

# PRODUCCION DEL MANZANO Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL FRUTO, CON RELACION A LA FRECUENCIA DE RIEGO

por OMAR MASERA y CARLOS J. GRASSI

## SUMMARY

*A three year irrigation experiment in apples (Red Delicious) was carried out in Vista Flores, Tunuyán. Treatments consisted in applying 126 mm every 2, 3 or 4 weeks. They were distributed in 4 randomized blocks. The top 90 cm of the deep loamy sand soil taken as diagnostic layer. The total available water holding capacity is 164 mm ( $W_c = 21.2 \text{ g\%g}^{-1}$ ;  $W_m = R.B \text{ g\%g}^{-1}$ ;  $PEA = 1.4 \text{ g. cm}^{-3}$ ).*

*The diameter of 20 fruits pertaining to 4 plants per treatment was measured periodically, and total weight of fruits per plant was considered at harvest.*

*No statistical differences between treatments were found during the 3 years of the experiment.*

*Total depth of water applied and rainfall, per vegetative period, ranged from 600 mm to 1.600 mm. The  $E_a$  determined for one of those years was 8,6 mm/day and 6.5 mm/day for the extreme treatments corresponding to the same period and  $E_p$  of 5,8 mm/day as calculated with the Grassi-Christiansen's formula, and 5,1mm/day with Blaney Criddle's.*

## RESUMEN

Durante 3 años se realizaron tratamientos diferenciados de riego en manzano (Red Delicious) en Vista Flores, Tunuyán. Los mismos consistieron en aplicar una lámina de 126 mm con intervalos de 2, 3 y 4 semanas. Los tratamientos fueron distribuidos en 4 bloques al azar. La capa superficial de 90 cm de suelo arenoso-franco profundo se tomó como de diagnóstico. Las determinaciones realizadas en la misma arrojan una capacidad total de retención de agua útil de 164 mm ( $W_c = 21,2 \text{ g\%g}^{-1}$ ;  $W_m = 8,2 \text{ g\%g}^{-1}$ ;  $PEA = 1,4 \text{ g.cm}^{-3}$ ).

En cada tratamiento se midió periódicamente el diámetro de 20 frutos de 4 plantas y se pesó el total de los frutos por planta en cosecha, no hallándose diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los años. Las láminas totales aplicadas y lluvias por período vegetativo, oscilaron entre 600 mm y 1.600 mm. La  $E_a$  determinada para uno de ellos fue de 3,6 mm/día y 6,5 mm/día para los tratamientos extremos, correspondiéndole una  $E_p$  media diaria de 5,8 mm calcu-

lada con la fórmula de Grassi-Christiansen y de 5,1 mm, según la de Blaney - Criddle.

### INTRODUCCION

Con una superficie de 7.900 Has., de acuerdo al Censo Agropecuario del año 1960, la Provincia de Mendoza ocupa un lugar preponderante en la producción de manzanas del país.

Teniendo en cuenta la importancia económica del cultivo, como así la zona semiárida bajo riego donde se desarrolla, se planeó esta experiencia relacionando las frecuencias de riego, con la producción y velocidad de crecimiento del fruto, tratando de establecer los mejores regímenes en la zona y el consumo hídrico medio.

Se utilizó la variedad Red Deliciosa, por ser la más cultivada en el país y, por lo tanto en la zona.

### MATERIAL Y METODO

La experiencia que se discute en el presente trabajo se realizó durante los años 1960/61, 1961/62 y 1962/63, en la finca de propiedad de la firma Pablo Pincolini S. A., ubicada en Vista Flores, Departamento de Tunuyán, Mendoza. Se instaló en un área de cultivo uniforme: plantas bien desarrolladas de 16 años de edad, distanciadas a 8 m entre hileras y 6 m entre plantas. De esta manera sobre un total de 48 plantas (4 hileras de 12 plantas cada una) ordenadas en 12 parcelas, se plantearon 3 tratamientos de riego con 4 repeticiones:

Trat. I: riego con intervalo de 4 semanas.

Trat. II: riego con intervalo de 3 semanas.

Trat. III: riego con intervalo de 2 semanas.

A los fines del riego, cada parcela se niveló cuidadosamente "a cero" y rodeó con un bordo. Sobre una acequia ubicada en la cabecera del ensayo, se instaló un aforador Cipolletti, para calcular en función del caudal aplicado y el tiempo de riego, el volumen de agua incorporado a cada parcela.

Tratándose de una experiencia a distancia del laboratorio y ante la imposibilidad de efectuar controles de humedad edáfica para regar una vez alcanzado el contenido hídrico umbral prefijado, con la cuota de reposición de humedad correspondiente, se adoptó el criterio de aplicar una cuota por igual en todos los tratamientos. De esta manera los tratamientos resultaron diferentes en la cantidad de agua aplicada y fundamentalmente en la frecuencia de riego.

En visitas periódicas sin embargo, se realizaron muestreos de control de la humedad edáfica, extrayéndose muestras de un perfil por tratamiento, en las capas: 0 a 30 cms, 30 a 60 cms y 60 a 90 cms.



El suelo es de origen aluvial, profundo, relativamente homogéneo, hasta una profundidad de más de 3 m, con una textura francoarenosa en la capa arable y arenosa-fina en profundidad.

Previo a la iniciación de los ensayos, se efectuó una determinación del contenido hídrico a Capacidad de Campo ( $W_c$ ), resultando  $21,1 \text{ g\%g}^{-1}$  en base a peso seco. La capacidad de Marchitamiento ( $W_m$ ), se determinó en laboratorio a 15 bares de Succión Matriz, arrojando un promedio de  $8,2 \text{ g\%g}^{-1}$ . El Peso Específico Aparente (PEA) determinado fue de  $1,4 \text{ g.cm}^{-3}$ . Estos valores dan una capacidad total de agua disponible ( $W_d$ ) de 164 mm. para la capa de 90 cm. En cada riego, se aplicó una lámina de agua para elevar en 10% el contenido hídrico de los 90 cms. superficiales del suelo.

Con el fin de estudiar la posible relación, entre el nivel de humedad edáfica y el aumento de tamaño del fruto, se señaló un total de 20 frutos por tratamiento, distribuidos en 4 plantas y periódicamente se midió la circunferencia de los mismos, correspondientes a una sección transversal al eje del fruto. En oportunidad de la cosecha, se pesó separadamente la producción de cada planta, con lo que se obtuvo al mismo tiempo la de cada parcela y tratamiento.

Para determinar el consumo potencial de agua por el manzano, se compilaron los datos climáticos y pluviométricos registrados en la Estación Experimental del I.N.T.A. en La Consulta, distante en línea recta 10 Km del campo donde se realizó la experiencia y, los datos de la Estación Meteorológica de San Carlos, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional.

## RESULTADOS

Se analiza seguidamente la variación de la humedad edáfica durante la experiencia, la evapotranspiración, la producción y la velocidad de crecimiento del fruto.

### 1. *Variación de la humedad edáfica.*

Conforme al plan establecido, entre la fecha de iniciación de la experiencia y la cosecha, se aplicó el número de riegos que se detallan en el Cuadro 1. Además de los umbrales medios de riego, expresados en porcentaje de agua disponible calculados con los registros de humedad edáfica, las láminas aplicadas y lluvias totales también se incluyen.

### 2. *Evapotranspiración.*

Los registros más completos de contenido hídrico edáfico en función del tiempo, en los 90 cms superficiales del suelo, durante el período 1960/61, ha permitido determinar la evapotranspiración real,

( $E_a$ ) de los tres tratamientos ensayados, consignándose los valores correspondientes en el Cuadro 1. Los valores medios diarios del ciclo, señalan el lógico orden decreciente de acuerdo con la frecuencia de riego, a saber: Trat. I: 6,54 mm/día; Trat. II: 5,10 mm/día; Trat. III: 3,66 mm/día.

Asimismo se ha calculado la evapotranspiración potencial  $E_p$ , de cada período, con la fórmula de Grassi-Christiansen (Grassi 1964), en función de la radiación teórica, nubosidad y temperatura media. Los valores resultantes de evapotranspiración relativa  $E_a/E_p$ , se consignan igualmente en el Cuadro 1, calculados con esta fórmula y con la de Blaney-Criddle (Bl-Cr, 1950).

### 3. Producción.

En el Cuadro 2, se incluye el promedio por tratamiento de la producción de fruto de los 3 años. El bajo rendimiento observado al 3er. Año, se debe al efecto de una helada ocurrida en noviembre, que afectó por igual a todas las parcelas de ensayo. Estos valores no reflejan un posible efecto del diferente régimen de riego adoptado.

El rendimiento promedio por planta, estuvo sin embargo, dentro de los valores comunes en la propiedad y en la zona para montes de manzano en óptimas condiciones de producción, como son los de la referida finca.

### 4. Incremento de volumen del fruto.

En base a los registros periódicos de circunferencia del fruto, utilizando el calibre descrito por Batjer et al., 1957, se calculó el incremento de su volumen, considerándolo como una esfera.

La representación del volumen del fruto en función del tiempo, muestra claramente una relación lineal con esta variable. En la *Fig. 1*, se representa con diferente escala de origen en la ordenada para cada tratamiento, los volúmenes del fruto con respecto al tiempo acumulado, a partir de la fecha de iniciación de las medidas del fruto. La recta envolvente de los puntos representados, tiene exactamente la misma pendiente en los 3 casos y, la derivada del volumen con respecto al tiempo, representa la velocidad de crecimiento del fruto  $V/dt$ .

En el *Cuadro 3*, se incluye el incremento medio del volumen del fruto, total del período de observaciones y por día, y, el crecimiento expresado en forma relativa al tamaño de la primer medición. Los valores consignados, muestran que no se observaron diferencias en el crecimiento del fruto en relación con la frecuencia de riego adoptado.

La velocidad de crecimiento del fruto, varía sin embargo desde la formación a la maduración del mismo. En el Cuadro 3, se consignan las velocidades de crecimiento  $V_c$  en  $\text{cm}^3/\text{día}$  para diferentes intervalos del período de observaciones. En la *fig. 2*, *fig. 3* y *fig 4*, se ha representado la variación de  $V_c$  en función de  $t$ , durante los



períodos de observaciones correspondientes a los años 1960/61, 1961/62 y 1962/63. Dichas curvas muestran en general, un comportamiento similar en los tres tratamientos.

#### DISCUSION

La experiencia ha demostrado que no existen diferencias en la producción del manzano, aún en una amplia gama de frecuencia de riego, volumen aplicado y consumo de agua por el sistema suelo-planta.

La cuota fija de 126 mm por riego, para elevar el 10% el contenido hídrico de los 90 cms superficiales de suelo, ha sido excesiva en el Trat. I y, algo insuficiente en el Trat. II y Trat. III. En el Trat. I, se ha producido percolación por debajo de la capa diagnóstica, como consecuencia de que el aporte (riego más lluvia), supera a la cantidad de agua evapotranspirada en la misma. En el tratamiento II y Trat. III, en cambio, todo el agua incorporada a la capa diagnóstica, ha sido usada por el sistema suelo-planta. Los valores decrecientes de la evapotranspiración media del ciclo en el mismo orden en que decrece la frecuencia del riego, resultan así lógicos, si se tiene en cuenta el agua aportada y los niveles de humedad edáfica ponderada.

Cabe, sin embargo, la observación de la posible contribución de humedad del perfil de los horizontes más profundos de la capa abarcada por los muestreos (WIGGANS, 1936). La discusión y conclusiones del presente trabajo, se refiere al balance hídrico de los 90 cms superficiales de suelo, de la zona de máxima exploración radical, de acuerdo a lo citado por Oskamp, 1932. Si bien, en observaciones directas realizadas, se hallaron raíces de menor diámetro y densidad hasta más de 3 m de profundidad.

La velocidad de evapotranspiración a lo largo del ciclo, ha tenido relación con la frecuencia de riego, en coincidencia con los resultados de varias experiencias similares realizadas en otros cultivos, por el Instituto de Suelos y Riego, NIJENSOHN et al., 1964.

La variación de la velocidad de crecimiento del fruto, se ha señalado en varias oportunidades como un procedimiento para diagnosticar la necesidad de riego por el cultivo. En el Valle de Hudson, Estado de N. York, (FORSHEY y DOMINICK, 1965), después de varios años de observaciones, concluyeron que el porcentaje de  $W_d$ , en la zona de proyección de la copa de la planta y, a 45 cms de profundidad, no debía ser inferior al 25%; caso contrario, se observó en general disminución en el crecimiento de los frutos. Por otra parte HENDRICKSON y VEIHMAYER, 1942, concluyeron de sus experiencias llevadas a cabo en California, que mientras no se alcanza el punto de marchitamiento por debajo de los 30 cms, el tamaño del fruto y la época de maduración, no se ven afectadas.

Los resultados de nuestra experiencia, muestran que no existen diferencias en el crecimiento final del fruto, entre los tratamientos de frecuencia de riegos ensayados. A período de menor velocidad de crecimiento, en los tratamientos menos regados, han seguido períodos de mayor velocidad, alcanzando el tamaño final sin limitación atribuible a la humedad edáfica. BLANEY-CRIDDLE, 1950, citan para estos frutales un factor de cultivo de su fórmula de Evapotranspiración de 0,65. En el año analizado, el tratamiento de menor frecuencia de riego estuvo sobre este valor.

### CONCLUSIONES

Del análisis que antecede, se deduce:

1. En las condiciones edafoclimáticas que caracterizan a la zona de la experiencia, Vista Flores, no se requiere más de un riego mensual de 126 mm, durante el período de máximas exigencias.

2. La velocidad de crecimiento de fruto, es una función lineal del tiempo transcurrido, representando un promedio de 0,48 cm<sup>3</sup>/día, durante el período que comprendió la experiencia.

3. Los niveles de humedad edáfica, resultantes de la frecuencia de riego adoptada, no tienen influencia, en los límites de la experiencia, en la velocidad de crecimiento del fruto.

4. Las láminas totales aplicadas y lluvias por período vegetativo, oscilaron entre 600 y 1600 mm y los umbrales medios de riego para el primer año analizado, variaron entre el 8% y el 28%.

CUADRO 1  
AGUA APLICADA Y CONSUMIDA  
PERIODO 1960/61

	TRAT. I	TRAT. III	TRAT. II
<i>Números de Riegos</i>	9	6	4
Lámina total aplicada, mm .....	1.135	755	504
Lluvia, mm .....	84	84	84
Total: riego + lluvia, mm .....	1.219	839	588
Evapotranspiración real, Ea, mm/día .	6,54	5,10	3,66
Evapotransp. potencial, Etp, mm/día .	5,80	5,80	5,80
Relación Ea/Etp (calculada con Grassi-Christiansen) .....	1,13	0,88	0,63
Relación Ea/Etp (calculada con Blaney-Criddle) .....	1,28	0,97	0,71
Umbral de riego (Agua disponible) Wol, % .....	28,3	8,1	8,5

PRODUCCION POR PLANTA (Kgrs.)

CUADRO 2

PERIODO	TRAT. I	TRAT. II	TRAT. III
1960/61	196	222	196
1961/62	210	202	224
1962/63	76	94	78



C U A D R O 3

INCREMENTO MEDIO DEL VOLUMEN DEL FRUTO: (Producción del manzano y velocidad de crecimiento del fruto, con relación a la frecuencia de riego.

CICLO 1960/61

		F E C H A S							Promedio
		7/12	12/1	19/1	3/2	16/2	3/3	22/3	
I	(1)	0	36	43	58	71	86	105	
	(2)	6,73	22,23	24,45	32,85	40,05	45,95	52,40	
	(3)		0,43	0,32	0,56	0,55	0,37	0,34	0,45
II	(2)	6,75	22,00	24,09	30,82	37,89	43,98	51,34	
	(3)		0,42	0,30	0,45	0,54	0,38	0,39	0,42
III	(2)	5,88	20,88	22,71	29,94	35,16	42,78	47,41	
	(3)		0,42	0,26	0,48	0,40	0,47	0,24	0,40

CICLO 1961/62

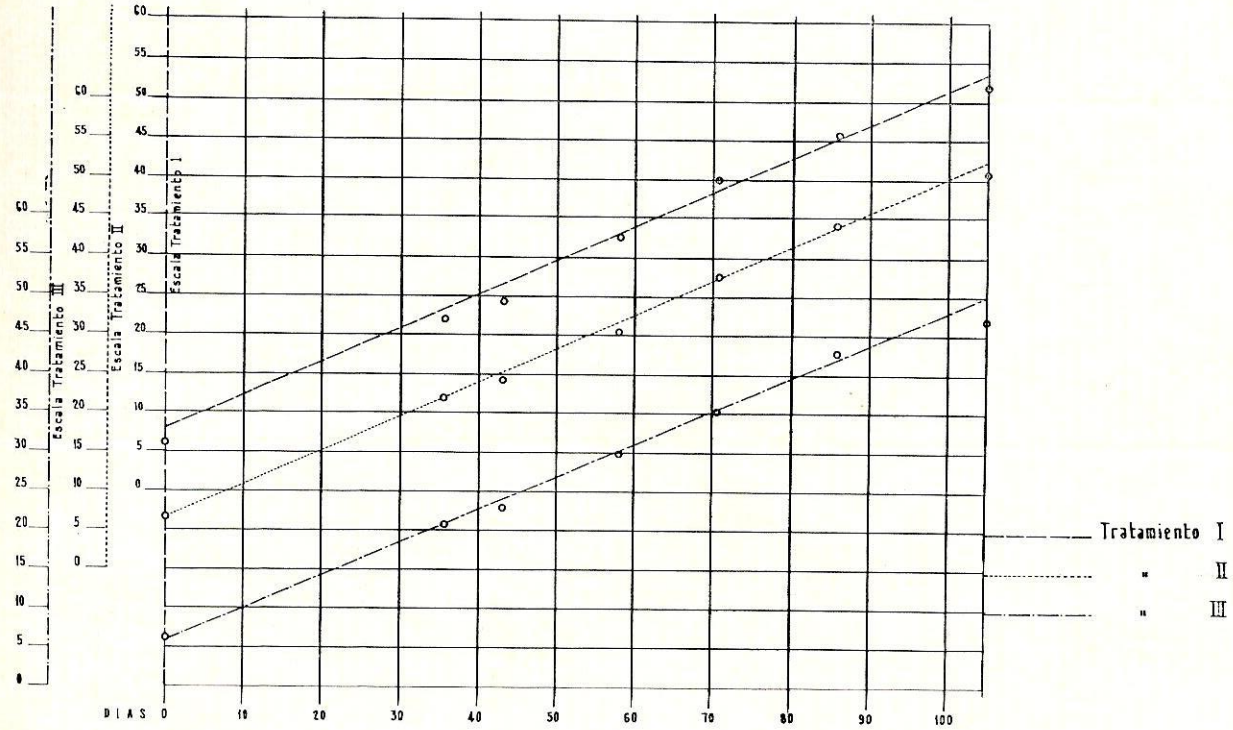
		F E C H A S							Promedio
		14/2	11/1	29/1	13/2	24/2	14/3		
I	(1)	0	28	46	61	72	90		
	(2)	13,35	27,85	37,12	46,22	50,82	57,30		
	(3)		0,52	0,51	0,61	0,42	0,36		0,49
II	(2)	13,80	30,40	40,24	49,69	54,66	61,31		
	(3)		0,59	0,55	0,63	0,45	0,37		0,53
III	(2)	11,85	25,95	35,95	44,80	49,38	54,71		
	(3)		0,50	0,55	0,58	0,42	0,30		0,48

CICLO 1962/63

		F E C H A S							Promedio
		23/1	29/1	6/2	19/2	1/3	6/3		
I	(1)	0	6	14	27	37	42		
	(2)	47,20	52,04	57,15	64,65	69,13	71,24		
	(3)		0,81	0,64	0,58	0,45	0,42		0,57
II	(2)	45,40	49,77	53,09	60,28	64,44	68,69		
	(3)		0,73	0,42	0,55	0,42	0,45		0,51
III	(2)	43,90	48,98	52,55	59,15	63,78	65,23		
	(3)		0,85	0,45	0,51	0,46	0,29		0,51

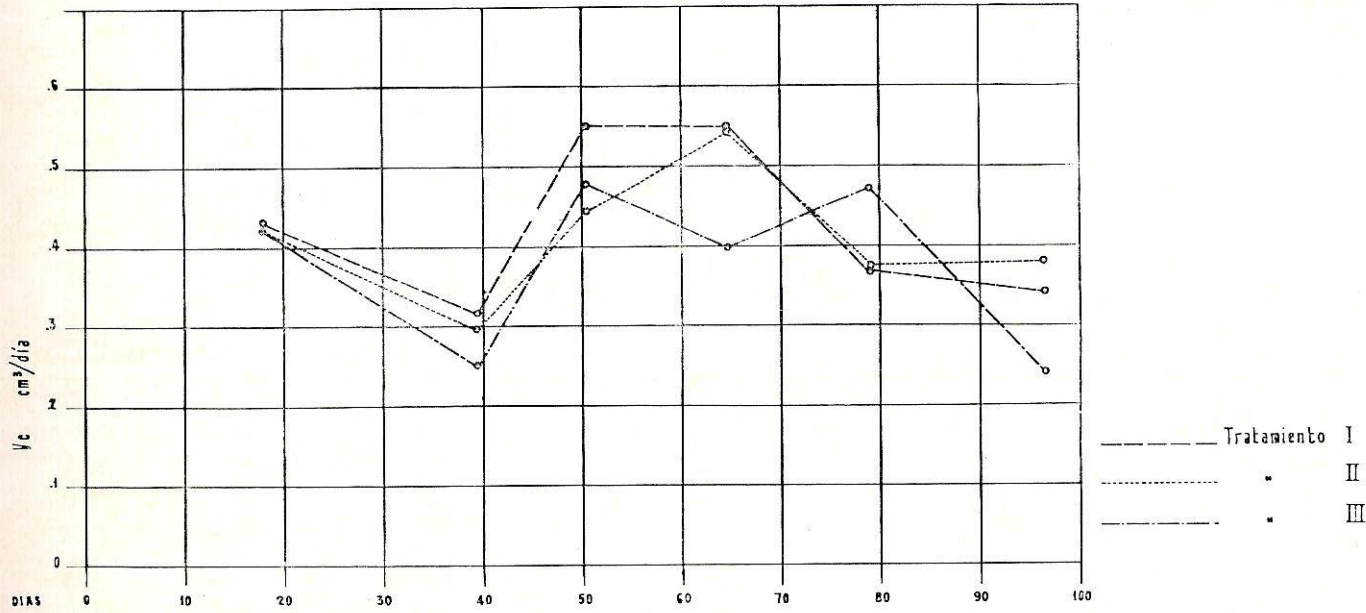
REFERENCIAS: (1) — Días acumulados. (2) — Vol. por fruto (cm<sup>3</sup>). (3) — Incremento Vol. (cm<sup>3</sup>Ydías).





INCREMENTO DEL VOLUMEN DEL FRUTO , a lo largo del ciclo vegetativo 1960-61

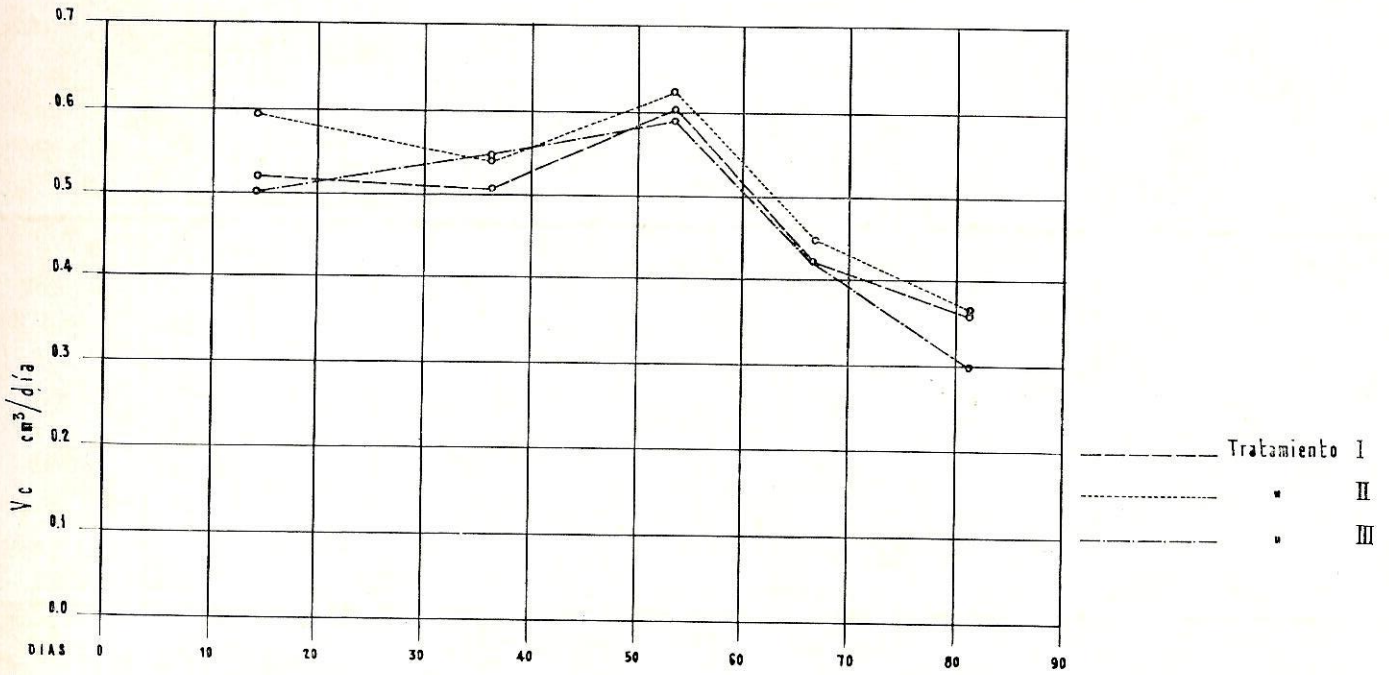
Fig. 1



VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL FRUTO (Año 1960 - 1961)

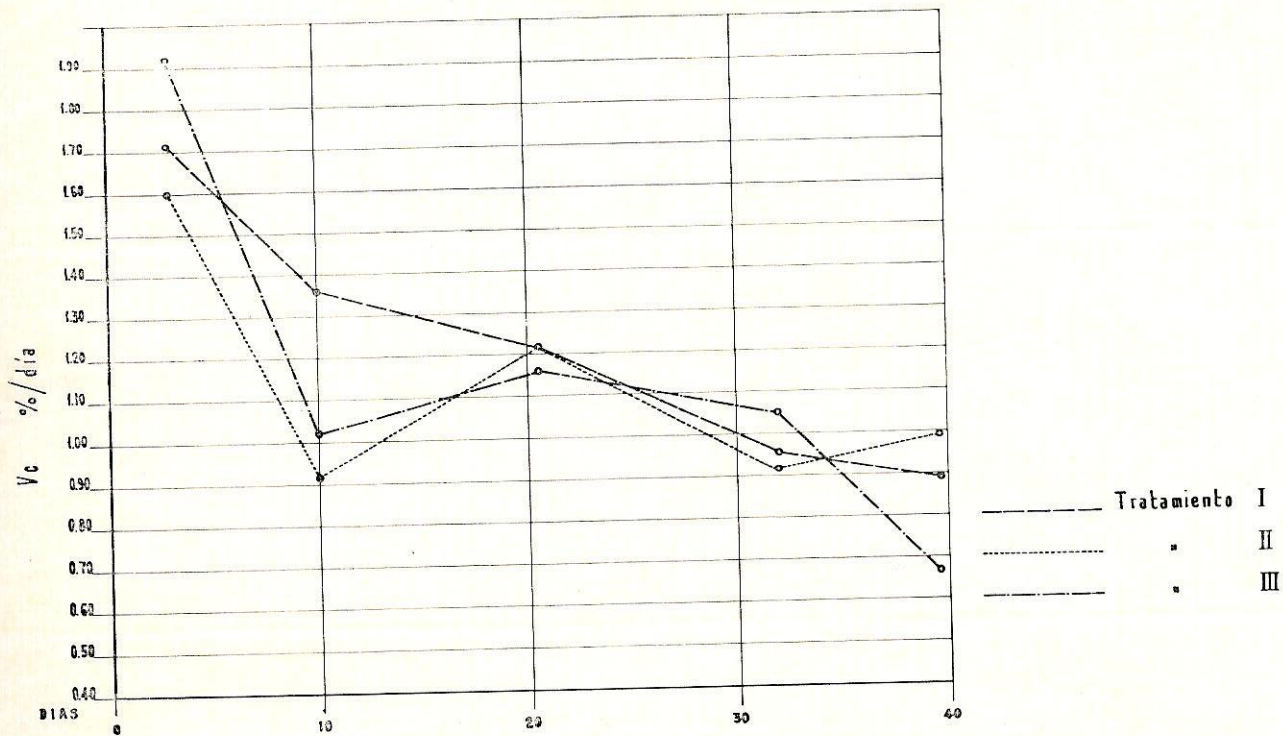
Fig. 2





VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL FRUTO (1961-1962)

Fig. 3



VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL FRUTO (1962 - 1963)

Fig. 4



BIBLIOGRAFIA

- 1) — BLANEY, H. F. and W. D. CRIDDLE — 1950 — “*Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data*”. U. S. D. A., Soil Conservation Service. Tech. Paper 96, Washington D. C.
- 2) — CENSO NAC. AGR. — 1960 — Inst. de Investig. Econ. y Tecnol. Ministerio de Economía - Mza.
- 3) — FORSHEY, G. G. and B. A. DOMINICK — 1965 — *Irrigation of apples in the Hudson Valley*. Bulletin N° 809. Cornell University's New York State.
- 4) — GRASSI, C. J. — 1964 — *Estimation of evapotranspiration from climatic formulas* — Master of Science Thesis. Utah State University Library, Logan, Utah (Inédito).
- 5) — HENDRICKSON, A. H. and F. J. VEHMMEYER — 1950 — “*Irrigation experiments with pears and apples*”. Bull. 667 University of California. Berkeley, California.
- 6) — NIJENSOHN, L., MIHAILOVICH D. y GRASSI C. — 1967 — *Respuesta de la cebolla (cv. Valenciana), a diferentes regimenes de riego*. Rev. Inv. Agr. I.Ó.T.A., Biología y Prod. Veg. Vol. IV, N° 7.
- 7) — OSKAMP, J. — 1932 — *The rooting habit of deciduous fruits in different soils*. Am. Soc. Hort. Sci., 29: 213-219.
- 8) — WIGGANS, C. C. — 1936 — *The effect of orchard plants on subsoil moisture*. Am. Soc. Hort. Sci., 33: 103-107.