

DETERMINACION DEL USO CONSUNTIVO DEL MANZANO (*Malus pumila* Mill) cv *Golden spur* y *Red delicious* POR EL METODO GRAVIMETRICO EN CUAUHEMOC, CHIH.

Jesús Pilar Amado Alvarez¹

RESUMEN

El manzano es el frutal más importante en el NW del estado de Chihuahua. En estudios realizados en la región de Cuauhtémoc se ha detectado como un problema de consideración el uso inadecuado del agua de riego, que además es escasa. El objetivo del presente trabajo fue el de determinar el uso consuntivo (U.C.) de los cultivares *Golden spur* y *Red delicious* por el método gravimétrico con el propósito de recomendar al productor un uso eficiente del agua de riego.

Los resultados indican un U.C. de 112.1 cm de enero a diciembre de 1983. La etapa fenológica de mayor consumo fue durante el período de desarrollo del fruto (del 15 de mayo al 15 de agosto con un consumo de 8.67 mm/día).

Golden spur produjo 1.66 kg de fruta por m³ de agua utilizada; mientras que *Red delicious* produjo solo 0.35 kg/m³ de agua utilizada. Las necesidades de riego se cumplieron con 8 riegos entre el 18 de marzo y el 15 de julio totalizando 72, cm complementada con 40.12 cm de lluvia efectiva entre enero y diciembre.

La determinación del U.C. por otros métodos reportaron los siguientes datos: Thorntwaite U.C. = 65. cm; Blanney y Criddle U.C. = 100 cm.

SUMMARY

Apple growing in the State of Chihuahua is very important economic activity. Studies carried out at Cuauhtemoc, Chih. indicate that there is not an efficient use of irrigation water, mainly because of lack of information concerning to when, how and how much to apply.

¹ Investigador. INIA. Programa Uso y Manejo del Agua. CAESICH. Cd. Cuauhtémoc, Chih., México. 135

The objective of this research was to determine the consumptive use (C.U.) of apple trees 13 years old of *Golden spur* and *Red delicious* by the gravimetric Method.

Results obtained indicate a C.U. of 112.1 cm from January to December of 1983. The phenology stage that required more water was during the fruit development period from May 15 to August 15 with a consumption of 8.67 mm/day.

Golden spur yielded 1.66 kg/m³ of applied water, whereas *Red delicious* yielded only 0.35 kg/m³ of water. Water requirements were satisfied with 8 irrigations from March 18 to July 15 with a total of 72 cm of water applied, supplemented with an effective rain of 40.12 cm from January to December.

Consumptive use determined by other methods yielded the following: Thorntwaite C.U. = 6.5 cm; Blanney and Criddle C.U. = 100 cm.

INTRODUCCION

El agua de riego que se utiliza para la producción de manzana en el Noroeste del estado de Chihuahua, es distribuída en forma empírica porque entre otras cosas se desconoce la cantidad de agua que demanda el cultivo. En los municipios productores de manzana la capacidad de riego es diferente, teniendo así que para Bachíniva y Namiquipa se aplican de 2 a 4 riegos, con láminas aproximadas de 13 cm por riego más la precipitación pluvial que en promedio es de 40 cm, oscilando la lámina total de 66 a 92 cm anuales. En Cuauhtémoc y Guerrero donde se cuenta con suficiente agua para regar la superficie plantada, existe gran desviación en cuanto al número de riegos aplicados, variando de 6 a 15 con lámina promedio de 13 cm; oscilando la lámina total de 118 a 225 cm por ciclo (5). Se calculó para la Sierra de Chihuahua (5) que con 1.0 m³ de agua de riego utilizada se producen 1.25 kg de manzana con una rentabilidad de \$18.75; al comparar con algunos cultivos anuales, se produce 2.66 kg de papa, con rentabilidad de \$8.00, 0.05 kg de maíz con \$4.70 y 0.57 kg de trigo con \$6.49 por m³ de agua usada. Esta situación creó la necesidad de conocer la cantidad de agua requerida

por el manzano, objetivo del presente estudio, calculándola en forma directa por el método gravimétrico, para proporcionar al fruticultor información de cuando y cuanta agua aplicar al huerto durante el año.

REVISION DE LITERATURA

De la Peña (1977) define el uso consuntivo como la cantidad de agua que es necesaria suministrar para que sea utilizada en la construcción de los tejidos de las plantas, en la transpiración de las mismas y en la evaporación realizada por el suelo, durante todo el ciclo vegetativo de los cultivos. Este concepto se puede expresar como sigue:

Uso consuntivo = Evaporación del suelo + Transpiración de las plantas +
Construcción de tejidos.

Suele denominarse con el término de evapotranspiración, por la importancia del consumo de humedad de los primeros dos conceptos que es aproximadamente un 98%, en comparación con el utilizado en la formación de tejidos de las plantas donde solamente se aprovecha del 1 al 2% de la humedad disponible.

Penman (citado por de la Peña, 1977) define como "evapotranspiración potencial", al consumo de agua de un cultivo que cubre totalmente la superficie del suelo, sin ninguna deficiencia de humedad durante su desarrollo. Puede observarse que existe cierta diferencia con la evapotranspiración de los cultivos normales, ya que éstos en muy pocas ocasiones se encuentran en circunstancias tan favorables.

Palacios (1982) indica que para maximizar el rendimiento de los cultivos, debe mantenerse un óptimo régimen de humedad del suelo durante su desarrollo, para lo cual, es necesario conocer hasta donde puede dejarse abatir la humedad aprovechable en el suelo, antes de aplicar el siguiente riego; además en las zonas donde el agua es un recurso restringido y la mano de obra cara, es necesario tomar en cuenta criterios económicos para definir cuando regar o en casos en que se tenga como restricción una cantidad fija de agua por usuario, debe conocerse la forma adecuada de distribuirla, buscando maximizar el rendimiento de los cultivos.

Denmead y Shaw (1960) realizaron trabajos para determinar las funciones que relacionan el rendimiento de los cultivos y las variaciones de humedad del suelo (que pueden expresarse como variaciones del potencial del agua en el suelo) encontraron que el efecto de regímenes diferentes de humedad del suelo en diferentes etapas del cultivo, es muy notorio en el rendimiento expresado como fruto.

Hanks y Hill (1980) hicieron un resumen de una gran parte de las funciones de producción, detectando que en general el enfoque de estos trabajos, ha sido relacionar los rendimientos de los cultivos con défi-cits en la evapotranspiración, bajo el supuesto que la máxima es conocida; estas funciones o modelos, tienen una base semi-empírica, y conside-ran que el máximo rendimiento se logra cuando la planta evapotranspira al máximo.

Deloye *et al.* (1967) indican que las necesidades de agua de las plantas varían con el clima y con la especie, según el desarrollo de la vegetación. Las modificaciones provocadas por los factores y elementos climáticos son esencialmente variables de un año a otro, según el régimen de temperaturas, viento, pluviometría, etc. Siendo las condiciones climatológicas de primavera, verano y otoño, las que determinan princi-palmente el uso consuntivo; sin embargo, éstas varían con los distintos cultivos.

Magness (citado por Deloye 1967) señaló que para manzano y otros frutales el aumento en el tamaño de fruto depende principalmente de la división celular dentro de las tres y cinco semanas de desarrollo, y des-pués el crecimiento del fruto depende del alargamiento celular, registrando que un déficit hídrico durante el alargamiento celular, es más perjudicial que cuando se presenta en la división celular.

De la Peña (1977) indica que el cálculo del "uso consuntivo" por el método gravimétrico, se basa en la determinación de los diferentes valores de humedad registrados en una serie de pesadas que se efectúan a través del ciclo vegetativo, a muestras del suelo, obtenidas en una pro-fundidad igual a las que tienen las raíces de las plantas del cultivo considerado, concluyendo que la suma total de las láminas consumidas

en los intervalos entre riegos, será igual a la lámina total consumida o "uso consuntivo" del cultivo estudiado.

Santamaría (1982) desarrolló una metodología para conocer el tamaño de la muestra y determinar la humedad del suelo en una parcela experimental, encontrando que la muestra debe ser entre 125 y 200 gr de suelo.

Torres (1977) calculó por medio de la fórmula propuesta por Blanney y Criddle, el uso consuntivo para manzana en Cuauhtémoc, Chih. registrando un consumo de 108.05 cm por ciclo.

Objetivo

Determinar el uso consuntivo del manzano por el método gravimétrico en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua.

Hipótesis

El uso consuntivo para el manzano en la Sierra de Chihuahua varía entre 100 y 130 cm por año.

MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo del presente trabajo se estableció un experimento en Cuauhtémoc, Chih., iniciando los trabajos de campo en marzo de 1983; se seleccionó una huerta que fuese representativa de la región en cuanto a variedades, superficie y tamaño de los árboles, los cuales tenían una área de copa de 10.2 m^2 y 13 años de edad, con los cultivares 'Golden Spur' y 'Red Delicious', sobre portainjerto franco, la plantación en tresbolillo a $7 \times 7 \text{ m}$; se utilizaron tres hileras con 27 árboles cada una, de las cuales 14 eran de 'Red Delicious' y 13 de 'Golden Spur', evaluando 6 árboles de cada cultivar en la hilera central.

Se hizo un muestreo para determinar la textura de la capa de control; se hicieron 12 pozos de observación a 0.90 cm de profundidad utilizando pala y barra.

Para calcular la cantidad de agua, así como el tiempo de riego y la lámina aplicada se determinaron los siguientes parámetros en el campo.

Capacidad de campo (cc). Este parámetro se estimó directamente en el campo, donde se instalaron los cilindros para determinar la velocidad de infiltración. Se muestreó gravimétricamente al tercer día tomando el valor de capacidad de campo.

Punto de marchitez permanente (pmp). El valor de punto de marchitez permanente se determinó usando la relación $pmp = \frac{cc}{1.8}$ citado por Vega (1980) para suelos de textura migajón arcilloso.

Permeabilidad del suelo. La velocidad de infiltración del suelo varía de un lugar a otro, bajo la influencia de la textura, estructura y grado de compactación del suelo, a determinación de la infiltración del suelo se hizo en el campo por el método del doble cilindro (Torres, 1981).

Densidad aparente (D.A.). La densidad aparente se define como el cociente entre el peso de suelo seco y el volumen total incluyendo los poros. En este cálculo se hicieron 10 repeticiones pesando 10 terrones atados con un cordón después de haberlos cubierto con parafina para evitar que el agua penetrara dentro de ellos, posteriormente se calculó el volumen de cada terrón, desplazándolos en un volumen conocido de agua destilada; de estos cálculos se tomó el promedio.

Pendiente del terreno (%). Esta es una de las determinaciones de campo más importantes, generalmente se expresa en por ciento; es decir, se registra en metros la diferencia de nivel que hay en cada 100 m de longitud horizontal; en esta ocasión se utilizó el nivel fijo.

Registro de la precipitación pluvial. Se instaló un pluviómetro en el lugar de estudio, con el propósito de saber la distribución de lluvias y su influencia en el desarrollo del cultivo.

Datos del área de estudio. Se tomó una área de riego de 138 m de largo por 6.0 m de ancho, aforando el agua de riego por el método del flotador, usando un corcho para medir la velocidad del agua; el

área del canal se calculó con un estadal; durante el desarrollo del trabajo hubo necesidad de cambiar la bomba, y por esta razón se cuantificaron dos gastos diferentes.

Cálculo de la lámina requerida. Los muestreos se hicieron cada cinco días a 0-30, 30-60 y 60-90 cm de profundidad haciendo un pozo por árbol, en los 12 estudiados, a una distancia de 2 m del tronco del árbol; se utilizó pala y barra para tomar los muestreos de humedad y se calcularon con el método gravimétrico que consiste en la determinación de los diferentes valores de humedad registrados en una serie de pesadas de muestras de suelo, obtenidas en una profundidad igual a las que tienen las raíces de las plantas a través del ciclo vegetativo; en el presente estudio se llevó a cabo de marzo a octubre.

Parámetros medidos al árbol. Se evaluó el crecimiento vegetativo apical, con regla; el incremento en el diámetro del tronco, usando cinta de sastre; el peso y diámetro del fruto, con pesa y vernier respectivamente; además se evaluó el área de la copa del árbol utilizando un estadal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al determinar la textura del terreno se obtuvo que el suelo es un migajón arcilloso y que la profundidad de la máxima cantidad de raíces estuvo de 20 a 40 cm considerando este estrato como el más importante. No obstante, se evaluó de 0 a 90 cm.

Los valores de capacidad de campo (cc) y punto de marchitez permanente (pmp) se pueden observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente estimados en 1983. Cd. Cuauhtémoc, Chih.

Profundidad en cm	Capacidad de campo (% de humedad)	Punto de M. permanente (% de humedad)
0 - 30	21.1	9.5
30 - 60	23.9	11.5
60 - 90	28.9	14.7

El valor de la infiltración básica fue de 3.66 cm/h que pertenece a la familia de infiltración media; la densidad aparente promedio fue de 1.63 g/cm³ que es mayor en relación a la textura, ésto es debido a la compactación del terreno. La pendiente fue de 0.5% con la cual no se tiene ningún problema.

En la evaluación de la precipitación pluvial solo se consideró aquella que fuera afectiva, tomando como criterio solo las lluvias mayores de 5 mm diarios, registrando 55.3 mm de enero al 18 de marzo; del 19 de marzo hasta el 31 de agosto fue de 187.5, y durante septiembre a diciembre 158.4 mm. acumulando un total de 401.2 mm de lluvia efectiva.

Para conocer la cantidad de agua que extraía el pozo se aforó usando la fórmula: $Q = A.V.$

Donde:

Q = Gasto del pozo en litros por segundo (L.P.S.)

A = Area del canal de riego = 0.0428 m²

V = Velocidad del agua que se conduce por el canal = 0.459 m/seg.

Teniendo así: $Q = (0.0428 \text{ m}^2) (0.459 \text{ m/seg}) = 0.02213 \text{ m}^3/\text{seg}.$

ó sea $Q = 22.13 \text{ L.P.S.}$

Con el cambio de bomba se observó que el agua extraída era más que la anterior; se repitió el aforo con el mismo método y se obtuvieron 35.47 L.P.S.; la determinación se hizo directamente en el área de estudio.

Cálculo de la lámina requerida

El consumo de humedad fue calculado por el método gravimétrico; durante el ciclo 1983 de marzo a octubre se dieron ocho riegos de auxilio, el primero con el criterio del productor y los siete restantes con datos obtenidos en las determinaciones de campo; estos se pueden observar en el Cuadro 2. Las láminas aplicadas fueron 7.06 cm para el primer riego; del segundo al octavo riego se calculó que los requerimientos del manzano, incluyendo la evaporación del suelo, fueron 8.03, 8.08, 9.72, 9.00, 9.36, 9.81 y 10.43 respectivamente, acumulando un total de 72 cm de agua consumida durante este período.

CUADRO 2. CALCULO DE LOS CONSUMOS DE HUMEDAD ENTRE RIEGOS. CICLO 1983. CD. CUAUHTEMOC, CHIH.

Número de riego y fecha	Profundidad (cm)	D.A. ^z (gr/cm ³)	CC ^y (%)	P.S. ^x Antes del riego	Diferencias P.S.	Consumo (cm)	Lamina Total consumida (cm)
1 18 Marzo							7.06
	con criterio del productor						
2 20 Abril	0 - 30	1.63	21.1	14.5	6.6	3.22	
	30 - 60	1.63	23.9	18.5	5.4	2.64	
	60 - 90	1.63	28.9	24.45	4.5	2.17	8.03
3 6 Mayo	0 - 30	1.63	21.1	13.84	7.3	3.55	
	30 - 60	1.63	23.9	16.90	7.0	3.42	
	60 - 90	1.63	28.9	26.63	2.3	1.12	8.08
4 24 Mayo	0 - 30	1.63	21.1	12.99	8.1	3.95	
	30 - 60	1.63	23.9	17.60	6.3	3.08	
	60 - 90	1.63	28.9	23.40	5.5	2.68	9.72
5 8 Junio	0 - 30	1.63	21.1	12.98	8.1	3.97	
	30 - 60	1.63	23.9	17.75	6.1	3.00	
	60 - 90	1.63	28.9	24.74	4.2	2.03	9.00
6 22 Junio	0 - 30	1.63	21.1	13.35	7.8	3.78	
	30 - 60	1.63	23.9	16.99	6.9	3.37	
	60 - 90	1.63	28.9	23.34	5.6	2.71	9.86
7 5 Julio	0 - 30	1.63	21.1	12.70	8.4	4.10	
	30 - 60	1.63	23.9	17.50	6.4	3.12	
	60 - 90	1.63	28.9	23.60	5.3	2.59	9.81
8 15 Julio	0 - 30	1.63	21.1	12.70	8.3	4.05	
	30 - 60	1.63	23.9	17.22	6.7	3.26	
	60 - 90	1.63	28.9	22.52	6.4	3.12	10.43
Lámina total consumida							71.99 cm

z D.A. = Densidad Aparente

y C.C. = Capacidad de Campo

x P.S. = Porcentaje de humedad del suelo

El control de humedad en el suelo de 0-30 cm de profundidad, se observa en la Figura 1 que en este estrato se abatió un poco más de lo recomendado, 60% de la humedad disponible; también se puede observar que del 20 de julio al 20 de octubre no se necesitó regar debido a las fuertes lluvias que durante ese período fueron 293 mm, de los cuales 260 se consideraron como efectivos, y como el árbol se defolia las demandas por transpiración son mínimas y la cantidad de agua requerida es mínima; también se asumió que la precipitación pluvial hasta diciembre (44 mm y de los cuales 26 mm fueron de lluvia efectiva) fue suficiente para que las raíces no se deshidrataran, aunque en este período ya no se hicieron muestreos gravimétricos.

La Figura 2 representa el control de humedad de 30 a 60 cm de profundidad considerando que la máxima cantidad de raíces se localizó de 20 a 40 cm de este perfil. Aquí podemos observar que el abatimiento permitido fue un poco menor del 60% de la humedad disponible en el período de marzo a octubre.

Finalmente la Figura 3 nos muestra el comportamiento de la humedad del suelo a la profundidad de 60-90 cm, observando que los abatimientos fueron menores a los permitidos en todos los riegos, principalmente en el tercero y quinto riego.

Cálculo de los requerimientos hídricos del manzano por etapas fenológicas

Después de calcular el uso consuntivo del manzano que fue de 71.99 cm, con ocho riegos de auxilio desglosados en el Cuadro 2 y 40.12 cm de lluvia efectiva; sumando el total de 112.11 cm durante el ciclo 1983 (de enero a diciembre) se estimaron los valores para cada una de las etapas fenológicas más importantes, las cuales se pueden ver en el Cuadro 3. Las siete etapas en que se dividió el ciclo quedaron de la siguiente manera:

Descanso. Del 10. de enero al 18 de marzo, acumulando 55.3 mm de lluvia efectiva más 70.6 mm del primer riego, suman un total de 125.9 mm; durante este período (77 días). Se registró que los requerimientos promedio son de 1.63 mm/día.

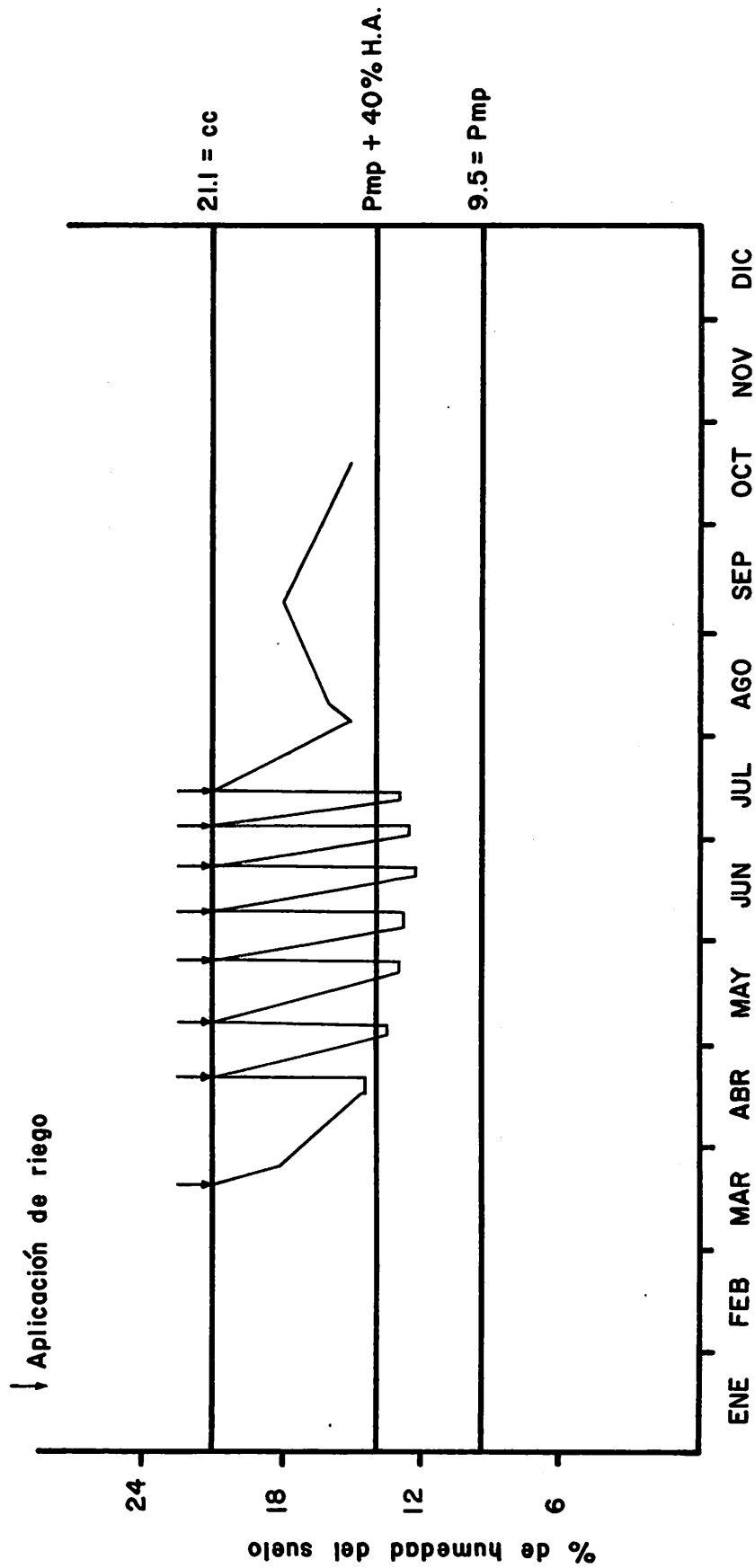


Fig 1. Control de humedad en la profundidad de 0-30 cm

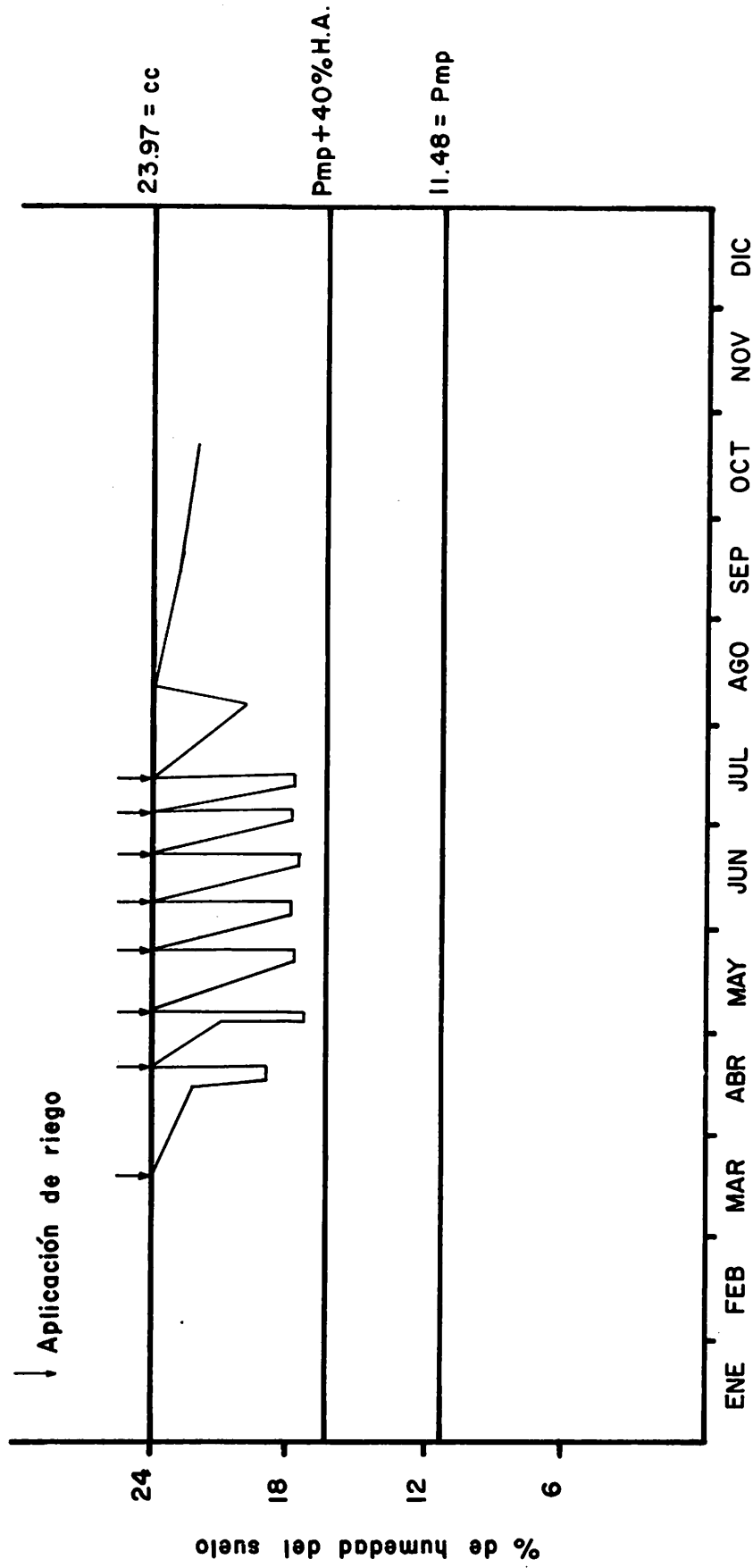


Fig. 2 Control de humedad en la profundidad de 30 - 60 cm

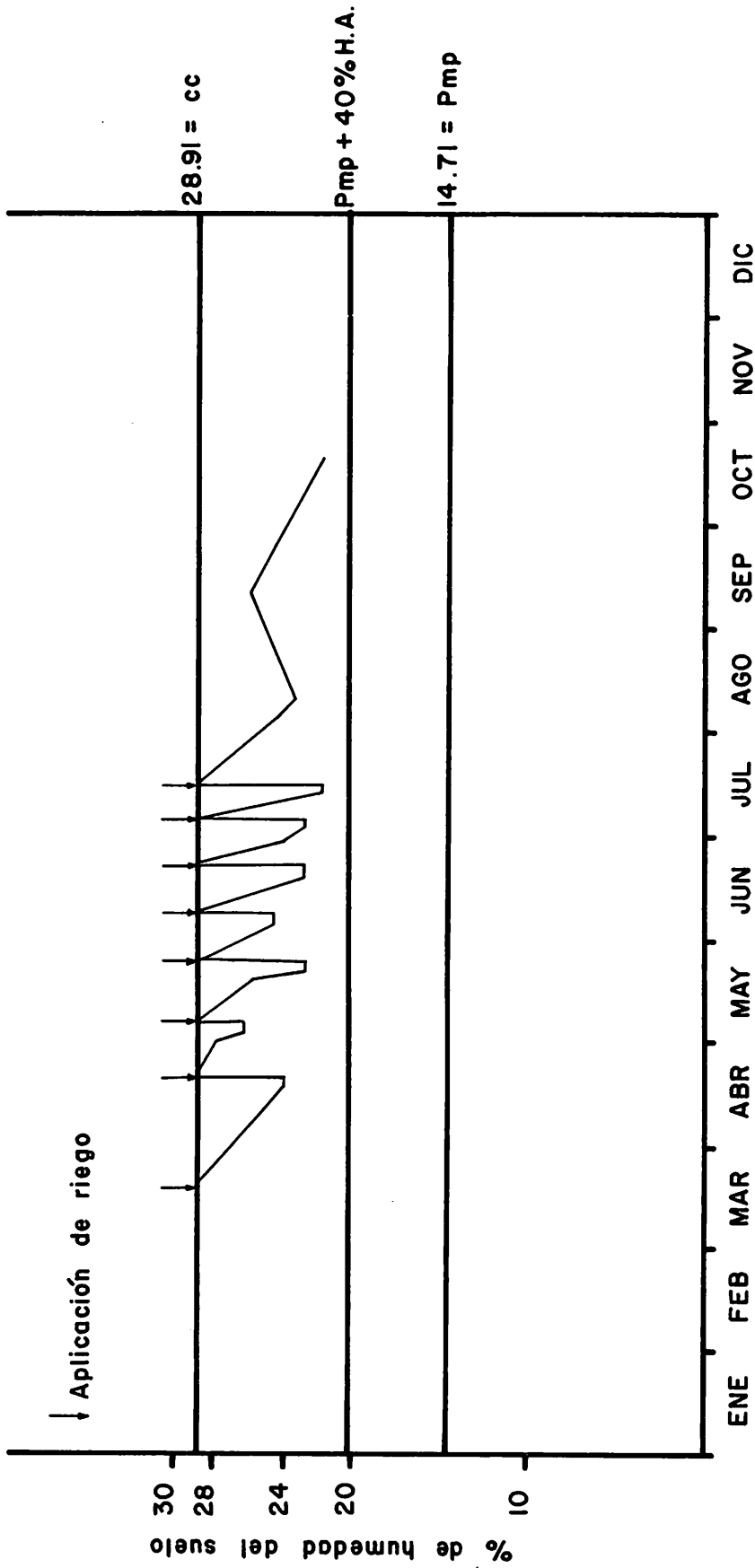


Fig. 3 Control de humedad en la profundidad de 60-90

- Brotación.** Su duración estimada fluctúa del 19 de marzo al 29 de abril, teniéndose 5.6 mm de lluvia efectiva más 80.3 mm del segundo riego que dan un total de 85.9 y un promedio de 2.6 mm/día para esta etapa.
- Floración.** Del 21 de abril al 15 de mayo aproximadamente, sin registrar lluvia, solo se cuantificó la lámina del tercer riego de auxilio, 80.3 mm en los 25 días, se tiene un gasto medio de 3.23 mm/día.
- Desarrollo del fruto.** Es la etapa más grande del ciclo del manzano, y se cuantificó del 16 de mayo al 15 de agosto (92 días), ocurriendo 144.5 mm de lluvia efectiva más la suma de los cinco riegos restantes 488.2 mm acumulando 632.7 mm durante esta etapa fenológica que reporta 6.87 mm/día por evapotranspiración del manzano; se recalca que es donde mayor demanda tiene el cultivo y donde se observa una relación directa con las máximas temperaturas del ciclo.
- Cosecha.** Durante esta etapa, la cual dura aproximadamente del 16 de agosto al 20 de septiembre o más según el cultivar, normalmente se pizca primero 'Red Delicious' y luego 'Golden Spur'; aquí se tuvo 64.2 mm de lluvia efectiva por lo que no hubo necesidad de regar; se determinó que se necesitaban solamente 1.78 mm/día.
- Defoliación.** Es una de las etapas donde se minimiza la evapotranspiración y su duración está ligada a muchos factores; sin embargo para este estudio se sitúa del 21 de septiembre al 30 de noviembre, período en el que hay 117.3 mm de lluvia efectiva, y aunque solo se muestreó gravimétricamente hasta el 20 de octubre, puesto que el árbol ya había tirado hojas y prácticamente entraba en reposo y no era necesario regar, se estimó un consumo medio de 1.65 mm/día.
- Reposo.** Finalmente la última se ubicó durante el mes de diciembre, aunque ésta dura hasta el nuevo ciclo; se asumió que con

la lluvia ocurrida era suficiente para mantener las raíces húmedas y no se corría el riesgo de que la deshidrataran puesto que el árbol está en reposo y no tiene hojas, y solo queda el efecto de la evaporación del suelo, el cual se estimó en 14.3 mm.

Para el período del 20 de octubre en adelante, que cubre la etapa de defoliación y descanso, el uso consuntivo se consideró equivalente a la lluvia efectiva durante este período.

Caracterización del árbol

Dentro de los parámetros medidos en el árbol, (Cuadro 4) se calculó que el área promedio de la copa fue de 10.2 m^2 , la evaluación del crecimiento vegetativo apical fue de 13.2 cm para el cultivar 'Golden Spur', el diámetro del fruto fue de 6.3 cm y el rendimiento de 18.7 ton/ha que es bueno en relación a la media regional (8-10 ton/ha); además se calculó que la producción fue de 1.66 kg/m^3 de agua utilizada, es decir que el consumo total de agua durante el ciclo fue una lámina del 1.1211 m al convertirlo a volumen de agua en una hectárea tenemos: $V = A.L.$ donde:

V = Volumen

A = Superficie

L = Lámina de agua

Entonces $V = (10,000 \text{ m}^2) (1.1211 \text{ m}) = 11211.0 \text{ m}^3$, y tomando el rendimiento por hectárea (del Cuadro 5) tenemos: $\frac{\text{Rendimiento}}{\text{Volumen}} = \frac{18700 \text{ kg}}{11211 \text{ m}^3} = 1.66 \text{ kg/m}^3$ de agua, para el cultivar 'Golden Spur'; de la misma forma para el cultivar 'Red Delicious' la producción por metro cúbico de agua se estimó en $\frac{3900 \text{ kg}}{11211 \text{ m}^3} = 0.35 \text{ kg/m}^3$; sin embargo, el crecimiento vegetativo fue de 15.7 cm, así como el diámetro del fruto de 6.8 cm en la 'Red Delicious', valores superiores a los alcanzados por 'Golden Spur', probablemente debido a la poca cantidad de fruto presente en árboles de 'Red Delicious'. La media de las dos variedades en el crecimiento vegetativo apical fue de 14.7 cm, el diámetro del fruto 6.5 cm, el rendimiento medio de 11.3 ton/ha, y la producción media fue de 1.05 kg/m^3 de agua aplicada.

Cuadro 3. ESTIMACION DE LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL MANZANO POR ETAPAS FENOLOGICAS CICLO 1983. CUAUHTEMOC, CHIH.

Etapas Fenológicas	Duración Aproximada	No. de días	Lluvia efectiva (mm)	Lamina de riego (mm)	Necesidades (lluvia + riego)	Requerimientos medios mm/día
Descanso	1o. Ene-18 Mar	77	55.3	70.6	125.9	1.63
Brotación	19 Mar-20 Abr	33	5.6	80.3	85.9	2.60
Floración	21 Abr-15 May	25		80.8	80.8	3.23
Desarrollo del fruto	16 May-15 Ago	92	144.5	488.2	632.7	6.87
Cosecha	16 Ago-20 Sep	36	64.2		64.2	1.78
Defoliación ^z	21 Sep-30 Nov	71	117.3		117.3	1.65
Reposo ¹	1o. Dic-31 Dic	31	14.3		14.3	0.46
		365	401.2	719.9	1121.1	

^z Para estas etapas se consideraron las necesidades equivalentes a la lluvia efectiva durante este período.

Cuadro 4. EVALUACION DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO APICAL Y DEL FRUTO PRODUCIDO. CICLO 1983. CUAUHTEMOC, CHIH.

Variedad	Crecimiento Vegetativo (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Rendimiento Kg/árbol	ton/ha	Producción ^z Kg/m ³
Golden Spur	13.2	6.3	91.9	18.7	1.66
Red Delicious	15.7	6.8	19.0	3.9	0.35
\bar{X} de los dos cultivares	14.7	6.5	55.3	11.3	1.05

^z rendimiento por cada m³ de agua aplicado.

CONCLUSIONES

1. El uso consuntivo (U.C.) del manzano fue de 112.11 cm, de enero a diciembre de 1983; se calcularon 72 cm con 8 riegos de auxilio del 18 de marzo al 15 de julio más la lluvia efectiva que fue 40.12 cm de enero a diciembre; aceptando la hipótesis planteada.
2. La etapa fenológica de mayor demanda de agua fue durante el desarrollo del fruto, consumiendo 63.27 cm del 15 de mayo al 15 de agosto 6.87 mm diarios.
3. Se produjo 1.66 kg de fruta por metro cúbico de agua utilizada en el cultivar 'Golden Spur' y 0.35 kg de fruta por metro cúbico de agua usada en 'Red Delicious'.
4. Los resultados obtenidos al compararlos con los métodos empíricos reportaron los siguientes datos: Thorntwaite, U.C. = 65 cm; Blanney y Criddle, U.C. = 100 cm.

BIBLIOGRAFIA

1. De la Peña I. 1977. El buen uso y manejo del agua de riego (primera parte). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Representación Sonora. Zona Sur. pp. 59-72.
2. Deloye, M. 1967. El riego en frutales. Primera Ed. Madrid, España. Ediciones Mundí-Prensa. pp. 44-45.
3. Denmead, O. y Shaw, R. 1960. "The effect of soil stress at different Stages of growth on the development and yield of corn". Agronomy Journal, 52. pp. 272-279.
4. Hanks, R. y Hill, R. 1980. Modeling crop response, to irrigation International Irrigation Information Center. Pergamon Press Inc.
5. Campo Agrícola Experimental "Sierra de Chihuahua". 1982. Marco de referencia 1982. No publicado. Cd. Cuauhtémoc, Chih.
6. Palacios, V. 1982. Uso de funciones de respuesta en modelos de simulación del sistema suelo-planta-atmósfera. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. Memorias del primer encuentro nacional de docentes e investigadores en el manejo de los recursos hidráulicos. Veracruz, Ver. México. p. 27.
7. Santamaría, C. 1982. Desarrollo de una metodología para conocer el tamaño de muestra para ordenar muestreos de humedad del suelo en una parcela experimental. SARH-CENAMAR. Memorias del primer encuentro nacional de docentes e investigadores en el manejo de recursos hidráulicos. Veracruz, Ver. México. pp. 93-116.
8. Torres E. 1977. Estimación del consumo de agua para los principales cultivos de Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas. Publicación especial. CIANE-INIA-SARH.

Matamoros Coah. p. 4.

9. _____ 1981. Manual de conservación de suelos agrícolas. 1a. edición. México. Editorial Diana. pp. 29-36.
10. Vega D. 1980. Manual de prácticas agrícolas. Curso de uso y manejo de agua. ITESM. Monterrey, N.L. pp. 28-30.