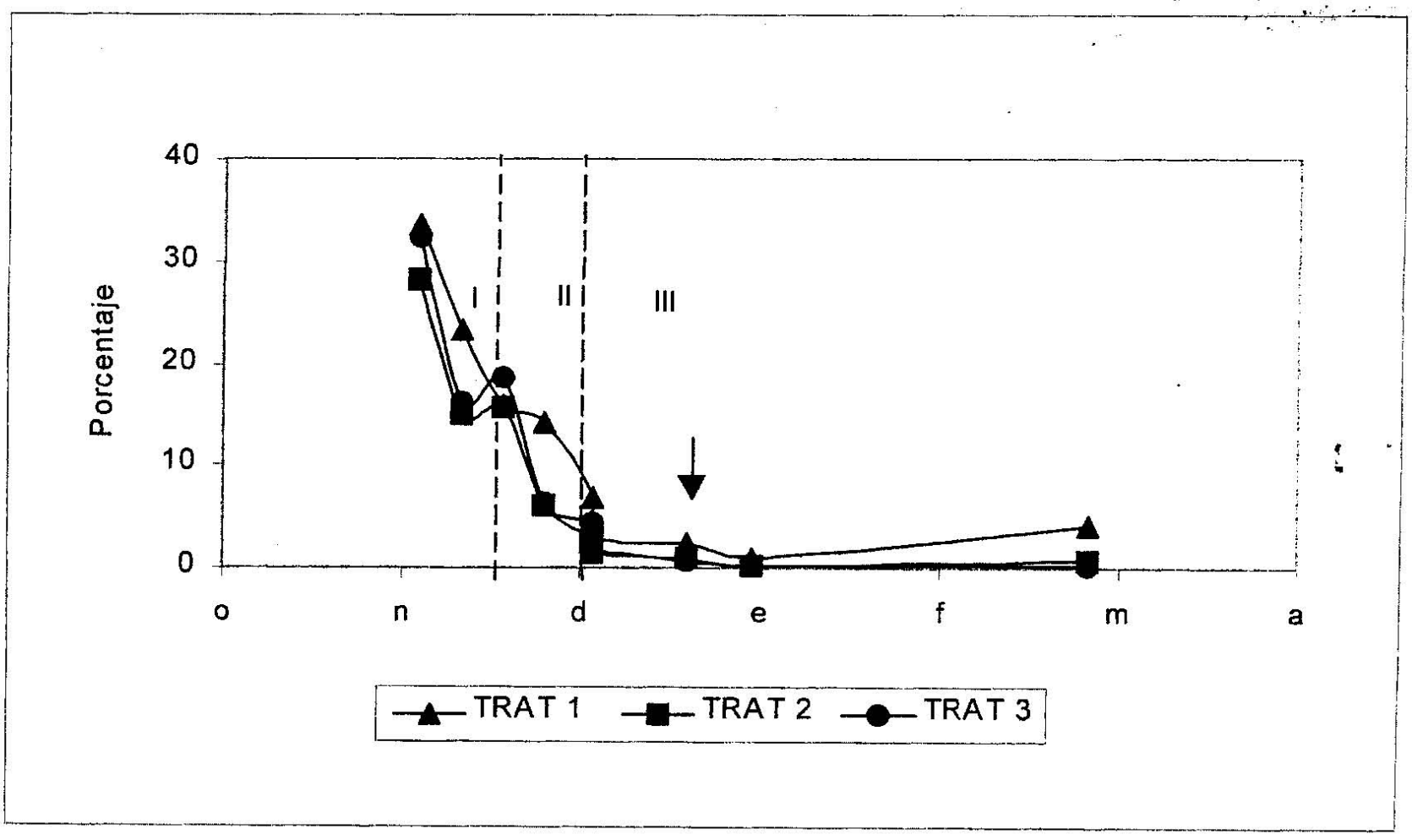


Figura 10. Incremento relativo del crecimiento de ramas del año, durante el periodo 2000-01. Las líneas verticales cortadas indican las diferentes fases del crecimiento del fruto, y la flecha marca el inicio de la cosecha.

Los mayores incrementos relativos de las ramas, independientemente de los tratamientos, ocurrieron durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto, decreciendo notoriamente en la fase III, (Figura 4.6). El mismo patrón de crecimiento fue registrado en durazneros "Carnival" por Ghrab *et al.* (1998), quien obtuvo el mayor crecimiento en la longitud de los brotes, durante las fases I y II del desarrollo del fruto.

La estrategia del manejo del riego deficitario en durazneros, desde el punto de vista fisiológico, está muy relacionado con el patrón de crecimiento de los brotes, y con la sensibilidad de los frutos al estrés hídrico en las distintas fases de su crecimiento. La estrategia consiste en aplicar dosis de riego deficitarias durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto, con el objetivo de controlar la alta tasa de crecimiento de los brotes, sin afectar el crecimiento de los frutos debido a la menor sensibilidad al estrés hídrico en estas dos primeras fases (Hasiao, 1973; Chalmers, 1981). Los frutos como consecuencia del déficit hídrico durante las dos primeras fases incrementan su capacidad de competir por asimilados durante la fase III, debido al menor crecimiento de los brotes provocado por el estrés hídrico (Chalmers *et al.*,1981).

Finalmente, el mayor crecimiento registrado en los brotes del año en el tratamiento de secano difieren con los resultados encontrados por otros autores (Morris et al. 1961; Natali y Xiloyannis, 1979; Newman et al. 2003), quienes obtuvieron un incremento en la longitud de los brotes de duraznero al suministrar riego.

El hecho que los brotes del T1 presenten un mayor crecimiento estaría indicando la inexistencia de déficits hídricos de importancia, al menos durante el periodo de mayor crecimiento. Si bien no se realizaron mediciones de la humedad del suelo desde el inicio del riego hasta el 14 de diciembre. Las precipitaciones en el mes de octubre superaron a la ETc, y en el mes de noviembre y en la primer quincena de diciembre cubrieron un 60 % de la ETc. Se podría afirmar la hipótesis de la inexistencia de déficits hídricos lo suficientemente severos como para afectar el crecimiento de los brotes del tratamiento en secano al menos en el periodo de mayor crecimiento. En caso contrario, el primer proceso en verse interrumpido frente a un déficit hídrico sería el crecimiento celular (Hsiao, 1990), y por consiguiente el crecimiento de los brotes, lo cual si ocurrió en ensayos realizados por otros autores (Chalmers et al. 1981; Huguet et al. 1989; Li et al. 1990; Boland et al. 1993; Ghrab et al. 1998), que obtuvieron una reducción significativa en el crecimiento de los brotes, al aplicar déficits hídricos moderados durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto.

4.4.3 Peso de poda

En la tabla 17 se presenta el peso de la poda invernal realizada durante el invierno del 2001. En el peso de poda total, que incluye ramas de un año y la madera de mayor edad, el T1 presentó el mayor valor no diferenciándose estadísticamente del T3, pero si respecto al T2. Entre los tratamientos de riego y fertirriego no se encontraron diferencias significativas. Al analizar por separado los valores correspondientes a las ramas del año, y a la madera de mas edad se ven mas claras las diferencias entre tratamientos. El T1 presentó el mayor peso de poda del año diferenciándose estadísticamente del T2 y el T3, no encontrándose diferencias significativas entre estos dos últimos tratamientos. En los valores de poda de madera de 2 o mas años no se registraron diferencias significativas entre tratamientos. El peso de poda de ramas del año representa el crecimiento durante todo el año, siendo el mejor indicador para evaluar el efecto de los tratamientos. De acuerdo a lo anterior, durante el año evaluado el T1 presentó el mayor crecimiento vegetativo, al igual que ocurrió con la sección del tronco y el largo de los brotes del año.

El resultado encontrado no coincide con los informes de Chalmers *et al.* (1982) quienes obtuvieron incrementos significativos en el peso de poda invernal y de verano al aplicar dosis de riego de 100 y 130% de la ETc. Otros autores (Rocca y Zeballos, 1990; Baccino y García, 1995) también obtuvieron incrementos en el peso de poda invernal, al suministrar riego en durazneros "Rey del monte" en condiciones climáticas similares a las de este ensayo.

Tabla17. Peso de poda invernal en kg. árbol^{-1}.

	Poda del año	Poda vieja	Poda total
TRAT1	4.67 a	1.22	5.90 a
TRAT2	1.97 b	1.13	3.10 b
TRAT3	2.64 b	1.15	3.79 ab
p	**0.04**	**n.s**	**0.068**
C.V.	**41.37**		**29.15**
D.M.S	**1.99**		**2.45**

Cada valor es la media de 9 árboles. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **p** - significancción estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.M.S** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tukey al 10 %.

4.5 Crecimiento del fruto

En la Figura 11 se presenta las curvas de crecimiento de los frutos, junto al registro de las lluvias y de los riegos aplicados semanalmente. Las mediciones de crecimiento se iniciaron a partir del 17 de noviembre, dos días después de realizarse el raleo de frutos, finalizándose el 28 de diciembre. Si bien, en todo el periodo de crecimiento no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos, las curvas de los tratamientos T2 y T3 tuvieron un comportamiento similar, diferenciándose del T1. En todas las fechas de evaluación el T2 y T3 presentaron los mayores valores de crecimiento, obteniendo ambos tratamientos un tamaño final del fruto superior al T1. A su vez, los frutos del T3 presentaron un mayor tamaño que los del T2.

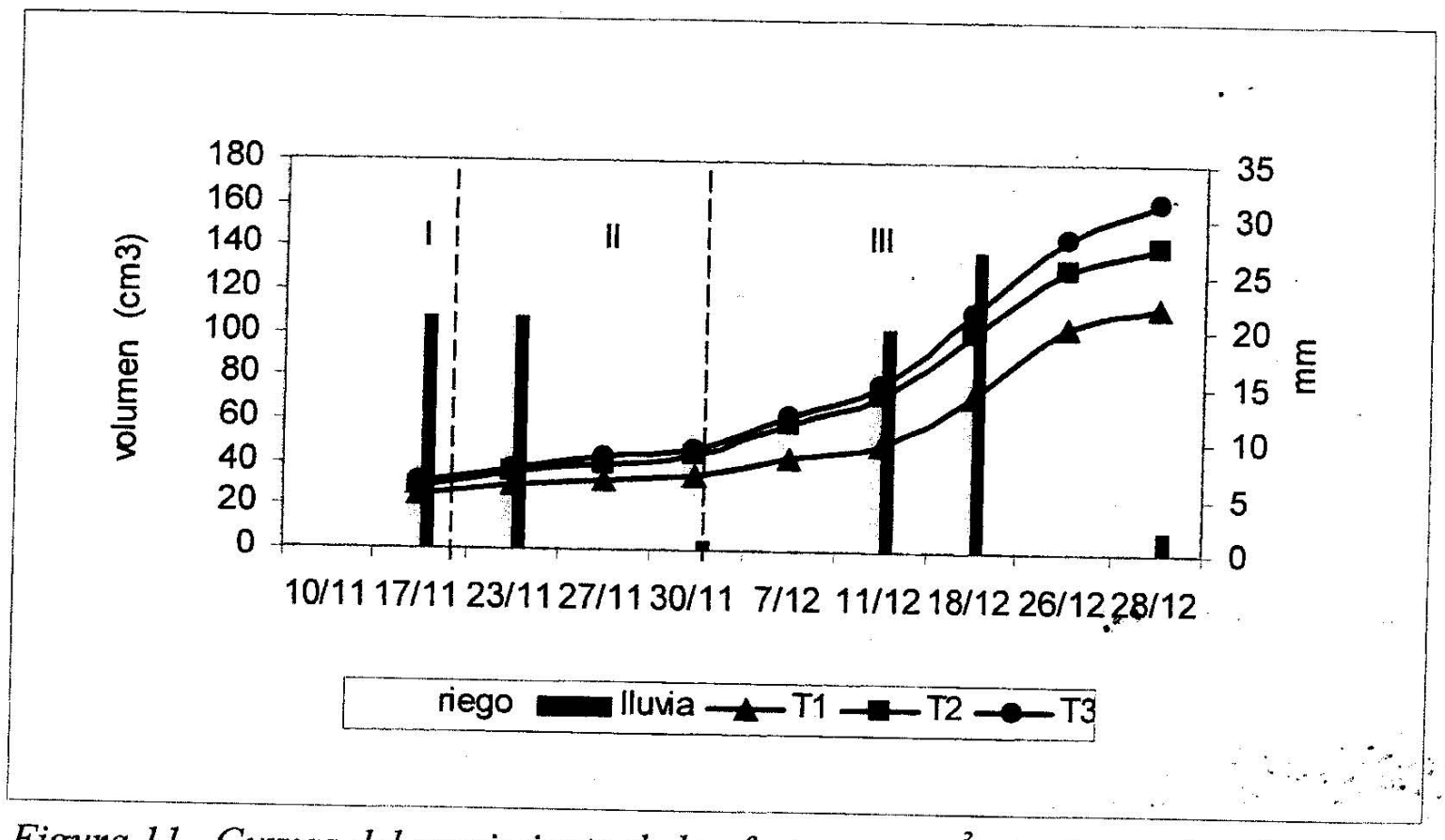


Figura 11. Curvas del crecimiento de los frutos, en cm^3, desde el raleo de los frutos hasta la cosecha. Se presentan los registros de las lluvias y los riegos aplicados semanalmente en mm. Las líneas verticales punteadas delimitan las fases del crecimiento del fruto.

El diferente comportamiento registrado en las curvas de crecimiento del fruto, puede ser explicado al observarse los incrementos relativos en la figura 12. En la fase II del crecimiento del fruto el T1 presentó incrementos relativos ligeramente inferiores en comparación al T2 y T3. Durante la fase III se registró un periodo comprendido entre el 30 de noviembre y el 11 de diciembre, en el cual T1 presentó incrementos casi constantes (aproximadamente 3 % $día^{-1}$) e inferiores a los tratamientos T2 y T3. Durante este periodo solo se registró una lluvia de 1mm, por lo cual, el déficit hídrico generado sería la causa de los menores incrementos en el tratamiento de secano.

A partir del 11 de diciembre hasta el momento de la cosecha, el T1 experimento en dos de las tres fechas evaluadas, incrementos relativos superiores al resto de los tratamientos. Es importante resaltar que durante este último período existieron problemas con el equipo de riego, habiéndose interrumpido parcialmente el riego en los tratamientos T2 y T3, (tabla 3.7). El mayor incremento relativo registrado en los frutos del secano, estaría explicado por dos causas: a) el corte de riego en los tratamientos T2 y T3, b) el crecimiento compensatorio debido al aprovechamiento de las lluvias ocurridas en este último periodo. Los mayores incrementos relativos en los frutos del T1, no

fueron sin embargo suficientes como para poder lograr el tamaño final alcanzado por los frutos del T2 y T3.

Morris *et al.* (1962) al igual que en nuestro ensayó al construir las curvas del crecimiento del fruto en duraznero, obtuvo un retraso en el crecimiento y un menor tamaño final del fruto en los árboles de secano y en los regados solomente durante la fase III, en comparación con el riego aplicado en las tres las fases del crecimiento del fruto.

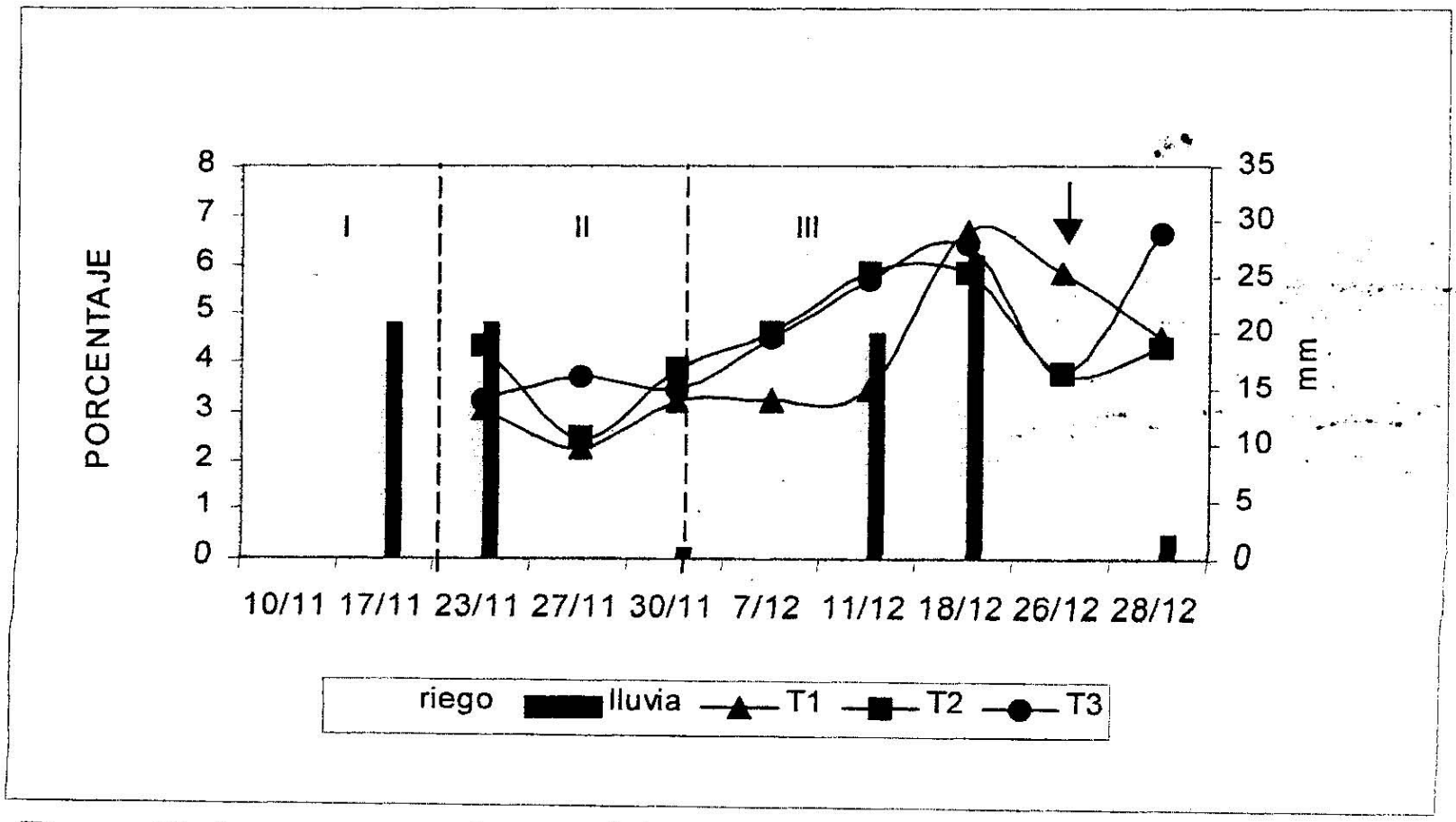


Figura 12. Incrementos relativos del crecimiento del fruto, en porcentaje por día. Se presentan los registros de lluvia y riegos aplicados semanalmente en mm. La flecha en la figura indica la fecha en la cual se registró diferencias significativas entre tratamientos.

Según Hasiao (1973) y Chalmers (1981) los frutos de durazneros durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto se caracterizan por una relativa insensibilidad al estrés hídrico, en cambio la fase III es muy sensible.

Los resultados obtenidos en este ensayo coinciden con las afirmaciones de estos autores, habiéndose constatado una relativa insensibilidad de los frutos del T1 frente al déficit hídrico generado al final de la fase II. Debido a eso los incrementos relativos

registrados en el T1 no se diferenciaron claramente de los tratamientos que recibieron riego. En cambio en la fase III, cuando se registraron periodos de estrés hídricos, se obtuvieron los menores incrementos del crecimiento del fruto, por lo que se comprobó la alta sensibilidad de los frutos de durazneros al estrés hídrico durante esta fase.

Si bien no se registraron diferencias significativas en el tamaño final del fruto, los frutos de los tratamientos que recibieron riego T2 y T3, presentaron un mayor tamaño que los frutos del T1 (142, 162 y 113 cm^3 respectivamente, figura 4.7). Esta tendencia coincide con los resultados obtenidos por Li et al.(1989), quienes obtuvieron una reducción del tamaño del fruto del orden de 10 a 15 gramos, al aplicar un déficit hídrico en la fase III, y durante las tres fases del crecimiento del fruto. En cambio otros autores (Ghrab et al.,1998; Mitchel et al., 1982) aplicando déficit hídricos moderados en diferentes fases del crecimiento del fruto no obtuvieron diferencias en la cinética del crecimiento del mismo, alcanzando un tamaño final del fruto similar al control. Similares resultados encontraron Williamson et al. (1990) y Boland et al. (2000), si bien al aplicar un déficit hídrico moderado durante las dos primeras fases del crecimiento del fruto, registraron un menor crecimiento durante estas etapas, el tamaño final del fruto no presentó diferencias significativas con el tratamiento regado al 100 % de la ETc.

El mayor tamaño de los frutos del tratamiento de fertirriego (T3) en comparación con el tratamiento fertilizado convencionalmente (T2) coincide con los resultados encontrados por otros autores (Smith *et al.* 1979; Bussi *et al.* 1991; Bussi *et al.* 1994). Estos autores obtuvieron un mayor tamaño del fruto al aplicar nitrógeno realizando fertirriego en comparación con la fertilización convencional, en donde se aplica el fertilizante en cobertura sobre la fila.

4.6 Efectos del riego y fertirriego en la producción

4.6.1 Rendimiento

La cosecha se inicio el 20 de diciembre del 2000 finalizando el 5 de enero del 2001, se realizaron un total de seis repasos. En la tabla 4.7 se presentan los rendimientos obtenidos en cada repaso y el total acumulado. Los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron rendimientos promedios de 11.9, 18.1, y 13.4 kg. $árbol^{-1}$ respectivamente, (figura 13). El T2 fue estadísticamente superior al T1 y T3, en cambio estos dos tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí. Al analizar los rendimientos registrados en cada repaso, se encontraron en el cuarto y sexto repaso diferencias significativas entre tratamientos, (Tabla 18). El T2 presentó en el cuarto

repaso el mayor rendimiento correspondiendo al 65 % del total de la cosecha, este tratamiento no se diferencio estadísticamente del T3, pero sí del T1. Los tratamientos T1 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí. En el último repaso el T1 alcanzo el mayor rendimiento, diferenciándose estadísticamente del T2 y T3, y no existiendo diferencias estadísticas entre estos dos últimos tratamientos.

Tabla 18. Rendimiento en Kg./ árbol en cada repaso y total acumulado.

	20/12	22/12	26/12	29/12	2/01	5/01	TOT.
TRAT 1	0.00	0.02	0.07	5.66 b	3.01	3.27a	11.95 b
TRAT 2	1.37	0.16	2.69	11.67 a	1.73	0.47 b	18.07a
TRAT 3	1.00	0.02	1.36	7.82 ab	2.20	1.13 b	13.39 b
p	**n.s.**	**n.s**	**n.s**	**0.061**	**n.s**	**0.034**	**0.061**
C.V.				**36.01**		**39.6**	**26.71**
D.S.M.				**4.91**		**1.96**	**5.178**

Cada valor es la media de 9 árboles. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **p** - significanción estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.S.M** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tukey al 10 %.

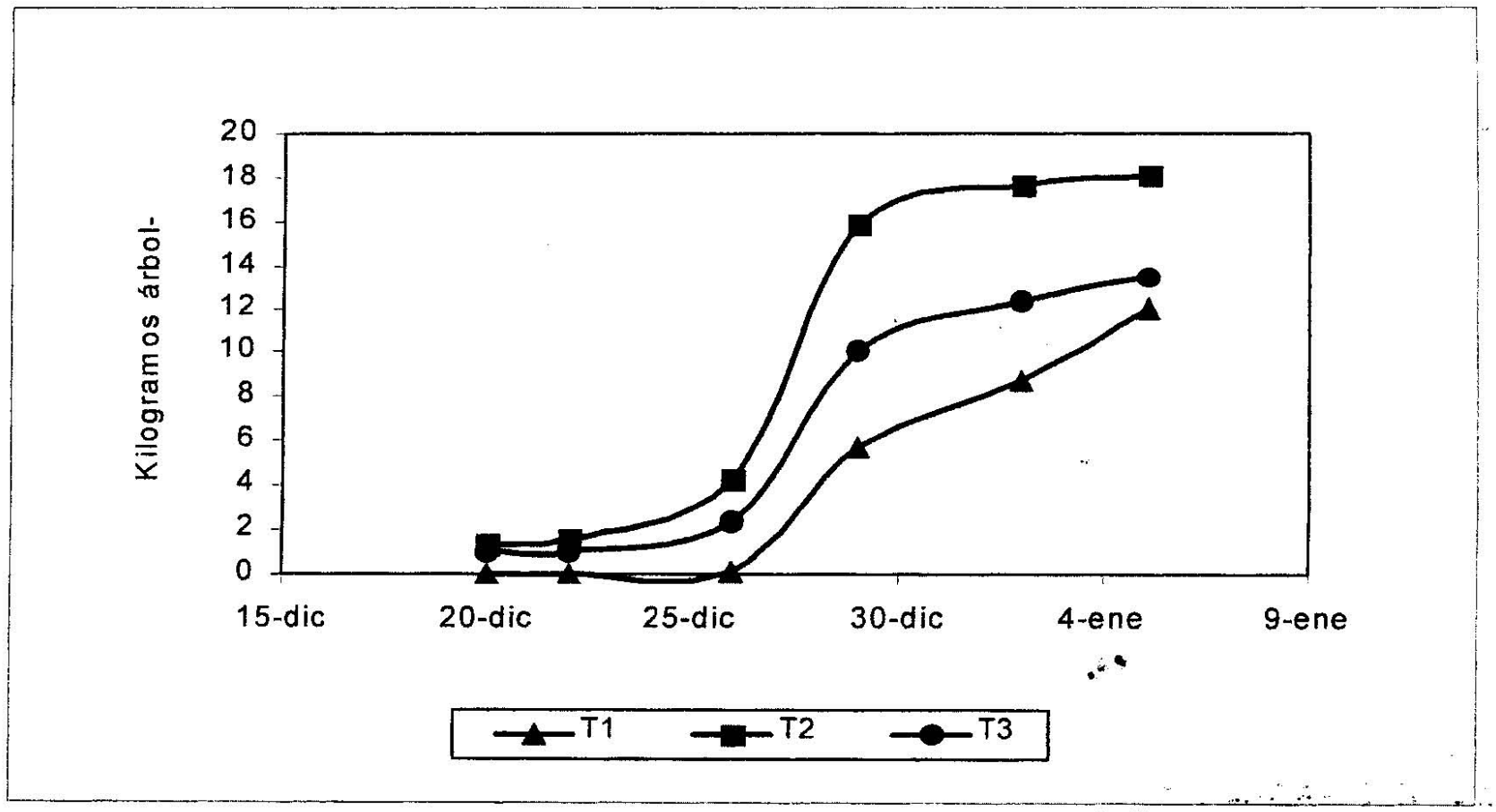


Figura 13. Curvas de rendimiento acumulado por árbol para cada tratamiento

Con relación a los componentes del rendimiento, numero de fruto y peso promedio del fruto no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, (Tabla 19). A pesar de estos resultados se pueden observar ciertas tendencias. El T2 presentó el mayor numero de frutos obteniendo un promedio 120 frutos por árbol. El peso promedio de los frutos presento el siguiente orden T3>T2>T1, alcanzado valores promedios de 170,152, y 140 gramos respectivamente. La tendencia encontrada en el peso del fruto coincide con los resultados de las curvas de crecimiento del fruto del ítem 4.6. En donde a pesar de no registrarse diferencias significativas entre tratamientos los volúmenes finales de los frutos presentaron el siguiente orden T3>T2>T1.

Tabla 19. Números de frutos cosechados por árbol, peso promedio de los frutos, frutos raleados por árbol, rendimiento por árbol y eficiencia productiva (kg. cm^2 de tronco).

	numero de frutos	peso de fruto (grs.)	frutos raleados	Kg./árbol	Kg./cm^2
TRAT 1	87.8	140.4	42	11.9 b	0.20
TRAT 2	119.8	152.0	47	18.1a	0.26
TRAT 3	84.2	170.4	37	13.4 b	0.24
P	**ns**	**n.s**	**n.s**	**0.061**	**n.s**
C.V.				**26.71**	
D.S.M.				**5.178**	

Cada valor es la media de 9 árboles. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **p** - significancián estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.S.M** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tukey al 10 %.

El incremento del rendimiento obtenido con el riego coincide con los resultados encontrados por Baccino y García (1995), Daniell (1982), y Morris *et al.* (1962) quienes obtuvieron un mayor rendimiento en durazneros al suministrar riego en regiones climáticas similares a las de nuestro ensayo. En cambio Layne *et al.*(1996) aplicando distintos tratamientos de riego en durazneros no encontró repuesta al cabo de cuatro años de evaluación, atribuyendo estos resultados al exceso de precipitaciones. En los cuatro años evaluados durante el periodo comprendido entre noviembre y febrero las lluvias tuvieron un valor medio de 338 mm. En este ensayo para el mismo periodo se registraron 483 mm de lluvia. Si bien los valores de lluvias fueron superiores, las diferencias en la repuesta al riego podrían deberse a la distribución de las lluvias durante el periodo de crecimiento del fruto. Como ya se menciono durante la fase III del crecimiento del fruto se generaron periodos de déficit hídricos, concentrándose el 75 % de las lluvias en los meses de enero y febrero posteriores a la cosecha.

El mayor rendimiento del T2 con relación al T1 se debió a la combinación de un mayor numero y tamaño promedio de los frutos. El tamaño del fruto es el componente del rendimiento mas influenciado por el riego, produciéndose un aumento del tamaño del fruto por el suministro de agua (Morris *et al.*,1962; Proebsting *et al.*,1980; Layne *et*

al.,1981; Layne *et al.*,1988). El efecto del riego sobre el tamaño del fruto se magnifica aun más, en condiciones de alta carga como consecuencia del estrés adicional que sufre la planta (Morris *et al.*,1962; Fadyen *et al.*, 1996; Naor *et al,*1999).

El mayor número de frutos en el T2 no puede ser atribuido al efecto de este tratamiento, debido a que no se registraron déficit hídricos severos que provocaran una caída prematura de la fruta en el tratamiento de secano. Si podría estar influenciado por el efecto de los tratamientos en la temporada anterior, o por propios factores endógenos propios de los árboles.

Los menores rendimientos encontrados en el T3 (fertirriego) en comparación con el T2 que recibió una fertilización convencional, no coincide con los resultados obtenidos por Bussi *et al.*(1991) y Smith *et al.*(1979). Ambos autores obtuvieron en duraznero un incremento del rendimiento al suministrar el nitrógeno con el equipo de riego en comparación con la fertilización convencional. En cambio otros autores Layne *et al.* (1996), Strabbiol *et al.(*1988), y Wolf et al.(1990) no encontraron en duraznero diferencias significativas entre realizar fertirriego o aplicar el fertilizante en cobertura sobre la banda. Estos autores atribuyen los resultados al exceso de precipitaciones durante la estación de crecimiento, permitiendo el transporte de fertilizante aplicado en la banda hacia la zona de exploración radical.

Las diferencias encontradas entre los rendimientos de los tratamientos T2 y T3 son difíciles de explicar. Si bien la combinación de las altas precipitaciones en el mes de setiembre y el bajo fraccionamiento realizado en el fertirriego pudieron interferir en los efectos de los tratamientos, el menor rendimiento encontrado en el T3 en comparación con el T2 no puede justificarse por los factores mencionados anteriormente.

Un muy buen indicador de la productividad del árbol es expresar los kilogramos de frutos cosechados por cm^2 de la sección del tronco (Westwood, 1982).
El parámetro de eficiencia productiva ($kg.cm^{-2}$) fue determinado en este ensayo no habiéndose encontrado diferencias significativas entre tratamientos. Pero se mantuvo la tendencia encontrada en los rendimientos presentando el siguiente orden T2>T3>T1.

4.6.2 Calibración de la fruta.

Tabla 20. Calibración en porcentaje del total de la fruta cosechada.

	Cal 1	Cal 2	Cal 3	Cal 4
TRAT 1	3.98 b	37.79	34.42	23.79 a
TRAT 2	13.79 b	52.08	21.07	13.05 ab
TRAT 3	40.58 a	24.30	27.32	7.79 b
P	**0.019**	**n.s.**	**n.s.**	**0.041**
C.V.	**48.19**			**33.85**
D.S.M.	**21.54**			**11.57**

Cada valor es la media de una parcela de tres árboles. Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 10 %. **p** - significanción estadística del análisis de varianza. **C.V** coeficiente de variación. **D.S.M** - diferencia significativa mínima de la prueba de Tukey al 10 %.

El total de la fruta cosechada se clasificó en cuatro calibres de acuerdo a lo citado en el ítem 3.7.6, correspondiendo los calibres 1, 2, 3 y 4, a frutos >180 g., 180-150 g., 150-120g, y <120 g. respectivamente. En la Tabla 20 se presenta los porcentajes por calibre del total de la fruta cosechada.

En la clasificación de la fruta por calibres se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos. En el calibre 1, que representa la categoría especial, el T3 tuvo un 40 % de la fruta cosechada, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T2 y T1 que solo obtuvieron 14 % y 4 % respectivamente. En los calibres 2 y 3 no se registraron diferencias significativas entre tratamientos. En cambio, en el calibre 4 que corresponde a los frutos de descarte y que generalmente son de menor tamaño, el T1 presentó el mayor porcentaje (24 %) diferenciándose estadísticamente del T3 que obtuvo un 8%, pero no se diferencio del T2. El T2 tuvo un valor intermedio (13%) , no diferenciándose de los otros dos.

Los calibres 1y 2 representaron el 65 % de la producción en los tratamientos T2 y T3, en cambio en el T1 sólo el 42 % de la fruta cosechada se encontraba dentro de estos calibres, (figura 14). El resto de la fruta en el T1 se distribuyo en los calibres 3 y 4 con valores de 34 % y 24 % respectivamente. De acuerdo a estos resultados los tratamientos T2 y T3 presentaron el mayor porcentaje de la fruta cosechada en las categorías de mayor valor comercial (especial, y primera).

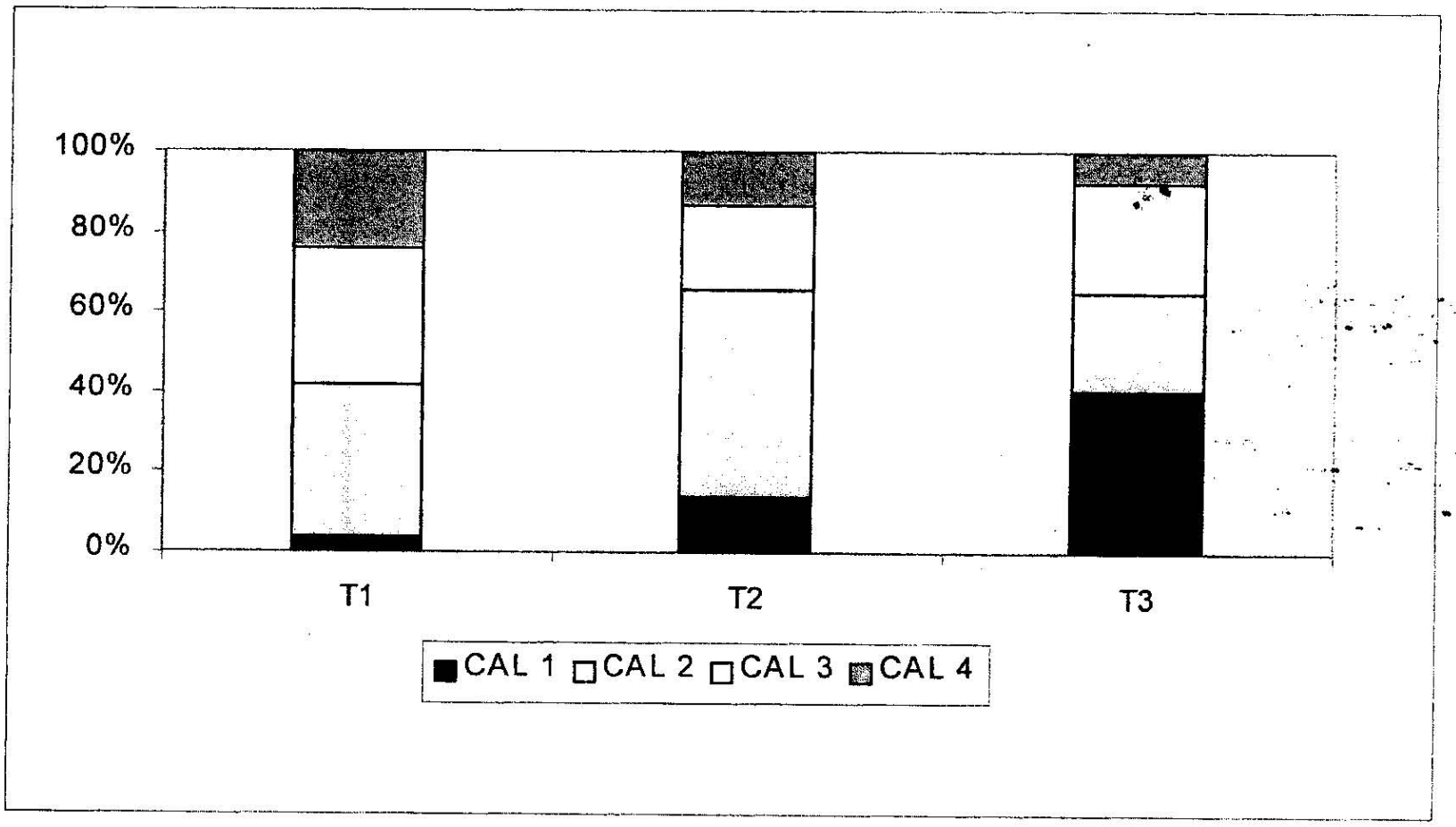


Figura 14. Distribución porcentual del total de la fruta cosechada en cuatro calibres.

La diferencias presentadas en las categorías de mayor calibre entre los tratamientos de riego y secano ya habían sido señalas por Baccino y Garcia (1995). Estos autores obtuvieron en durazneros "Rey del Monte" bajo riego un 92 % del total de la producción dentro de las categorías primera y especial, mientras que en el tratamiento de secano estas dos categorías fueron solo el 72 % de la producción.

Si bien el T3 y T2 agruparon el 65 % de producción en los calibres de mayor tamaño de fruto, existieron diferencias entre ambos tratamientos. El T3 tuvo en el calibre 1 un porcentaje muy superior al T2 como ya fue mencionado anteriormente. Estas diferencias entre tratamientos coincide con los resultados de Smith *et al.*(1979), y Bussi

et al. (1994), quienes al inyectar distintas fuentes nitrogenadas en el equipo de riego obtuvieron un incremento en el tamaño del fruto en comparación con la aplicación tradicional en banda.

Las diferencias entre tratamientos en la distribución de la fruta cosechada en los distintos calibres, coincidieron con las tendencias de las curvas del crecimiento del fruto (Figura 4.9), y con el tamaño promedio del fruto Tabla 4.8. Es decir, el tratamiento con fertirriego tendió a presentar el mayor tamaño de fruta, el tratamiento de riego intermedio, y el tratamiento de secano el menor tamaño.

4.6.3 Maduración de la fruta

En la figura 5.1 se presenta los rendimientos en cada repaso desde el inicio de la cosecha hasta su finalización. El tratamiento de secano presentó en marcado retrasó en el inicio de la cosecha. Mientras los tratamientos T2 y T3 presentaban en el tercer repaso un rendimiento acumulado de 23% y 17 % respectivamente, en el T1 sólo se había cosechado menos del 1%. De acuerdo a este comportamiento el T1 experimentó un retraso de 9 días en el comienzo de la cosecha. Al finalizarse el penúltimo repaso en el T1 restaba aún por cosecharse el 30 % de la producción, en cambio en los tratamientos T2 y T3 sólo restaban por cosecharse menos del 10 % de la producción.

El adelantamiento de la cosecha presentado en el T2 coincide con los resultados encontrados por Natali *et al.* (1979) y Daniell (1982). Estos autores obtuvieron al suministrar riego en durazneros un adelantamiento de la cosecha de 12 y 7 días respectivamente. En cambio Morrison *et al.*(1962) al aplicar riego en durazneros encontró un retrasó de la cosecha. Según Ghrab *et al.*(1988) la restricción del riego promueve la producción de etileno estimulando el adelantamiento de la cosecha.

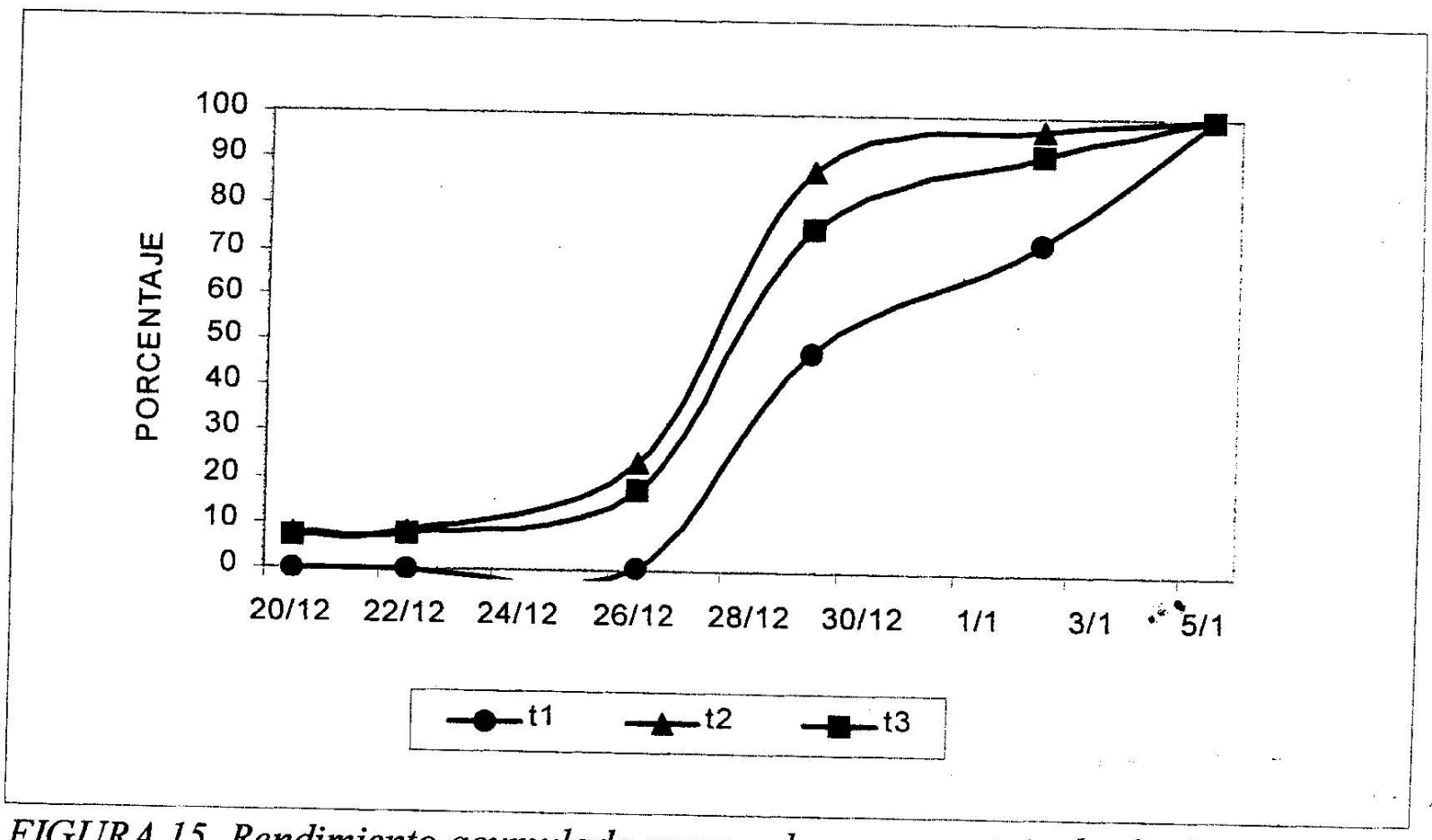


FIGURA 15. Rendimiento acumulado expresado en porcentaje desde el inicio de la cosecha hasta la finalización.

De acuerdo a varios autores (Jargie, 1979, Trocmé *et al.*, 1979; Childers, 1982, Bonomi *et al.*, 1987) el exceso de nitrógeno causa un retraso en la maduración de la fruta, pero dicho efecto es generalmente poco marcado.

En este ensayo si bien se manejó una dosis única de nitrógeno para los tres tratamientos, se realizó una variante en la forma de aplicar el nitrógeno, que consistía en aplicar el nitrógeno a través del equipo de riego (T3), en cambio en los otros tratamientos se aplicó en cobertura. El T3 presento el mismo comportamiento que T2, por lo cual, la forma de aplicar el nitrógeno no incidió en la precocidad de cosecha. En cambio el T3 si se diferencio claramente del tratamiento de secano, presentando una diferencia de 9 días en el inicio de la cosecha. De acuerdo a estos resultados el riego y no el nitrógeno fue el factor determinante en adelantar el inicio de la cosecha en los tratamientos T2 y T3.

4.6.4 Calidad de la fruta

Como se mencionó en el ítem 3.7.5 en el tercer y cuarto repaso se tomó una muestra al azar de 10 frutos por parcela para la determinación de los grados brix y la presión del fruto. En la tabla 21 se presentan dichos valores de grados brix y de presión del fruto en las dos fechas de muestreo. No se registraron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los parámetros evaluados.

Layne *et al.*(1981) trabajando en durazneros no encontraron diferencias significativas en los grados brix al aplicar umbrales de riego de 25 y 50 % con relación al tratamiento de secano. En cambio Ghrab *et al.*(1988) al restringir moderadamente el riego en duraznero encontró un aumentó de ese valor mejorando en general la calidad de la fruta.

En este ensayo los grados Brix y la firmeza de la fruta al momento de la cosecha no fueron afectados por el riego y el fertirriego, si bien existe una tendencia a la menor presión en los tratamientos de riego y fertirriego en relación al secano.

Tabla 21. Grados Brix y firmeza de la fruta cosechada en el tercer y cuarto repaso.

	26/12/00		29/12/00	
	G.BRIX	Presión (kg. cm^2)	G.BRIX	Presión (kg. cm^2)
T1			11.28	4.79
T2	12.71	3.53	11.69	3.77
T3	12.25	2.39	11.98	3.38
	n.s.	**n.s.**	**n.s.**	**n.s.**

Cada valor es la media de 30 frutos por tratamiento.

5.CONCLUSIONES

El mayor crecimiento vegetativo del tratamiento de secano en los parámetros peso de poda y longitud de brotes podría deberse a la combinación de dos factores:

a) el corté de riego dos meses antes de finalizar la temporada de crecimiento y las abundantes precipitaciones durante la estación de crecimiento, enmascarando ambos factores los efectos de los tratamientos de riego y fertirriego. b) el mayor nivel de nitrógeno foliar en los árboles de secano.

El riego incrementó el rendimiento en un 51 % en relación al tratamiento de secano, el mayor rendimiento se debió al aumento en el tamaño promedio del fruto y a un mayor numero de frutos por árbol.

Los tratamientos de riego y fertirriego aumentaron el calibre de la fruta cosechada, presentado ambos tratamientos el 65 % de la fruta cosechada dentro de las categorías especial y primera.

El riego fue el factor determinante en adelantar la maduración de la fruta, habiéndose iniciado la cosecha 9 días antes en relación a las plantas de secano.

6. RESUMEN

En un monte adulto de duraznero cv."Forastero" (*Prunus Persica* (L) Batsch) se evaluó el efecto del riego y fertirriego en la producción, en el crecimiento vegetativo y en la nutrición mineral. Los tratamientos aplicados fueron: a) riego a una dosis del 100 % de la ETc durante todo el ciclo de crecimiento, b) fertirriego con una dosis de riego del 100 % de la ETc y c) secano. La lluvia registrada desde la floración hasta el final de la estación de crecimiento fue de 958 mm. En los tratamientos de riego y fertirriego se aplicaron un total de 479 mm. La fertilización nitrogenada en los tratamientos de riego y secano se realizó convencionalmente, aplicándose el fertilizante al voleo debajo de la copa de los árboles. En el tratamiento de fertirriego el fertilizante se inyectó a través de un venturi. En los árboles de secano se registró un mayor crecimiento vegetativo, con un incremento en el peso de poda de 77 % y 137 % en relación a los tratamientos de riego y fertirriego respectivamente. Los brotes del tratamiento de secano tuvieron mayores incrementos en longitud, alcanzando una longitud final significativamente superior. En cambio en la sección del tronco el tratamiento de secano no se diferenció estadísticamente de los tratamientos de riego y fertirriego. El riego generó un incremento significativo del rendimiento de 51% y 35 % con relación a los tratamientos de secano y fertirriego respectivamente. En la distribución de fruta por calibres los tratamientos de riego y fertirriego presentaron el 65 % de la producción en las categorías especial y primera, en cambio el tratamiento de secano tuvo solo el 42 % de la fruta dentro de estas categorías. Los tratamientos de riego y fertirriego adelantaron el inició de la cosecha en 9 días. Los porcentajes foliares de fósforo y potasio se encontraron en un nivel óptimo, no existiendo diferencias significativas entre tratamientos. El porcentaje de nitrógeno foliar varió significativamente entre tratamientos, presentando el tratamiento de secano un nivel óptimo. En cambio en los tratamientos de fertirriego y riego los niveles de nitrógeno foliar fueron bajos y deficientes respectivamente.

7.SUMMARY

In a mature mount of duraznero cv." Forastero" (*Prunus Persica* (L) Batsch) it was evaluated the effect of the watering and fertigation in the production, in the vegetative growth and in the mineral nutrition. The applied treatments were: to) I water to a dose of 100% of the ETc during the whole cycle of growth, b) fertigation with a dose of watering of 100% of the ETc and c) unirrigated land. The rain registered from the floración until the end of the station of growth was of 958 mm. In the watering treatments and fertigation they were applied a total of 479 mm. The fertilization nitrogen in the watering treatments and unirrigated land was carried out conventionally, being applied the fertilizer to the volley under the glass of the trees. In the fertigation treatment the fertilizer was injected through a venturi. In the unirrigated land trees registered a bigger vegetative growth, with an increment in the weight of pruning of 77% and 137% in relation to the watering treatments and fertigation respectively. The buds of the unirrigated land treatment had bigger increments in longitude, reaching a significantly superior final longitude. On the other hand in the section of the trunk the unirrigated land treatment didn't differ statistically of the watering treatments and fertigation. The watering generated a significant increment of the yield of 51% and 35% with relationship to the unirrigated land treatments and fertigation respectively. In the fruit distribution for calibers the watering treatments and fertigation presented 65% of the production in the special and first categories, on the other hand the unirrigated land treatment had alone 42% of the fruit inside these categories. The watering treatments and fertigation advanced the one it began of the crop in 9 days. The percentages match foliares and potassium were in a good level, not existing significant differences among treatments. The nitrogen percentage to foliate varied significantly among treatments, presenting the unirrigated land treatment a good level. On the other hand in the fertirriego treatments and watering the nitrogen levels to foliate was low and faulty respectively.

8.BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. and SMITH, M. 1998. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper N° 56, FAO, Rome.

BACCINO, G.; y GARCIA M. 1995. Efecto de dos momentos de riego y dos manejos del suelo en el rendimiento y calidad de duraznero cv "Rey del Monte". Universidad de la República Facultad de Agronomía. Boletín de Investigaciones N° 46. 24 p.

BOLAND, A. M.; JERIE, P. H.; MITCHEL P. D.; GOODWIN, I.; and CONNER, D. J. 2000a. Long-term effects of restricted root volumen and regulated deficit irrigation on peach: I. Growth and mineral nutrition. Journal American Soc. Hort. Sci. 125 (1): 135-142.

BOLAND, A. M.; JERIE, P. H.; MITCHEL P. D.; GOODWIN, I.; and CONNER, D. J. 2000b. Long- term effects of restricted root volumen and regulated deficit irrigation on peach: II. Productivity and water use. Journal American Soc. Hort. Sci. 125 (1): 143-148.

BOLAND, A. M.; MITCHEL P. D.; JERIE, P. H.; and GOODWIN, I. 1993. The effect of regulated deficit irrigation on tree water use and growth of peach. Journal of Horticultural Science. 68 (2): 261-274.

BONOMI GATTI, L.; FUSTER REBELATTO, F.; SARACHO ESPINOSA, D. 1987. Influencia de las practicas de manejo del suelo sobre la disponibilidad y la absorción del nitrógeno por parte de un monte de duraznero (*Prunus Persica L. Batch*) cv. Rey del Monte. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 141p.

BUSSI, B. C.; HUGUET, J. G.; BESSET J.; and T. GIRARD. 1994. The consequences of cultural practices on growth and cropping of peach trees subjected to localized irrigation: Effects of soil management, nitrogen fertilization and tree density. Journal of Horticultural Science. 69 (5): 905-914.

CÁNEPA, E.; GÓMEZ, A. 1984. Influencia de las prácticas de manejo del suelo sobre la nutrición hídrica del duraznero (*Prunus persica* Batsch.) Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 87 pp.

CARMEN GOÑI. 1995. Evaluación del estado nutricional de durazneros. INIA. Serie Técnica N°48. 18 pp.

CASTEL , J. R.; BAUTISTA, I.; RAMOS, C.; and CRUZ G. 1987. Evapotranspiration and irrigation efficiency of mature orange orchards in Valence (Spain). Irrigation and Drainage Sistems 3: 205-217.

CHALMERS, D. J.; MITCHELL P. D.; and L. van Heek. 1981. Control de peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density , and summer pruning. Journal American Soc. Hort. Sci. 106 (3): 307-312.

CHILDERS, N. F. 1982. Fruticultura moderna, cultivo de frutales y arbustos frutales. Montevideo: Hemisferio Sur.

CUMMINGS, A. G.; and BALLINGER W. E. 1972. Influence of longtime nitrogen, pruning and irrigation treatments upon yield, growth , and longevity of "Elberta" and "Red Haven" peach trees.

DANIEL, J.W. 1982. Effect of trickle irrigation on the growth and yield of "Loring" peach tree. Journal of Horticultural Science. 57 (4): 393-399.

FERERES, E., and GOLDHAMER, D. 1990. Deciduous Fruit and Trees. En: Irrigation of Agricultural Crops. University of California , WI 5371, USA. Chapter 33, 987-1012.

GARCIA, M. 2000. Comparación del fertirriego con la fertilización convencional nitrogenada en naranja "Valencia". Agrociencia. Vol. IV- N° 1 23-30 p.

GHRAB, M.; SAHLI, A.; and BEN MECHLIA, N. 1998. Reduction in vegetative growth and fruit quality improvent in the peach variety "Carnival" through moderate waterning restrictions. Acta Horticultural. 465: 601-608.

GOLDHAMER, D. A.; FERERES, E.; MATA M.; GIRONA, J.; and COHEN, M. 1999. Sensitivity of continuous and discrete plant and soil water status monitoring in peach trees subjected to deficit irrigation. Journal American Soc. Hort. Sci. 124 (4): 437-444.

HASIAO, T. 1990. Estrés de agua y dinamicas de crecimiento y rendimiento de plantas cultivables. In Manejo del agua en frutales. Universidad de Concepción Chillan. 1-22 p.

IGLESIAS, I.; DISEGNA, E.; CABRERA , D. 2003. Principales aspectos de la fruticultura en Uruguay. Fruticultura Profesional, 138: 39-55.

LAYNE, R. E. C.; TAN, C. S.; and FULTON, J. M. 1981. Effect of irrigation and tree density on peach production. Journal American Soc. Hort. Sci. 106 (2): 151-156.

LAYNE, R. E. C.; and TAN, C. S. 1988. Influence of cultivars, ground covers, and trickle irrigation on early growth, yield, and cold hardiness of peach on fox sand. Journal American Soc. Hort. Sci. 113 (4): 518-525.

LAYNE, R. E. C.; TAN, C. S.; and DAVID, M. H. 1996. Irrigation and fertilizer application methods affect performance of high-density peach orchards. HortScience 31 (3): 370-375.

LI, S. H.; HUGUET, J. G.; SCHOCH, P.G.; and ORLANDO, P. Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development. 1989. Journal of Horticultural Science. 64 (5): 541-552.

MARSAL, J.; MATA, M.; ARBONES, A.; RUFAT, J.; and GRIONA, J. 2002. Dosis óptimas de riego y aplicación de riego deficitario controlado en peral. Fruticultura Profesional. N° 123. 5-12 p.

McFADYEN, L. M.; HUTTON, R. J.; and BARLOW, E. W. R.1996. Effects of crop load on fruit water relations and fruit growth in peach. Journal of Horticultural Science. 71 (3): 469-480.

MITCHEL. P. D.; and CHALMERS, D. J. 1982. The effect of reduced water supply on peach tree growth and yields. Journal American Soc. Hort. Sci. 107 (5): 853-856.

MORRIS, J. R.; KATTAN, A. A.; and ARRINGTON E. H. 1962. Response of "Elberta" peach to the interactive effects of irrigation, pruning, and thinning. American Society for Horticultural Science. V. 80: 177-189.

NAOR, A.; KLEIN. I; HUPERT, H.; GRINBLAT, Y.; PERES, M.; and KAUFMAN, A. 1999. Water stress and crop level interactions in relation to nectarine yield, fruit size distribution, and water potentials. Journal American Soc. Hort. Sci. 124 (2): 189-193.

NEILSEN, G. H.; PARCHOMCHUK, P.; NEILSEN, D.; BERDAD, R.; and HOGUE, E.J. 1995. Leaf nutrition and soil nutrients are affected by irrigation frequency and method for NP-fertigated "Gala" apple. Journal American Soc. Hort. Sci. 120 (6): 971-976.

NEILSEN, G. H.; PARCHOMCHUK, P.; WOLK, W. D.; and LAU, O. L. 1993. Growth and mineral composition of newly planted apple following fertigation with N and P. Journal American Soc. Hort. Sci. 118 (1): 50-53.

RO, H. M.; and PARK, J. M. 2000. Nitrogen requirements and vegetative growth of pot-lysimeter-grown "Fuji" apple trees fertilized by drip irrigation with three nitrogen rates. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 75 (2): 237-242.

ROCCA LUGANO, F. A.; CEVALLOS MUSSINI, R. W. 1990. Efectos de dos manejos de suelo y dos momentos de riego sobre el régimen hídrico del suelo y la producción de duraznero cv. Rey del Monte. pp

SELLES, G.; and BERGER, A. 1994. Relación entre crecimiento diario de fruto y de tronco de duraznero y frecuencia de riego. Agricultura Tecnica (Chile) 54 (3): 252-258.

SMITH, M. W.; KENWORTHY, A. L.; and BEDFORD, C. L. 1979. The response of trees to injection of nitrogen through a trickle irrigation system. Journal American Soc. Hort. Sci. 104 (3): 311-313.

SOUTHWICK, S. M.; RUPERT, M. E.; YEAGER, J. T.; LAMPINEN, B. D.; DEJONG, T. M.; and WEIS , K. G. 1999. Effect of nitrogen fertigation on fruit yield and quality of young "French" prune tree. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 74 (2): 187-195.

STRABBIOLI, G. 1992. The influence of regulated deficit irrigation (RDI) on the growth and productivity of peach trees. Acta Horticulturae. 315: 211-217.

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA.1996. Curso de actualización en fertilidad de suelos. 64 p.

WILLIAMSON, J. G.; and COSTON, D.C. Planting method and irrigation rate influence vegetative and reproductive growth of peach planted at high density. 1990. Journal American Soc. Hort. Sci. 115 (2): 207-212.

XILOYANNIS, C.; URIU, K.; and MARTIN, C. 1980. Seasonal and diurnal variations in abscisic acid, water potential, and diffusive resistence in leaves from irrigation and non-irrigated peach tress. Journal American Soc. Hort. Sci. 105 (3): 412-415.

WESTWOOD, M. N. 1982. Fruticultura de zonas templadas. 1a. Impresión. Madrid, Mundi- Prensa. 461 p.

ZOPPOLO GOLDSCHMIDT, R. J.; PIERONI INGOLD, J. L. 1985. Efecto de diferentes sistemas de manejo del suelo sobre el régimen hídrico y la producción de un monte de manzanas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 115p