



VIÑEDO

## Fertirrigación por goteo de la viña

Juan F. Giner Gonzálbez

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIEROS  
TÉCNICOS AGRÍCOLAS DE VALENCIA



**P**ara poder afrontar la problemática relativa a la aportación de agua y fertilizantes en la viña deberíamos estudiar simultáneamente la fisiología de la nutrición mineral e hídrica de la vid.

En realidad, las dos operaciones, si se llevan a cabo correctamente, satisfacen las exigencias nutricionales e hídricas del viñedo. Sin embargo se vienen considerando superficialmente y muy a menudo conducen a resultados cuantitativos de producción no buenos.

En el campo en particular de la fertirrigación el problema se complica porque se consideran dos operaciones íntimamente relacionadas por múltiples factores.

### EXIGENCIAS HÍDRICAS

No resulta tarea fácil cuantificar las necesidades hídricas de la vid, así como la respuesta de la planta al aporte de agua, ya que a la dificultad de establecer el adecuado balance hídrico, habría que añadir consideraciones tan importantes, como el hecho de que en la viña no solo se deben evaluar las necesidades de agua en orden a optimizar su capacidad

productiva (uva de mesa), sino también en la consecución de unos objetivos enológicos como es el caso de la uva de vinificación.

Agronómicamente, para determinar las necesidades de agua de un cultivo, el que sea, se estableció el concepto de **Evapo-transpiración potencial (ETP)**; este concepto correlaciona el factor clima con las disponibilidades de agua del suelo y su entorno, de forma que indica sus máximas necesidades en un periodo de riego que, evidentemente, no coincide con la evaporación real del cultivo, por lo que se aplica una serie de coeficientes correctores o **coeficientes de cultivo (Kc)** tendentes a ajustar dichas necesidades teóricas a las reales. De forma que dichas necesidades (**Etc**) vendrán dadas por la siguiente expresión:  $Etc = ETo \times Kc$

Para hallar la Evapotranspiración de referencia, se puede realizar por cuatro métodos distintos: Blaney-Cridle, Radiación, Penman y el del Evaporímetro de clase A, empleando cada uno de ellos una serie de factores variables. En particular, algunos factores como la disponibilidad hídrica del terreno, la intensidad de la manifestación climática y el desarrollo de la superficie foliar,



**CUADRO 1. NECESIDADES DE AGUA DE LA VIÑA**

	Parral (m <sup>2</sup> /ha)	Espaldera (m <sup>2</sup> /ha)
Enero	50-100	50-75
Febrero	75-150	75-125
Marzo	150-200	125-175
Abril	175-250	150-200
Mayo	300-400	250-325
Junio	450-550	350-450
Julio	550-650	450-525
Agosto	450-600	350-475
Septiembre	300-400	250-325
Octubre	150-200	125-175
Noviembre	75-150	75-125
Diciembre	50-150	50-75
<b>TOTAL</b>	<b>2.775-3.800</b>	<b>2.300-3.050</b>

condicionan el ritmo de absorción y de transpiración del agua.

En plena estación una vid adulta puede consumir de 4 a 20 litros de agua al día, según que se trate de una planta más o menos vigorosa. En base a estos métodos, excluido el Evaporímetro de clase A, que veremos con más detenimiento, se han estimado las necesidades de una forma orientativa (**Cuadro 1**) dentro de unos límites razonables, las necesidades de agua de una viña llevada en espaldera, pues incluso estas dosis pueden servir para la uva de vinificación bajo esta conducción, pues una inversión como representa la instalación del riego por goteo, no se concibe si no va acompañada de los sistemas de conducción y cultivo más forzadas y productivas.

#### EVAPORÍMETRO DE CLASE A

De todos los métodos citados anteriormente, éste es el más práctico y a la fuerza el más utilizado. Este mé-

todo es muy completo, ya que nos da una estimación integrada de la radiación, temperatura y humedad ambiental. Además, su instalación es relativamente fácil y no requiere poseer datos climatológicos de años anteriores para empezar a trabajar con él. Como esta lectura (**Ev**) es siempre superior a las necesidades reales del cultivo, se utiliza un coeficiente corrector que varía según la época del año así:

$$E_{To} = 0,715 E_v + 0,733$$

(junio, julio y agosto)

$$E_{To} = 0,732 E_v$$

para el resto del año.

Fórmula ésta que nos da la transpiración diaria.

De esta forma es posible conocer la evapotranspiración potencial, pero debe ser corregida con un **coeficiente de cultivo (Kc)** para convertirla en efectiva.

#### ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO

Los métodos mencionados anteriormente permiten predecir los efectos del clima en la evapotranspiración del cultivo de referencia (**E<sub>To</sub>**).

Para tener en cuenta los efectos de las características de cultivo sobre sus necesidades de agua, es preciso relacionar la **E<sub>To</sub>** con unos coeficientes de cultivo (**Kc**). El valor de **Kc** representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que produzcan rendimientos óptimos.

Los factores que repercuten en el valor del coeficiente de cultivo **Kc**, son principalmente las características del cultivo, el ritmo de desarrollo del mismo, la duración del período vegetativo, las condiciones climáticas y, especialmente durante la primera fase de crecimiento, la frecuencia de las lluvias o del riego.

Conocida pues la evapotranspiración del cultivo de referencia (**E<sub>To</sub>**) mediante la lectura del tanque evaporímetro, corregido por el factor correspondiente, tal como hemos visto ya, y descartando el factor suelo, puesto que ya viene estudiado en el diseño de la instalación, y conociendo la eficiencia del sistema (90-95%), así como, su coeficiente de uniformidad, ya solo nos queda, pues centrarnos en el objetivo principal del tema: El Cultivo.

Los valores de **Kc** de la uva variarán considerablemente en función de las prácticas de cultivo como, por ejemplo, el espaciamiento de hileras y vides, la poda, la extensión y altura de la espaldera y de diferencias extremas de variedades en el cultivo de la viña. En el **Cuadro 2** se indican los valores correspondientes a valores de **kc** para la vid, suelo sin cubierta vegetal, riego no frecuente, suelo seco la mayor parte del tiempo. En los **Cuadros 3 y 4** vemos

**CUADRO 2. VALORES DE Kc PARA LA VID (de Doorenbos S., Pruitt W.O.,1977)**

**Viñedo adulto cultivado en áreas con heladas muy fuertes; primera hoja a primeros de mayo, recolección a mitad de septiembre**

	E	F	Mz	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D
Húmedo, viento débil moderado	-	-	-	-	0,50	0,65	0,75	0,80	0,75	0,65	-	-
Húmedo, viento fuerte	-	-	-	-	0,50	0,70	0,80	0,85	0,80	0,70	-	-
Seco, viento débil moderado	-	-	-	-	0,45	0,70	0,85	0,90	0,85	0,70	-	-
Seco, viento fuerte	-	-	-	-	0,50	0,75	0,90	0,95	0,90	0,75	-	-

**Viñedo adulto en áreas con heladas débiles; primera hoja a primeros de abril, recolección a final de agosto primeros de septiembre; cobertura del suelo del 30-35% a mitad de estación**

	E	F	Mz	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D
Húmedo, viento débil moderado	-	-	-	0,50	0,55	0,60	0,60	0,60	0,60	0,50	0,40	-
Húmedo, viento fuerte	-	-	-	0,50	0,55	0,65	0,65	0,65	0,65	0,55	0,40	-
Seco, viento débil moderado	-	-	-	0,45	0,60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60	0,35	-
Seco, viento fuerte	-	-	-	0,45	0,65	0,75	0,75	0,75	0,75	0,65	0,35	-

**Viñedo adulto en áreas cálido-áridas; primera hoja a finales de febrero primeros de marzo, recolección después de la mitad de julio, cobertura del suelo del 30-35% a mitad de estación**

	E	F	Mz	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D
Seco, viento débil moderado	-	-	0,25	0,45	0,60	0,70	0,70	0,65	0,55	0,45	0,35	-
Seco, viento fuerte	-	-	0,25	0,45	0,65	0,75	0,75	0,70	0,55	0,45	0,35	-

dos ejemplos en los que si bien los coeficientes de cultivo Kc son iguales, no lo es la evaporación de la cubeta (Ev). Así, en el Medio Vinalopó (Monforte), la evaporación anual es de 885 mm, mientras que la evaporación de Requena es de 765 mm.

En cuanto a la uva de mesa, en nuestra zona hay dos formas de conducción de la planta: parral y espaldera. Y lógicamente no requieren las mismas necesidades una y otra forma puesto que tampoco tienen la misma masa foliar ni producción. Por ello utilizamos dos coeficientes distintos Kc = 0,3 para el parral y el Kc = 0,25 para la espaldera. En ambos casos es el mismo coeficiente para todo el año, puesto que de lo

que se trata también es mantener una uniformidad en todo el tiempo. Algunos agricultores tratan de cortar el riego cuando se llega a la maduración, y ello, lo que nos produce la mayoría de las veces es que al llegar una lluvia de final de verano ó a primeros de otoño, los granos reventen.

En cuanto a la viña de vinificación, todo lo que hemos comentado anteriormente, sirve también para ésta, claro que en este caso tomaremos los valores referidos a la conducción en espaldera, y también para todo el ciclo utilizaremos el mismo coeficiente.

En cuanto a los aportes hídricos, conviene tener presente que lo idó-

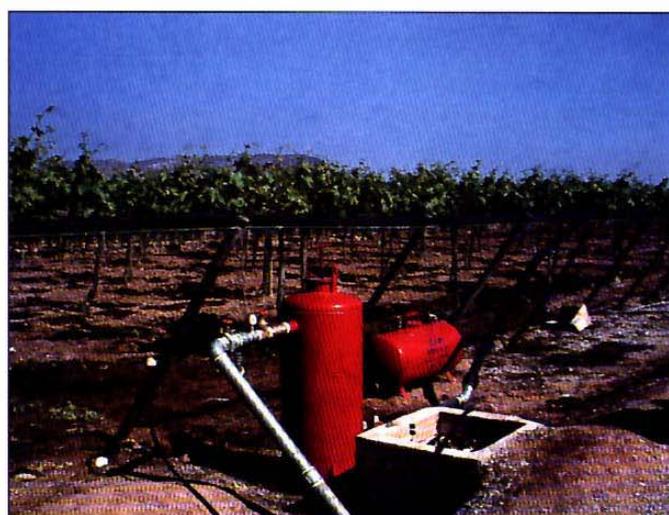
neo sería el realizar unas aportaciones continuas, a partir de las necesidades calculadas, durante todo el ciclo de cultivo. Pues si bien, la mayoría de las veces se suprime al llegar al invierno, y otras no se aporta de manera regular realizándose riegos, solo en los momentos críticos, esto repercute notoriamente en la producción y en el contenido en azúcares (García Escudero E. et Al 1994), debiendo realizarse aportaciones continuas al menos desde el cuajado hasta la vendimia.

**NECESIDADES TOTALES DE AGUA**

La evaporación del tanque eva-

**CUADRO 3. ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA DE MONFORTE DEL CID**

	Ev	ETo	Kc	Kc	PARRAL m <sup>2</sup> /ha	ESPALDERA m <sup>2</sup> /ha
Enero	23	17	0,3	0,25	51	43
Febrero	26	19	0,3	0,25	57	48
Marzo	39	29	0,3	0,25	87	73
Abril	55	40	0,3	0,25	120	100
Mayo	88	65	0,3	0,25	195	160
Junio	130	115	0,3	0,25	345	288
Julio	139	122	0,3	0,25	366	305
Agosto	139	122	0,3	0,25	366	305
Septiembre	115	85	0,3	0,25	255	213
Octubre	71	52	0,3	0,25	156	130
Noviembre	36	26	0,3	0,25	78	65
Diciembre	24	18	0,3	0,25	54	45
	885	710	0,3	0,25	1.775	2.130



porímetro (Ev) viene expresada en (mm) milímetros y mediante los coeficientes correctores que hemos visto anteriormente, según sea junio, julio, agosto, o bien el resto del año, hallaremos la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo), y que viene reflejada en la segunda columna (Cuadros 3 y 4).

Las necesidades de agua (Na) mensual en m<sup>3</sup>/ha/mes vienen dadas por:  $Na = ETo \times Kc \times 10 = m^3/ha/mes$ . Sumando las necesida-

des mensuales tenemos las anuales, y aplicando los mismos coeficientes (Kc) se necesitan 1.775 y 1.566 (Cuadros 3 y 4).

Hasta el momento, hemos indicado las dosis de agua para una viña en plena producción. Si por el contrario lo que tenemos es una viña recién plantada, aún a pesar de ser éste un cultivo de rápido crecimiento, el primer año le daremos un 20% de la calculada para una de plena producción. En el segundo año empleare-

mos un 40%, el tercero un 60% y el cuarto un 80%. Y en el quinto consideraremos que la plantación está en plena producción. No obstante estas dosis se pueden adecuar en función del desarrollo del cultivo.

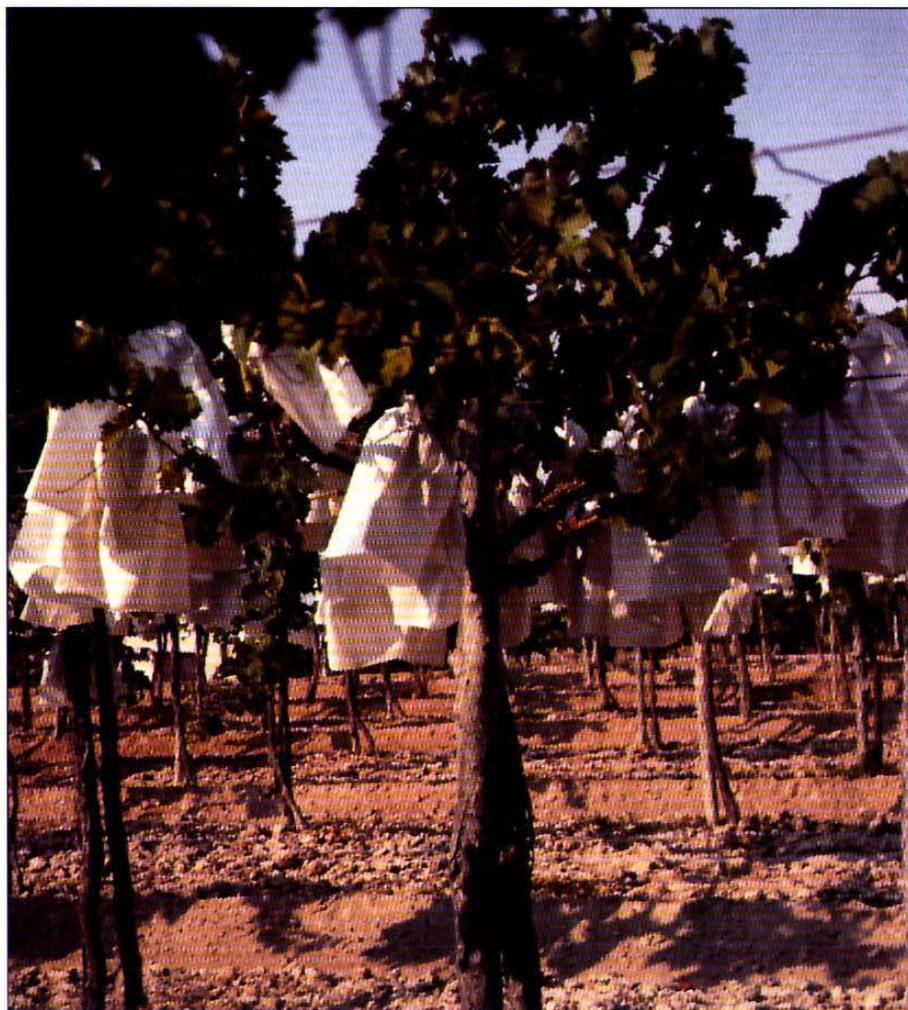
#### CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Hasta el momento hemos calculado las necesidades totales de agua. Sin embargo, cada vez es más fre-



**CUADRO 4. ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA DE REQUENA**

	Ev	ETo	Kc	ESPALDERA m <sup>3</sup> /ha
Enero	13	10	0,25	25
Febrero	18	13	0,25	33
Marzo	31	23	0,25	58
Abril	46	34	0,25	85
Mayo	77	57	0,25	143
Junio	111	102	0,25	255
Julio	144	126	0,25	315
Agosto	134	119	0,25	298
Septiembre	95	70	0,25	175
Octubre	56	41	0,25	103
Noviembre	26	19	0,25	48
Diciembre	14	11	0,25	28
	765	625	0,25	1.566



cuenta, sobre todo en la zona de Alicante, que no sólo escasea el agua, sino que además es con frecuencia de mala calidad o salina.

La salinidad reduce la disponibilidad de agua para el cultivo, afectando a su desarrollo vegetativo y radicular, disminuyendo potencialmente su productividad.

La viña, tanto de vinificación como de mesa, afortunadamente es, como cultivo que se adapta bien al secano, bastante tolerante a la sal. No obstante con el empleo del riego por goteo, pueden reducirse las pérdidas hasta límites aceptables.

El mantenimiento del volumen de suelo húmedo suficiente, con el nivel salino establecido para el cultivo, requiere emplear volúmenes adicionales de agua, lo que se denomina **fracción de lixiviación (FL)**, maximizando la eficiencia total del agua de riego.

En ausencia de datos experimentales, el requerimiento de lixiviación para riego por goteo viene dado por la fórmula:

$$FL = CEa / 2CEe \text{ máx}$$

En el caso de la viña, la conductividad máxima en extracto de saturación (CEe máx) es de 12.

Si por ejemplo suponemos, fuéramos a regar con un agua de 4 mmhos, tendríamos:

$$FL = 4 / 12 = 0,333$$

de donde en la fórmula de

$$Dosis \text{ Total} = Na / (1 - FL)$$

que para unas necesidades de 1.775 m<sup>3</sup> nos da una dosis total de 2.661 m<sup>3</sup>, lo que supone un incremento del agua de riego de 885 m<sup>3</sup>/ha año, aproximadamente un 33% más. De esta forma se consigue mantener unos niveles normales de producción.

**CUADRO 5. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS PARA EL RIEGO POR GOTEO DE LA VIÑA**

CE (mmho/cm)	
0-2	<b>Buena.</b> Se puede utilizar sin reservas. Se obtiene la máxima producción
2-4	<b>Regular.</b> Se puede utilizar sin problemas utilizando un 10-20% de agua de más para lavar las sales. Reducción de cosecha esperada de un 10-15%.
4-6	<b>Mala.</b> No debería utilizarse de forma permanente. Emplear de un 20-30% de agua de lixiviación. Reducción de cosecha esperada de un 15-25%.
6	<b>Preferible no utilizar</b> más que de forma esporádica.

En el **Cuadro 5** se expone una clasificación de agua de riego utilizada en viña, que obviamente se podría ir adaptando según las distintas variedades.

**FERTILIZACIÓN**

La vid en general no es una planta particularmente exigente y su rusticidad está evidenciada por su capacidad de adaptación a muy diferentes situaciones.

En los últimos años se ha producido una tendencia hacia adopción de sistemas de conducción más extendidos en el espacio y de diversos sistemas de poda, que favorecen el aumento de producción, creándose así una necesidad de incrementar las exigencias minerales de la vid.

Está claro que son muchas las variables que intervienen a la hora de caracterizar la viña en un ecosistema vitícola, pero para cada realidad particular, es posible definir modelos de fertilización (**cartas nutricionales**), para suministrar información precisa para abordar la fertilización.

Tales aproximaciones deben asociarse muy estrechamente al ritmo anual de absorción mineral de la vid. En realidad es aportar la cantidad necesaria de manera que se encuentre a disposición de planta en el momento que la necesite según su estado fenológico.

En el **Cuadro 6** tenemos las dosis de nutrientes a aportar en función de la salinidad del agua empleada, para una conducción en parral. En el **Cuadro 7** aparece reflejada las dosis a utilizar cuando se conduce en espaldera, en la que, por tanto, se espera una menor producción, lo que evidentemente también requiere un menor consumo de nutrientes.

La fórmula de equilibrio aconsejada es 2-1-3, que es la más adecuada para la viña, tanto de mesa, como de vinificación. El nitrógeno



**CUADRO 6. FERTILIZACION DEL PARRAL (20-30t/ha) SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD DEL AGUA DE RIEGO**

CE	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0-2	80-100	40-50	120-150
2-4	100-120	50-60	150-180
4-6	120-140	60-70	180-210

**CUADRO 7. FERTILIZACIÓN DE LA VIÑA EN ESPALDERA (15-20 t/ha) SEGÚN LA CE DEL AGUA DE RIEGO**

CE	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0-2	60-80	30-40	90-100
2-4	80-100	40-50	120-150
4-6	100-120	50-60	150-180

**CUADRO 8. FERTILIZACIÓN DE LA VIÑA RECIEN PLANTADA EN GOTEO**

AÑO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	20	20	20
2	40	40	40
3	60	60	60
4	80	80	80
5	80	40	120

es el elemento que proporciona el vigor y es una de las bases principales del rendimiento, pues permite aumentar la capacidad de producción de la cepa, si bien su empleo excesivo puede perjudicar la calidad, así como, sobre todo si no se aporta adecuadamente fósforo y potasio, puede favorecer el “corrido”, y disminuir la resistencia a enfermedades y perjudicar el agostamiento de la madera.

Las dosis de fósforo son relativamente pequeñas, ya que en riego localizado este elemento es mucho más móvil en el suelo y más asimilable.

El potasio actúa sobre el rendimiento, activando el crecimiento, y favoreciendo la respiración, la fotosíntesis. En riego localizado, si empleamos dosis altas de riego, como es muy móvil, hay que aportar dosis más elevadas de este nutriente.

En riego localizado la única forma que tenemos de controlar la fertilización, es con el análisis foliar, que nos indica el estado nutricional de la planta en relación con unos parámetros de referencia. Si bien la gran dificultad está ahí precisamente, la de lograr unas tablas interpretativas para la vid bajo riego por goteo. En el **Cuadro 9** se reflejan los valores de interpretación foliar, para la **variedad bobal** en la comarca de Requena - Utiel, que se deben de ir adecuando a otras variedades y sistema de riego, pues la viña fertirrigada cambia la composición de las hojas. Y la combinación patrón/variedad presenta también una influencia notoria en los niveles foliares.

En el **Cuadro 10** tenemos los niveles normales para dos variedades de uva de mesa, para la zona del medio Vinalopó, elaborados por la Cátedra de Química Agrícola de la Universidad de Alicante.

#### FERTIRRIGACIÓN

Hasta el momento, hemos visto



**CUADRO 9. NIVELES FOLIARES EN VIÑA PARA LA COMARCA DE REQUENA-UTIEL**

ELEMENTOS	CARENCIA	LIGERA CARENCIA	ÓPTIMO	LIGERO EXCESO	EXCESO
NITRÓGENO	2,25	2,25-2,65	2,65-2,85	2,85-3,05	3,05
FÓSFORO	0,10	0,10-0,15	0,15-0,19	0,19-0,21	0,21
POTASIO	0,50	0,50-0,70	0,70-0,90	0,90-1,10	1,10
MAGNESIO	0,22	0,22-0,37	0,37-0,52	0,52-0,62	0,62
CALCIO	2,50	2,50-3,00	3,00-4,00	4,00-4,50	4,50
HIERRO	150	150-250	250-450	450-550	550
MANGANESO	40	40-60	60-140	140-240	240
ZINC	5	5-15	15-25	25-50	50

**CUADRO 10. RANGOS DE NORMALIDAD NUTRITIVA EN UVA DE MESA EN EL MEDIO VINALOPÓ**

ELEMENTO	Variedad ALEDO %	Variedad SOFIA (Italia) %
Nitrógeno	2,65-2,80	2,65-3,05
Fósforo	0,15-0,20	0,15-0,20
Potasio	0,80-1,25	1,00-1,50
Calcio	3,05-3,70	2,10-3,60
Magnesio	0,40-0,50	0,30-0,40

**CUADRO 11. FERTIRRIGACIÓN DE LA VIÑA**

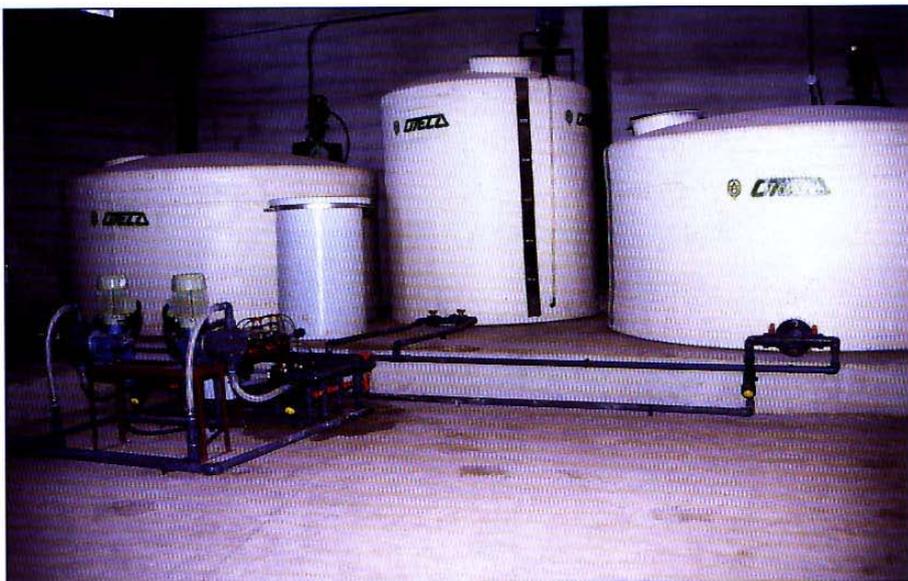
	Parral m <sup>2</sup> /ha	Espaldera m <sup>2</sup> /ha	N (%)	P (%)	K (%)
Enero	51	43	-	-	-
Febrero	57	48	-	-	-
Marzo	87	73	15	15	15
Abril	120	100	20	20	20
Mayo	195	160	20	20	20
Junio	345	288	20	20	20
Julio	366	305	10	10	10
Agosto	366	305	10	10	10
Septiembre	255	213	5	5	5
Octubre	156	130	-	-	-
Noviembre	78	65	-	-	-
Diciembre	54	45	-	-	-
	2.130	1.775	100	100	100

como se determinaban las necesidades de agua y de nutrientes, a partir de este momento estas necesidades vamos a distribuirlas a lo largo del ciclo de cultivo, en función de sus necesidades fisiológicas.

Las épocas de abonado dependerán por una parte de la fisiología de la planta y de otra de la movilidad de los nutrientes en el bulbo.

En el Cuadro 11 viene reflejada una distribución tipo en donde está distribuida mensualmente la necesidad de agua, en función del tipo de conducción, y el porcentaje de las necesidades totales de nutrientes que se aplica mensualmente.

Atendiendo a estos dos puntos hemos hecho la distribución mensual del nitrógeno, pesando en la época de cuajado y de engorde fundamentalmente y adaptándose a ellas. En cuanto al fósforo y potasio los aplicamos al mismo tiempo que el nitrógeno, con lo cual continuaremos manteniendo la relación 2-1-3 que habíamos establecido anteriormente. En el abonado del fósforo y del potasio lo que importa es mantener el bulbo bien provisto de estos elementos, pues debido a su movilidad, deben de estar cubiertas sus necesidades con unos meses de anticipación, pero mejor es mantener un bulbo con unos niveles adecuados, para que la planta tome el que necesite en cada momento.



## BIBLIOGRAFÍA

- Ayers, R.S. y D.W. Westcot. La Calidad del agua en la Agricultura Manual nº 29, Estudios FAO. Riegos y Drenajes. Rev. 1, 1987.
- Doorenbos, J. y Pruitt, W.O. Las necesidades de agua de los cultivos. Manual nº 24, Estudios FAO. Riegos y Drenajes 1980.
- Doorenbos J. y Kassam A.H. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Manual nº 33, Estudios FAO. Riegos y Drenajes 1980.
- Garcia-Escudero E. et Al. Influencia del momento de aplicación del Riego sobre la producción y calidad del mosto. Revista Vitivinicultura nº 1, 1994.
- Gimenez Montesinos, M. Fertirrigación por goteo de cultivos leñosos. II Curso de Riego Localizado. Universidad Politécnica de Valencia, 1991.
- Gimenez Montesinos, M. Fertirrigación por goteo de la viña. Rev. Vitivinicultura nº 1, 1991.
- Navarro Climent, N. Normas modernas de Fertilización de viña de Vinificación en la comarca Utiel-Requena. Revista de Transferencia de Tecnología Agraria. Generalitat Valenciana nº 0, 1994.

