200210

estación experimental

cajamar

FERTIRRIGACIÓN EN VIÑA

ALONSO, F.

HUESO, J. J.

FERNÁNDEZ. M. D.

II Feria vitivinícola de la Alpujarra.
Laujar de Andarax (Almería)
26-28 abril de 2002

FERTIRRIGACIÓN EN VIÑA

Juan José Hueso, Francisca Alonso, Mª Dolores Fernández
Estación Experimental de Cajamar "Las Palmerillas"

1. DOSIS DE RIEGO

Las plantas funcionan como una fábrica, toman agua y nutrientes del suelo, luz del sol y CO_2 del aire para producir hojas, tallos y frutos. A este proceso que se produce en los estomas de las hojas de las plantas se llama fotosíntesis. Cuando los estomas de las hojas están abiertos para permitir la entrada del CO_2 se produce una pérdida indeseable de agua a la atmósfera (**Transpiración**). Este agua que la planta pierde por transpiración debe ser repuesta a la planta por medio de la absorción del agua del suelo por las raíces, ya que si no se produciría el marchitamiento de ésta, y por tanto una menor producción. También se produce pérdida de agua por **evaporación directa desde el suelo**. Por tanto, el riego debe cubrir al menos la cantidad de agua que se pierde por transpiración y evaporación.

La cantidad agua o dosis de riego a aportar variará en función del cultivo, suelo y clima. La influencia del **cultivo** es importante puesto que las necesidades de agua serán mayores o menores en función del tipo de planta y de su estado de desarrollo. De la misma forma, las raíces de un cultivo ocupan diferente profundidad del suelo en distintas fases dentro del ciclo, por lo que la cantidad de agua disponible en esa zona de suelo varía con el estado del cultivo. La capacidad de cada **suelo** para retener agua también es diferente lo que implica que tanto la cantidad de agua a aplicar con el riego como la que pueden extraer las plantas puede variar mucho. A ello hay que añadir que las necesidades de agua serán también dependientes del **clima**, radiación solar, viento, precipitación, etc., por lo que es preciso conocer las características climáticas de la zona y del cultivo para programar adecuadamente los riegos.

2. SUMINISTRO DE AGUA Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO

La vid se muestra muy resistente a largos períodos de sequía, ya que tiene un sistema radicular profundo. Sin embargo, en condiciones de fuerte sequía puede producirse una pérdida de producción y calidad (reducción del contenido de azúcares), por lo que en estas situaciones el riego es indispensable.

La aplicación de riego en viña normalmente se traduce en un mayor crecimiento de las plantas y aumento de producción, pero con una posible incidencia directa en la calidad. Sin embargo, puede producir efectos negativos sí se aplica en exceso o en épocas no favorables para ello. A continuación se citan algunos efectos favorables o desfavorables que puede provocar el riego.

Efectos favorables

- Aumento importante de tallos anticipados y del porcentaje de racimos.
- Aumenta el número de hojas
- Evita la caída de hojas prematuramente
- Adelanta la formación de la cepa y por tanto la entrada en producción
- Aumenta el peso de los sarmientos, de la madera de poda
- Favorece la iniciación floral y por tanto la fertilidad
- Aumenta la cosecha por un mayor peso de las uvas, un mayor número de uvas, por una mayor relación peso de frutos/peso del raspón y la relación de peso de pulpa/peso de hollejos

Efectos desfavorables

- Puede favorecer el corrimiento
- Puede disminuir el número de racimos o frutos
- Retrasa la maduración
- Riegos mal aplicados durante las fases de crecimiento y desarrollo de los frutos puede reducir el contenido de azúcares
- Puede disminuir el contenido de materias colorantes por la menor proporción de hollejos
- El riego aplicado al final de la maduración de los frutos puede ocasionar el rajado de los frutos
- Aumenta la acidez de los frutos

En resumen, el riego tiene efectos beneficiosos siempre y cuando se maneje de forma adecuada. Para ello, es necesario conocer **cuanto** y **cuando** regar. Existen varias herramientas que nos pueden ayudar a saber cuanta agua aplicar, una de ellas es la aplicación informática “Mejora del uso y gestión del agua de riego” desarrollada por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Los datos aportados están calculados para un año tipo, que puede ser seco, promedio o húmedo. Es bueno que el agricultor los conozca para que le permita planificar sus riegos a lo largo de la campaña aunque después aparezcan circunstancias (condiciones climáticas, desarrollo del cultivo, tratamientos) que harán necesaria una programación día a día de los riegos, es decir, calendarios en tiempo real.

Cuando regar tiene también una gran importancia, ya que la falta de agua en determinadas épocas puede repercutir negativamente en la producción. En el cultivo de la vid el crecimiento de los brotes y la floración son épocas muy sensibles a la falta de agua. Para una buena producción de fruto en el mismo año y en los siguientes, es importante un buen crecimiento de los brotes laterales, por lo que es muy importante garantizar un suministro adecuado de agua durante los primeros meses del período vegetativo. Antes y durante la floración, es necesario un suministro adecuado de agua para el desarrollo de las flores. Los déficits de agua durante este tiempo retrasan el desarrollo de las flores mientras que un déficit riguroso de agua reduce la formación de los frutos.

La formación de la cosecha (aumento de tamaño de los frutos) depende de un suministro constante y continuo de agua, pero en este período el cultivo es menos sensible a los déficits de agua que durante el período de crecimiento de los brotes. Los déficit de agua durante el crecimiento de los frutos, reducen el tamaño de éstos.

Por el contrario, en otras épocas puede ser favorable una ligera escasez de agua. En las zonas subtropicales y en los climas templados, la formación de las yemas florales tiene lugar generalmente a finales de verano o en el otoño y las yemas se abren en la estación siguiente. Una ligera deficiencia de agua, junto con insolación y temperaturas elevadas, se considera que es lo más favorable para la formación de las yemas florales. Después de haber madurado el fruto, y especialmente después de la recolección, las vides se ajustan a un suministro limitado de agua. El suministro de agua después de la recolección debe, por lo tanto, ser suficiente para mantener el follaje sano y evitar la caída prematura de las hojas.

Normalmente, hasta finales de marzo o principios de abril, salvo circunstancias de años secos no se precisaría efectuar riego. A partir de primavera y hasta mediados de septiembre se aplicarían riegos para evitar déficit de agua en los períodos críticos del cultivo. En suelos poco profundos y arenosos, se necesitará regar hasta la recolección pero aplicándose el riego cuando el contenido de agua en el suelo sea bajo. Para un buen ajuste de la dosis de riego es conveniente la instalación de uno o varios equipos de tensiómetros en función de la extensión de la finca y la heterogeneidad del suelo. Estos equipos están compuestos por dos tensiómetros situados a profundidades de 30 y 60 cm. Las lecturas deben estar entre 10 y 20 centibares para el tensiómetro situado a 30 cm y entre 20 y 30 en el más profundo.

En la programación del riego cuando utilizamos riego por goteo, la estrategia a seguir consiste en aportar con el riego todo el agua consumida por el cultivo y ignorando el agua almacenada en el suelo. En los cuadros 1 y 2 se dan unos planes de riego orientativos para la zona de Laujar con dos marcos distintos y dos goteros por árbol de 4 L/h.

Cuadro 1. Programación de riego de viñedo en Laujar para marco de plantación de 2.5x1.5 m.

Marco de plantación 2,5x1,5				
Fecha	Dosis de riego neto (mm/día)	Dosis de riego bruto (mm/día)	Tiempo de riego (horas/día)	Dosis por árbol (l/día)
16-30 abril	0.8	0.8	0.3	3.1
16-31 mayo	1.1	1.2	0.5	4.6
1-15 junio	1.1	1.2	0.5	4.4
16-30 junio	1.2	1.3	0.5	4.7
1-15 julio	1.6	1.7	0.8	6.5
16-31 julio	1.5	1.6	0.7	6.2
1-15 agosto	1.3	1.4	0.6	5.4
16-31 agosto	1.0	1.1	0.5	4.1
1-15 septiembre	0.9	1.0	0.4	3.8

Cuadro 2. Programación de riego de viñedo en Laujar para marco de plantación de 3x3 m.

Marco de plantación 3x3				
Fecha	Dosis de riego neto (mm/día)	Dosis de riego bruto (mm/día)	Tiempo de riego (horas/día)	Dosis por árbol (l/día)
16-31 marzo	0.7	0.8	0.8	6.9
16-30 abril	1.3	1.4	1.5	12.3
1-15 mayo	1.3	1.4	1.5	12.7
16-31 mayo	2.0	2.2	2.4	19.5
1-15 junio	2.0	2.2	2.4	19.5
16-30 junio	2.2	2.4	2.6	21.2
1-15 julio	2.7	2.9	3.2	25.9
16-31 julio	2.5	2.7	3.0	24.6
1-15 agosto	2.2	2.4	2.7	21.7
16-31 agosto	1.7	1.8	2.0	16.5
1-15 septiembre	1.6	1.7	1.9	15.4

3. OBJETIVO DE LA FERTILIZACIÓN

El objetivo de la fertilización es compensar las extracciones de elementos minerales del suelo que las plantas llevan a cabo durante su desarrollo, y aportar los nutrientes ausentes en el mismo. Consiste, por tanto, en incrementar la fertilidad natural de los suelos para aumentar la producción y la calidad de la cosecha. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con el abonado en vid son:

- Alimentar la cosecha actual.
- Formar las yemas fructíferas en las que se basa la cosecha del año siguiente.
- Crear reservas en las raíces, tronco, brazos, pulgares y varas para las siguientes fructificaciones.

El aporte de fertilizantes debe de cubrir las necesidades mínimas del cultivo para una cosecha óptima, ya que el abuso puede generar problemas de desequilibrios y alteraciones que son de difícil corrección y suponen una reducción de la calidad provocando un exceso de crecimiento y vigor. La calidad se ve afectada en términos de disminución de la síntesis de azúcares, de compuestos polifenólicos y aromas, corrimiento, aumento de las necesidades de agua, situaciones favorables a la aparición de carencias o retrasos en el ciclo de la planta.

4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FERTILIZACIÓN DEL VIÑEDO

Suelo

Las necesidades de elementos nutritivos de la vid depende del suelo y la propia planta. Suelos profundos con buena capacidad de almacenamiento de agua y cantidad suficiente de elementos minerales dan lugar a grandes producciones, mientras que suelos superficiales, con baja capacidad de retención de agua y pobres se asocian a cosechas escasas pero de muy buena

calidad. La fertilidad del suelo deriva de sus características físicas, químicas y biológicas. Los suelos ligeros con alto contenido de arena y gravas suelen ser pobres en elementos minerales, ya que facilitan el lavado de nitrógeno, calcio o magnesio. Los suelos pesados arcillosos retienen una gran cantidad de fósforo y potasio y conservan mejor la humedad.

El contenido en carbonato cálcico es fundamental, ya que además de influir en la elección de patrones en función del porcentaje de caliza activa, un exceso o carencia de calcio provoca carencias en magnesio y puede afectar a los contenidos en boro o manganeso.

El pH del suelo también tiene gran importancia, ya que la disponibilidad de los nutrientes para la planta varía en función del mismo. Así, el nitrógeno se absorbe con mayor facilidad a pH neutro; fósforo, potasio, calcio y magnesio, son mejor absorbidos en suelos ligeramente alcalinos; y hierro, manganeso, cobre, boro y zinc, se absorben con facilidad a pH ácido. Cuando el pH del suelo es superior a 8,5 se produce el bloqueo del hierro en el suelo, lo que provoca clorosis férrica. Si el pH es menor de 5 se dificulta la absorción de calcio, fósforo y magnesio y puede ser nocivo para la planta. El pH óptimo en suelos ligeros está en torno a 6, mientras que en suelos arcillosos no debe bajar de 6,5.

Variedad y patrón

No todas las variedades de vid tienen las mismas necesidades nutritivas, ni necesitan los distintos fertilizantes en el mismo momento. También el patrón utilizado influye en la fertilización, ya que en función de la profundidad, expansión y ramificación del sistema radicular puede absorber en mayor o menor medida los nutrientes. Por otra parte, las características que confiere a la variedad como vigor, precocidad, productividad, deben ser tenidas en cuenta a la hora de elaborar un plan racional de fertilización.

El estado fitosanitario de la planta también influye en su estado nutricional, ya que puede verse afectada la absorción, disponibilidad y utilización de los distintos elementos minerales. Además, la sintomatología de algunas enfermedades puede confundirse con la carencia de algunos elementos minerales.

Técnicas culturales

El sistema de riego, la calidad del agua de riego, la densidad de plantación, el sistema de conducción, y el tipo de poda deben tenerse muy en cuenta a la hora de determinar las necesidades de fertilizantes.

5. FUNCIÓN DE LOS ELEMENTOS MINERALES

Nitrógeno

El nitrógeno está implicado en los procesos de crecimiento y desarrollo del cultivo. Es necesario desde el primer momento y durante todo el periodo de

crecimiento activo, floración, desarrollo de los pámpanos y engrosamiento de los frutos. Aumenta la capacidad de producción de la cepa y su rendimiento, pero si este aumento es exagerado puede resentirse la calidad de la cosecha, con un menor contenido en azúcar, una mayor facilidad de desgrane y menor resistencia al transporte. Además un aporte abusivo de nitrógeno origina corrimiento de la flor, menor resistencia a enfermedades fúngicas, retraso en la maduración y agostamiento incompleto. Las deficiencias de nitrógeno provocan una reducción del crecimiento, corrimiento por falta de fecundación y reducción de la cosecha.

Fósforo

El fósforo favorece el desarrollo del sistema radicular, la fecundación, la floración y el cuajado de los frutos, así como la maduración de los mismos. Funciona como regulador en el desarrollo de las plantas, mejora la acumulación de reservas y aumenta la formación de racimos en las yemas. Un déficit de fósforo da lugar a una disminución del número de entrenudos y la elongación de éstos en los pámpanos, débil fructificación, retraso de la maduración y reducción del tamaño de las bayas. Un exceso de fósforo puede originar clorosis férrica en suelos con alto contenido en calcio.

Potasio

El potasio es el principal elemento en la fertilización de la vid. Las necesidades en potasio en vid son importantes desde la floración hasta envero, ya que se necesita un alto contenido en este periodo para que la maduración sea normal. En general, favorece el desarrollo de las cepas, aumentando el tamaño de las hojas y el diámetro y peso de los sarmientos. También aumenta el número de racimos y el contenido de azúcares del mosto. Favorece una correcta distribución de las reservas en la planta y disminuye la sensibilidad a ciertas enfermedades fúngicas y a heladas. La deficiencia de potasio disminuye la longitud de los pámpanos y adelanta el agostamiento. Además da lugar a una fructificación deficiente, con corrimiento de los racimos, retraso del envero y disminución en el contenido de azúcares. En suelos con alto contenido en calcio pueden aparecer deficiencias de potasio.

Magnesio

Es un elemento importante para la vid aunque se precisan cantidades inferiores a las de potasio. Es fundamental para la fotosíntesis y su deficiencia provoca un debilitamiento general de la cepa, falta de brotación, lento desarrollo del tronco y limitación del sistema radicular. Es un elemento antagonista del potasio y la relación K/Mg no debe ser superior a 10. Normalmente es abundante en el suelo y el agua de riego.

Calcio

Es un elemento esencial en la nutrición vegetal y la vid precisa de cantidades incluso superiores a las de potasio. Sin embargo, es muy

abundante en el suelo, por lo que normalmente no se suele incluir en los planes de fertilización. En terrenos con alto contenido de caliza activa, el exceso de calcio produce un gran debilitamiento de los viñedos consecuencia de la clorosis. Además puede producir el bloqueo en el suelo de microelementos esenciales como el boro, manganeso o zinc.

6. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE ABONADO

Las necesidades nutritivas de la vid están constituidas por el consumo de elementos minerales que una planta lleva a cabo, anualmente, para satisfacer su desarrollo vegetativo y fructificación. Parte de éstos proceden de las reservas acumuladas en ciclos anteriores, otra parte se pierde al ser extraída por la cosecha, otra vuelve al suelo por la caída de órganos en desarrollo y una última parte forma parte de la estructura de la cepa, como raíces, tronco, brazos, etc. Las diferencias entre las cantidades anuales consumidas por la planta y la cantidad recibida a través de las reservas constituyen sus necesidades a cubrir mediante la fertilización. En el cuadro 3 se indican las extracciones medias de los distintos elementos en función de los rendimientos esperados calculada por distintos autores en distintas zonas y para diferentes variedades. Para calcular la dosis en función de las extracciones hay que tener en cuenta también las pérdidas, ya que la planta solo absorbe una parte de lo que se le suministra, el resto se pierde por lavado o insolubilización en función del tipo de suelo, sistema de riego, etc. Además las extracciones que aparecen en el cuadro 3 solo son orientativas y en un viñedo concreto habrá que tener en cuenta la combinación portainjerto-variedad, el tipo de suelo entre otros muchos factores para ajustar el abonado a las necesidades reales.

Por tanto, para establecer un plan de fertilización adecuado, además de conocer los elementos minerales disponibles en el suelo mediante análisis de suelo, es necesario conocer el contenido de éstos en las hojas, absorbidos desde el suelo mediante análisis foliar.

Cuadro 3. Ejemplos de extracciones en elementos nutritivos de la viña (kg/ha) en función de los rendimientos esperados.

	Rendimientos (t/ha)		
	9	**15**	**7-25**
N	54	73	22-84
P_2O_5	17	21	5-35
K_2O	70	84	41-148
CaO	75	-	28-204
MgO	13	13	6-25

Fuente: Maroke et al. (1976),Schaller (1983), Fregoni (1985) en Huglin y Schneider (1998).

7. ANÁLISIS FOLIAR Y PECIOLAR

Como hemos indicado anteriormente, la utilización de un análisis químico de tejidos en vid es indispensable como medio para:

a) Determinar la efectividad de un plan de abonado y de esta manera conocer el estado nutricional de la planta
b) Diagnosticar posibles estados carenciales o de toxicidad con síntomas visibles
c) Predecir posibles estados carenciales sin síntomas visibles en las hojas pero con respuesta negativa en la producción
d) Conocer la eficiencia del análisis de suelo
e) Determinar los efectos medioambientales sobre los nutrientes disponibles y su absorción por la planta.

Muestreo

La toma de muestras se realizan, por lo general, coincidiendo con los estados fenológicos de floración y envero.

En los casos anteriores, exceptuando el caso b) el muestreo se realizará sobre las cepas que representen el estado general y medio de todas las plantas de la explotación. Se desestimarán las situadas en las proximidades a los bordes de la parcela y las que se encuentren en los pasillos para eliminar el denominado efecto borde. En el caso b), se deben muestrear las cepas que presenten los síntomas visibles de los que se desea conocer su origen.

La parte de la planta sobre la que se realiza el análisis es la hoja. Esto se debe a que es muy activa metabólicamente y su composición es una buena guía de los cambios en el estado nutricional de la planta. Para el caso específico de la vid, se realiza un análisis por separado de limbo y peciolos.

Análisis de limbos

Las hojas sobre las que se realiza el diagnóstico foliar son las situadas en pámpanos fructíferos. Según Hidalgo (1999) se deben coger las dos primeras hojas normales (tomadas desde la base); según Reynier (1989) y Fregoni (1980) deben ser las situadas en posición opuesta al racimo.

El tamaño de la muestra será de unas 20 a 30 hojas.

Análisis peciolar

Está diagnosis es particularmente indicativa para el contenido de potasio, pues este órgano de la hoja manifiesta una sensibilidad mayor que la del limbo, pero en cambio no es utilizable para el nitrógeno al existir variaciones porcentuales muy importantes durante el día. Para los demás nutrientes da resultados similares a los del limbo a que pertenece, pudiendo ser complementarios.

Los análisis foliares y peciolares se deben repetir durante tres años como mínimo, para disminuir la influencia que las variaciones climáticas tienen sobre la alimentación del viñedo.

Interpretación

Para interpretar los resultados obtenidos, en la práctica, realizamos una comparación con unos valores de referencia (cuadro 4) establecidos para una condiciones determinadas que deben ser similares a las de nuestro viñedo.

La dificultad estriba, por tanto, en conseguir unos valores de referencia adecuados para nuestro caso específico, pues estos varían según las condiciones climáticas, la combinación variedad-patrón, etc.

Cuadro 4. Valores de diagnóstico foliar para determinar el estado nutricional de la viña.

	HOJAS (floración y envero)[1]		MEDIA DE HOJA (envero)[2]		PECIOLOS (floración)[3]	
Elemento	***Carencia***	***Adecuado***	***Carencia***	***Adecuado***	***Carencia***	***Adecuado***
N (%)	< 2.00	2.40-2.60	-	2.20-4.00	< 0.80	0.80-1.20
P (%)	< 0.15	0.20-0.24	-	0.15-0.30	< 0.10	> 0.15
K (%)	< 1.00	1.20-1.40	-	0.80-1.60	< 1.00	> 1.50
Mg (%)	< 0.20	0.23-0.27	-	0.30-0.60	< 0.20	> 0.30
Ca (%)	< 2.00	2.50-3.50	-	1.80-3.20	---	1.20-2.50
Fe (ppm)	< 50	100-250	-	---	< 30	70-200
Zn (ppm)	< 20	30-150	< 19	30-60	< 15	> 26
B (ppm)	< 15	25-40	-	35-100	< 25	30-100
Cu (ppm)	< 4	5-20	-	> 6	< 3	> 6
Mn (ppm)	< 20	30-200	-	> 25	< 20	> 25

[1] límites obtenidos en Francia e italia y propuestos para España (1991)

[2] En Australia (1990)

[3] En California (1991)

Fuente: Sipiora (1996)

8. FERTILIZANTES MÁS UTILIZADOS PARA FERTIRRIGACIÓN EN VIÑA

El fertilizantes nitrogenado más usado es el nitrato amónico 33,5% soluble, que presenta una gran solubilidad, es acidificante y tiene una elevada riqueza. Como abonos líquidos se pueden utilizar las soluciones N-32 y N-20. Como abono fosfatado se recomienda el ácido fosfórico. En el mercado se ofrecen distintas riquezas (75%, 55%). Las ventajas de utilizar el ácido fosfórico junto con el nitrógeno y potasio son que acidifica la solución nutritiva y mantiene limpia la instalación y facilita la solubilidad del potasio. Como fertilizante potásico se puede emplear el nitrato potásico (13-0-46), que tiene una reacción ligeramente alcalina por lo que conviene utilizarlo junto con otros productos acidificantes para evitar obstrucciones. Además se puede emplear sulfato potásico (0-0-50) algo más barato o cloruro potásico (0-0-60) con ligera reacción alcalina y mayor solubilidad.

9. PLANES DE ABONADO

En el trabajo realizado por Montesinos y Oltra, de la EPS de Orihuela sobre fertirrigación por goteo de la viña se indican las necesidades medias de fertilizantes a partir del primer año de plantación y la distribución del abonado a lo largo del ciclo reproductivo (cuadro 5 y 6).

Cuadro 5. Fertilización de una viña desde plantación en riego por goteo.

AÑO	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**
1	20	20	20
2	40	40	40
3	60	60	60
4	80	40	80

Cuadro 6. Dosis de riego medias para uva de mesa y viña y reparto del abonado.

MES	Uva de mesa (m^3/ha)	Viña (m^3/ha)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
ENERO					
FEBRERO					
MARZO	200	150	15	15	15
ABRIL	250	200	25	25	25
MAYO	400	325	20	20	20
JUNIO	550	450	20	20	20
JULIO	650	500	15	15	15
AGOSTO	600	450	5	5	5
SEPTIEMBRE	400	300			
OCTUBRE	250	200			
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
TOTAL	3300	2575	100	100	100

BIBLIOGRAFÍA

Doorenbos J., Pruitt W.O. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. FAO Riego y Drenaje, nº24.

Doorenbos J., Kassam A.H. 1986. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO: Riego y Drenaje 33.

Hidalgo L. 1999. Tratado de viticultura general. Ed. Mundiprensa. Madrid. Pág.:743-792 .

Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 2001. Mejora del uso y gestión del agua de riego. ISBN: 84-95083-36-1.

Huglin P., Schneider C. 1998. Biologie et écologie de la vigne. 2ª édition. Lavoisier tec & doc. Paris. Pág.:309-322.

Reynier A. 1989. Manual de viticultura. 4ª edición. Ed. Mundiprensa. Madrid. Pág.: 306-310.

Casas A., Casas E. 1999. Análisis de Suelo-Agua-Planta y su aplicación en la nutrición de cultivos. Instituto la Rural. Pág.: 125-132.

Giménez M., Oltra M.A. Fertirrigación por goteo de la viña. Departamento de Producción vegetal. E.P.S. de Orihuela. Universidad Miguel Hernández. www.fertirrigacion.com. 15 pp.