

ANEJO IX

FERTIRRIGACIÓN

1.- Introducción.

Fertirrigación significa sencillamente la aplicación de abonos disueltos en el agua de riego.

Uno de los efectos de los riegos localizados de alta frecuencia es que las raíces se concentran en un volumen de suelo más limitado que en el caso de riegos no localizados, lo que obliga a aplicar los abonos también de forma localizada y frecuentemente, ya que si se abonase de forma tradicional, parte de los abonos caerían fuera del volumen de suelo explorado por las raíces y se desaprovecharían. Además, la alta densidad y actividad radicular del bulbo húmedo agotaría rápidamente las reservas del suelo, por lo que éstas deberían reponerse con frecuencia, sobre todo los elementos más fácilmente lavables.

En principio, la aplicación localizada y frecuente de los abonos podría realizarse sin necesidad de añadirlos al agua de riego, pero ello conllevaría un encarecimiento de la operación, sobre todo de la mano de obra. En cambio, la aplicación de abonos mediante Fertirrigación tiene un coste operacional muy reducido, aunque necesita una cierta inversión en instalaciones y requiere el empleo de fertilizantes más caros que los convencionales.

2.- Ventajas e inconvenientes de la Fertirrigación.

Ventajas:

- Ahorro de fertilizantes debido a:
 - Localización en las proximidades de las raíces.
 - Menores pérdidas por lavado y volatilización.
 - Mayor pureza de los abonos.
- Se ha constatado que el ahorro puede suponer del 25 al 50 %, lo cual compensa el mayor coste de los productos.



- Mejor asimilación: el elevado contenido de humedad en que se mantiene permanentemente el suelo favorece la disolución y asimilación de los elementos fertilizantes.
- Mejor distribución: no solo por su homogeneidad sino también el perfil del suelo. Esto supone una gran ventaja para la absorción del P y K, en los abonos tradicionales se acumulan en las capas superficiales, mientras que en los riegos localizados de alta frecuencia pueden alcanzar profundidades de 50 cm para el P y 60 cm para el K aplicando determinadas técnicas de manejo del riego.
- Adecuación del abonado a las necesidades del momento: en este sentido las posibilidades de la Fertirrigación son enormes y en la actualidad no se aprovechan por el desconocimiento que se tiene de las exigencias de los cultivos en sus distintas fases.
- Rapidez de actuación ante síntomas carenciales y facilidad de aplicar no solo macroelementos (N, P, K), sino también elementos secundarios (S, Ca, y Mg) y microelementos (Fe, B, Mn, Cu, Zn, y Mo).
- Mayor ahorro en la distribución de los abonos.
- Posibilidad de utilizar las instalaciones para aplicar otros productos tales como herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc.

Inconvenientes:

Los siguientes inconvenientes no se deben al método en sí, sino a un manejo incorrecto o a la ignorancia que existe acerca de muchos aspectos de la nutrición de las plantas.

- Obturaciones por precipitados causados por incompatibilidad de los distintos fertilizantes entre sí o con el agua de riego, o debidas a una disolución insuficiente.
- Aumento excesivo de la salinidad del agua de riego.
- La pureza de los fertilizantes han supuesto el inconveniente de que faltan algunos elementos que aparecían como impurezas en los abonos tradicionales,

por ello, la aplicación de elementos secundarios y microelementos es más importante que en los abonos convencionales.

3.- Abonos utilizados en Fertirrigación.

3.1.- Requisitos que deben de cumplir.

- Solubilidad: los abonos solubles deben ser solubles o emulsificables en agua, con objeto de evitar obturaciones. En cuanto a esto a de tenerse en cuenta la compatibilidad con otros abonos y con la propia agua de riego.
- Pureza: las impurezas en la solución fertilizante, y sean del agua de riego o de los productos químicos aportados por reacción entre ellos, provocan obturaciones en los sistemas de riego, que pueden reducir de forma notable la eficacia tanto del riego como de la fertilización con los correspondientes efectos negativos sobre la producción.
- Salinidad y toxicidad: al calcular las dosis no se deben superar los valores admisibles de salinidad. Igualmente ocurre respecto a la toxicidad de ciertos iones.
- Otros: los abonos utilizados deben ser de manejo no peligroso y no corrosivo para los materiales de la instalación, lo que son cuestiones a tener en cuenta cuando se diseñan abonos ácidos para combatir las obturaciones.

3.2.- Fertilizantes sólidos solubles.

Nitrato amónico: de los diferentes nitratos amónicos existentes, solo puede considerarse el de mayor graduación y libre de productos insolubles, (33,5 %). Es uno de los productos con mayor solubilidad (1.920 g/l a 20° C). Las soluciones madres de este producto se preparan en la proporción de una parte de abono por dos de agua. Este producto reduce la temperatura al preparar las disoluciones, así como el pH del agua. Su contenido en nitrógeno se halla la mitad en forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal. Es uno de los productos mas apropiados para Fertirrigación.

Sulfato amónico: es un producto bastante soluble (750 g/l a 20° C), que contiene nitrógeno amoniacal (21 % N) y azufre (23 % S). Por su contenido en sulfato puede presentar problemas cuando se utiliza con aguas con alto contenido en sulfatos. Por tanto, tiene problemas de salinidad. Su reacción en el agua es ligeramente acidificante. Las soluciones madres de este producto se preparan con una proporción de 1 a 4.

Urea: es un producto orgánico de síntesis que tiene un contenido en nitrógeno del 46 %, todo en forma ureica o amídica. La solución es también muy alta (1.033 g/l a 20° C) y, reduce de forma importante la temperatura de la solución. Este producto no saliniza el agua, por lo que resulta muy apropiado en el caso de aguas o suelos salinos. Otra característica es que no acidifica el agua. Para la preparación de la disolución madre de este producto se utiliza una parte de abono por dos de agua.

El nitrógeno de la urea, como se ha dicho, se encuentra en forma ureica. Esta se transforma rápidamente en la forma amoniacal por la acción de la enzima ureasa. En condiciones normales de humedad de temperatura esta transformación se lleva a cabo en un periodo de tres a diez días.

Deben tenerse muy en cuenta las características de este producto para lograr una Fertirrigación eficaz. En efecto, su gran solubilidad y falta de retención por el suelo puede provocar pérdidas importantes por lixiviación o lavado si no se controla debidamente de su aplicación en el riego.

Nitrato de cal: Aunque prácticamente abandonado en aplicaciones tradicionales por su bajísima riqueza, que encarece su coste por unidad de N, este producto con alrededor de un 15 – 16 % de N en forma nítrica es utilizado, sobre todo, en riegos localizados por la aportación de calcio, que en algunas ocasiones resulta necesario. El grado de solubilidad es muy alto (1.220 g/l a 20° C).

Nitrato potásico: este es un producto excelente para la Fertirrigación al aportar tanto nitrógeno (13 % de N) como potasio (44 a 46 % de K₂O), con el efecto sinérgico correspondiente. Es muy utilizado en Fertirrigación por su excelente composición para la absorción de ambos elementos. Aunque es totalmente soluble, el grado de solubilidad de este nitrato es mucho más bajo que los observados hasta ahora (316 g/l a 20° C).

Fosfato mono-amónico: el fosfato mono-amónico soluble tiene una riqueza de nutrientes (12 % de N y 60 - 62 % de P_2O_5), aunque con un discreto grado de solubilidad (661 g/l a 20° C). Es un producto con bajo efecto salinizante y con reacción ácida. No obstante, cuando para el riego se utilizan aguas alcalinas puede ser aconsejable corregirlo con ácido nítrico. Su excelente composición hace que sea uno de los productos mas utilizados. La solución madre se prepara en la proporción de 1 a 5 ó 1 a 4. Se requiere una excelente agitación de la solución.

Fosfato di-amónico: con una concentración también muy alta (21 % de N y 52 – 54 % de P_2O_5), tiene una reacción ligeramente alcalina, por lo que, generalmente, es necesario adicionar ácido nítrico para rebajar el pH. La dosis adecuada es del orden de 1,3 kg de ácido por kg de fosfato di-amónico.

Polifosfato amónico: Se obtiene de la reacción del ácido fosfórico polimerizado con amoníaco (10 % de N y 30 % de P_2O_5). Es muy soluble y tiene capacidad para secuestrar microelementos, manteniéndolos disponibles para el cultivo.

Fosfato de urea: es un producto cristalino obtenido de la reacción entre la urea y el ácido fosfórico conteniendo un 17 % de N y un 44 % de P_2O_5 . Es algo mas soluble y salinizante que el anterior. La solución madre se prepara con 25 – 35 kg/100 litros.

Sulfato potásico: contiene un 50 % de K_2O y un 17 % de azufre. El grado de solubilidad es bastante bajo (110 g/l a 20° C). En la preparación de la solución madre de este producto no debe pasarse de una proporción de 1 a 10. Por otra parte, deben tenerse las mismas precauciones en relación con los sulfatos, ya citados anteriormente.

Hidróxido potásico: con un 50 % de riqueza de K_2O . Es un producto que se está empezando a utilizar con buenos resultados.

Microelementos: para complementar los microelementos en la solución fertilizante existen una serie de productos que permiten aportar cada uno de los mismos en función de las características requeridas. Estos pueden ser de dos tipos: sales minerales inorgánicas

(hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, boro) y productos orgánicos o quelatos (hierro, manganeso, zinc y cobre) que secuestran a los microelementos.

3.3.- Fertilizantes líquidos o soluciones:

Amoniaco anhidro: se trata en realidad de la materia prima básica de todos los productos nitrogenados, con un 82 % de N. Evidentemente se trata de nitrógeno amoniacal con todas las características propias de esta forma de nitrógeno.

Solución nitrogenada del 20 % de N: es una solución diluida de nitrato amónico, por lo que tiene características análogas al producto y descrito. Se utiliza frecuentemente en Fertirrigación por sus apropiadas características. Tiene un pH ligeramente ácido, que puede acidificarse fácilmente aún más con la calidad del agua de riego. Así con 4 l/m³ se rebaja el pH hasta 3,5 aproximadamente.

Solución nitrogenada del 32 % de N: esta solución está preparada con un mezcla de nitrato amónico y de urea aproximadamente al 50 %. Tiene una densidad de 1,32 kg/l. Tiene una baja incidencia salinizante y su reacción es neutra o ligeramente alcalina. Es fácil de inyectar en la red de riego directamente o diluido previamente.

El N se distribuye en el 25 % de N amoniacal, 25 % de N nítrico y 50 % de N ureico, lo que da una gran flexibilidad de utilización a este tipo de fertilizantes. La combinación de las 3 formas de nitrógeno en la misma solución presenta ventajas indudables en determinados tipos de Fertirrigación y en determinados suelos, resultando, sin embargo, algo problemático el elevado contenido de nitrógeno ureico, cuya transformación en la forma nítrica puede ser algo lenta. Tiene un pH prácticamente neutro.

Nitrato de cal líquido: Se trata de una disolución del producto sólido correspondiente, con una riqueza del 7 % de N nítrico. Sin embargo, como se dijo en su caso, este tipo de producto se utiliza preferentemente para aportar calcio, contiene un 10 % de calcio.

Nitrato de magnesio líquido: tiene características análogas al anterior, con una riqueza del orden del 7 % de N y se utiliza básicamente para aportar magnesio corrigiendo o previniendo la carencia de este elemento. El contenido es del 6 % de Mg.

Ácido nítrico: tiene una concentración del 56,5 %, un contenido de nitrógeno del 12 % y una densidad de 1,32, y se utiliza más que como fertilizante como corrector del pH ligeramente ácido del agua de riego durante la aplicación de la solución fertilizante para evitar cualquier problema de insolubilizaciones con la obturación consecuente de los emisores. También ayuda a limpiar las tuberías de los posibles precipitados que se pueden acumular, principalmente de carbonato cálcico.

Ácido fosfórico: es un producto que se está utilizando cada vez más para la aportación del fósforo necesario, especialmente en los riegos localizados. Se ha podido comprobar la elevada migración de este elemento en profundidad en el suelo con este sistema, que es mucho más efectiva que los métodos tradicionales, tal y como se explica en las ventajas de los riegos localizados de alta frecuencia.

La riqueza en P_2O_5 oscila entre el 40 % y el 54 %, dependiendo del grado de disolución. El producto más concentrado (54 % de P_2O_5) tiene una riqueza del 75 % de ácido fosfórico y una densidad de 1,6. Su reacción es muy acidificante por lo que es de gran interés para reducir el pH del suelo o el de las soluciones nutritivas. Tiene mayor grado de salinidad que el fosfato monoamónico.

Solución de potasa: se trata de una solución diluida de cloruro potásico, con el 10 % de K_2O y pH muy ácido.

Complejos líquidos: como en sólidos, los complejos son abonos que contienen dos o los tres elementos nutritivos principales: N, P y K.

Se trata, por tanto, de soluciones complejas listas para su utilización, sin necesidad de preparación de soluciones madres, que siempre requieren una cierta experiencia y medios adecuados como agitadores, etc. Es necesario, no obstante, disponer de la fórmula de equilibrio apropiada en cada caso. Aunque por tratarse de soluciones puras tienen una limitación en el contenido total de nutrientes, que no llega a superar el 30 %, pueden



utilizarse directamente incorporándose al agua de riego, como si se tratara de soluciones madres. Estas sustancias se preparan con distintos componentes, que dan una gran gama de formulas y formas de nutrientes. Los principales componentes son los productos simples tales como urea, sales potásicas, fosfatos amónicos, etc. De acuerdo con las características del agua de riego puede ser aconsejable utilizar soluciones con un pH neutro o ácido. Así, en el caso de aguas de gran dureza o salinas es aconsejable utilizar soluciones muy ácidas.

Tabla 15. Características de los principales productos utilizados en Fertirrigación.

Productos	Riqueza de nutrientes (%)				Solubilidad (g/L)		Densidad	Acidez (A) o basicidad(B)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Otros	0° C	20° C		
Nitrogenados								
Sulfato amónico	21			22 S	700	760		110 A
Urea	46				670	1033		85 A
Nitrato amónico	33,5				1180	2190		59 A
Nitrato calcico	15			30 Ca	1020	1220		20 B
Nitrato potásico	13		46			316		
Ácido nítrico	13						1,36	26 A
Solución nitrogenada 20	20						1,25	
Solución nitrogenada 32	32						1,32	58 A
Solución de nitrato de Mg	7			6 Mg				
Fosfatados								
Ácido fosfórico 55%		40					1,40	38 A
Ácido fosfórico 75%		54					1,48	38 A
Potásicos								
Sulfato potásico			50	18 S	75	120		Neutro
Solución de potasa			10	3 S			1,1	
Binarios y terciarios								
Fosfato monoamónico	12	61			225	400		65 A
Fosfato diamónico	21	53				450		
Fosfato de urea	17	44				620		
Fosfato monopotásico		51	34		148	230		Neutro
Nitrato potásico	13		46		130	335		26 B
Secundarios y microelementos								
Sulfato de magnesio			16MgO 13 S			700		
Sulfato de hierro				36 Fe	155	260		
Sulfato de cobre				25 Cu	140	200		
Sulfato de manganeso				32 Mn		900		
Sulfato de zinc				23 Zn		750		

(Fuente: Domínguez Vivancos, A. "Tratado de fertilización")

Tabla 16. Compatibilidad química de la mezcla de fertilizantes.

NITRATO AMONICO	UREA	SULFATO AMONICO	SUPERFOSFATO TRIPLE	SUPERFOSFATO SIMPLE	FOSFATO DIAMONICO	FOSFATO MONOAMONICO	CLORURO POTASICO	SULFATO POTASICO	NITRATO POTASICO	NITRATO CALCICO
I										
C	C									
C	L	C								
C	L	C	C							
C	C	C	L	L						
C	C	C	C	C	C					
C	C	C	C	C	C	C				
C	C	C	C	C	C	C	C			
C	C	C	C	C	C	C	C	C		
C	C	I	I	I	I	I	C	I	C	

(Fuente: Pizarro, F. "Riegos Localizados de Alta Frecuencia")

I = Incompatible

C = Compatible

L = Compatibilidad limitada

Tabla 17. Antagonismo y sinergismo entre iones.

Ión	Antagonismo con	Sinergismo con
Nitrógeno	Potasio	Magnesio
Fósforo	Potasio, Hierro, Zinc	Magnesio
Potasio	Boro, Magnesio	Magnesio, Hierro
Calcio	Potasio, Hierro, Magnesio	
Sodio	Magnesio, Calcio	
Bicarbonato	Hierro	
Sulfato	Calcio	Sodio

(Fuente: Pizarro, F. "Riegos Localizados de Alta Frecuencia")

Tabla 18. Variación de la salinidad (mmhos/cm) de una solución en función de la concentración de fertilizantes (gr/l).

Fertilizante	Concentración en gr/l			
	0,25	0,50	1,00	2,00
Sulfato amónico	0,54	1,04	2,14	3,45
Nitrato amónico	0,49	0,78	0,94	2,78
Urea	4,47	6,61	6,64	7,41
Nitrato potásico	0,34	0,64	1,27	2,44
Solución 20% N	0,40	0,70	1,30	–
Solución 32% N	0,32	0,58	1,10	2,29
Acido fosfórico 54%	0,50	1,00	1,70	–
Acido fosfórico 75%	0,51	1,00	1,67	2,74
Sulfato potásico	0,32	0,73	1,41	2,58
MAP	0,20	0,41	0,80	1,57

(Fuente: Pizarro, F. “Riegos Localizados de Alta Frecuencia”)

Características de soluciones madres.

- Tabla 19.1. Solución de Ácido fosfórico 75%

Concentración %	pH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	1,88	8,15	24	24,2
5	1,52	23,5	24	25
10	1,35	41,9	24	26
25	0,94	90,2	24	29,5
50	0,66	149,4	24	34,3

- Tabla 19.2. Solución de Nitrato amónico 33,5 % N

Concentración %	pH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	5,17	11,58	26	24
5	5,05	16,82	26	22,4
10	5,00	41,4	26	18,8
25	4,80	71,5	26	8,3
50	4,78	116,5	26	- 3,0

- Tabla 19.3. Solución de sulfato amónico 21%

Concentración %	pH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	5,61	13,69	24,9	24
5	5,62	35,7	24,6	23,9
10	5,72	60,0	24,8	23,4
25	5,83	72,0	24,9	22,1
50	5,87	87,9	24,7	20,5

- Tabla 19.4. Solución de la solución nitrogenada 32 % N

Concentración %	pH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	7,64	6,54	24,8	24,6
5	7,79	28,6	24,8	23,7
10	7,89	53,8	24,8	22,7
25	8,05	109,5	24,8	20,3
50	8,16	147,6	24,8	18,8

- Tabla 19.5. Solución de Urea 46 % N

Concentración %	PH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	7,28	41,9	24,7	24,1
5	8,98	76,4	24,7	21,8
10	9,20	106,9	24,4	18,8
25	9,61	182,8	24,6	11,2
50	9,65	482,0	24,5	5,0

- Tabla 19.6. Solución de Fosfato monoamónico 12 - 61 - 0

Concentración %	pH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	4,51	6,4	23,6	23,2
2,5	4,24	15,7	23,5	22,5
5	4,17	26,7	23,6	21,8
10	4,07	40,6	23,5	20,3
15	4,03	53,2	23,4	18,1

- Tabla 19.7. Solución de Fosfato de urea 17 – 44 – 0

Concentración %	pH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	1,90	6,6	23,4	23,0
2,5	1,71	11,3	23,4	22,2
5	1,56	16,4	23,4	20,8
10	1,43	26,8	23,4	17,3

- Tabla 19.8. Solución de Nitrato potásico 13 – 0 – 46

Concentración %	pH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	9,63	13,3	24,6	22,9
2,5	9,91	27,2	24,7	22,7
5	9,95	47,2	24,6	20,8
10	10,0	80,6	24,7	17,3

- Tabla 19.9. Solución de Sulfato de potasa puro

Concentración %	pH	Conductividad mmhos/cm	Temperatura °C	
			Inicial	Final
1	8,2	10,6	24,4	24
2,5	8,6	22,7	24,3	23,3
5	8,85	41,9	24,1	22,5

(Fuente: Domínguez Vivancos, A. "Fertirrigación")

4.- Necesidad de nutrientes en viña de vinificación.

Ante todo decir que la viña, como cualquier planta leñosa, no tiene por naturaleza una respuesta inmediata a fertilización, ésta habría que verla a medio y largo plazo, lo cual es debido entre otras causas a que:

- El sistema radicular de la vid, se extiende ampliamente en superficie y profundidad a través de una gran volumen de tierra.
- El conjunto de raíces, tronco y brazos de una cepa constituyen una importante cantidad de reservas, que tamponan, en parte, su respuesta al abonado.

- La poda del viñedo al limitar el desarrollo vegetativo de la vid, dificulta la exteriorización de los resultados que pudieran derivarse de la fertilización.
- Cuando se practica la fertilización de un viñedo, no solo afecta a la producción del año actual, sino que también actúa para formar las yemas fructíferas en que se basa la cosecha del año siguiente y también para crear reservas en las raíces, tronco, brazos, pulgares y varas para las siguientes fructificaciones.

Por tanto, según lo expuesto, cualquier viticultor nunca debe esperar una respuesta anual a la fertilización, la cual debe realizarse de una manera regular para asegurar una producción media mas elevada y mas uniforme. También es cierto que mediante el empleo de la Fertirrigación para fertilizar la viña, ésta tiene una respuesta mucho mas rápida al abonado que con los métodos tradicionales de fertilización, y puesto que hay poca experiencia de Fertirrigación en vid, las necesidades se han de calcular en base a la fertilización tradicional, aunque en realidad la aplicación del fertilizante sólo en el bulbo húmedo, donde la intensidad radicular absorbente es muy elevada, hace que el aprovechamiento sea casi total.

La cosecha de uva, el sistema foliar y la madera de constitución de la cepa precisan importantes cantidades de elementos fertilizantes, que juntamente con las perdidas de los mismos en el suelo y las que extraen vegetaciones adventicias, es necesario restituir para mantener un nivel adecuado de producción en el viñedo.

De una manera general, conforme a resultados de numerosos análisis y procedencias, refiriéndose a los 3 macroatmentos, se puede establecer que se precisan las siguientes extracciones:

Tabla 20. Extracciones de N,P,K en vid.

Aplicación de UF/ha	Para 5.000 kg/ha (secano)	Para 10.000 kg/ha (regadío)
Nitrógeno	40 – 60	70 – 100
Fósforo	30 – 50	50 – 80
Potasa	80 - 120	150 – 180

(Fuente: Amorós Ortiz- Villajos, J.A. “Apuntes de Viticultura”)

De una forma general, se considera que los racimos precisan al menos el 50 % de los elementos fertilizantes extraídos por el viñedo para su desarrollo anual.

Tabla 21. Distribución media en % de elementos nutritivos absorbidos en un viñedo según órganos

Órganos	Nitrógeno (N)	Fosfórico (P ₂ O ₅)	Potasa (K ₂ O)
Racimos	50,63	51,28	54,90
Hojas	25,32	25,64	19,61
Sarmientos	18,99	17,95	19,61
Raíces y tronco	5,06	5,13	5,88
TOTAL	100	100	100

(Fuente: Reynier, A. "Manual de Viticultura")

Por tanto, puesto que en la plantación, los sarmientos serán picados e incorporados al suelo podríamos restar a las necesidades un 18 % aproximadamente, aunque esto no se hará debido a que el fosfórico y la potasa son difícilmente reintegrables con movilizaciones demasiado lentas, no obstante supondrá una fuente extra de nutrientes. Lo que sí se hará, es que debido a que se utilizará la técnica de la Fertirrigación, la dosis de nitrógeno y potasa se podrá disminuir en un 20 % y la de fosfórico en un 30 – 40 %. Así las necesidades quedan de la siguiente forma para una producción de 10.000 kg/ha.

Nitrógeno	56 – 80 UF/ha
Fosfórico	35 – 56 UF/ha
Potasa	120 – 144 UF/ha

El margen de equilibrio de N – P₂O₅ – K₂O para la obtención de un vino de calidad está entre 1 – 0,5 – 3 y 1 – 1 – 2, y puesto que la producción esperada en la plantación en las dos variedades, Syrah y Cabernet Sauvignon es de aproximadamente 12.000 kg/ha. Las necesidades de fertilizante serán:

Nitrógeno	80 UF/ha
Fosfórico	80 UF/ha
Potasa	170 UF/ha

5.- Programa de Fertirrigación.

Las aportaciones tendrán en cuenta todos los factores de asimilación, así como de retrogradación que se puede dar con algunos elementos. Considerando además que la concentración no debe de superar el umbral de salinidad que para la vid es de 1,5 mmhos/cm en el extracto de saturación del suelo.

Según la dosis de abonado expuesta anteriormente los abonos a emplear son nitrato amónico 33,5 % soluble (sólido), nitrato potásico 13 % N y 46 % K₂O, Ácido fosfórico al 55 % con 40 % de P₂O₅ (liquido) y solución de potasa al 10 % (liquido). El programa es el siguiente:

La aportación de abono se realizará en función a la producción esperada cada año. De esta forma **a partir del año 5** donde se espera una producción de unos 12.000 kg/ha se aportarán las siguientes cantidades de cada abono.

Las 80 unidades de fertilizante de N se aportarán, la mitad en forma de nitrato amónico y la otra mitad en forma de nitrato potásico.

- Nitrato amónico (33,5 %) kg/ha:

$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ kg} \rightarrow 33,5 \text{ UF de N} \\ x \text{ kg} \rightarrow 40 \text{ UF de N} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 120 \text{ kg/ha de nitrato amónico}$$

- Nitrato potásico (13 – 0 – 46) kg/ha:

$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ kg} \rightarrow 13 \text{ UF de N} \\ x \text{ kg} \rightarrow 40 \text{ UF de N} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 308 \text{ kg/ha de nitrato potásico}$$

Estos 308 kg aportarán: $308 \cdot 46/100 = 141$ UF de K₂O

- Solución P – 40 (40 % P₂O₅) kg/ha:

$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ kg} \rightarrow 40 \text{ UF de N} \\ x \text{ kg} \rightarrow 80 \text{ UF de N} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 200 \text{ kg/ha de solución P – 40}$$



- Solución K – 10 (10 % K₂O) kg/ha:

$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ kg} \rightarrow 10 \text{ UF de N} \\ x \text{ kg} \rightarrow 30 \text{ UF de N} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 300 \text{ kg/ha de solución K – 10}$$

La producción esperada para los años del 1 al 5 es la siguiente:

- Año 1 → no habrá producción.
- Año 2 → Se espera una producción aproximada de unos 2 kg/cepa, por lo que la producción que tendremos por hectárea será de: $2.222 \cdot 2 = 4.444 \text{ kg/ha} \approx 4.400 \text{ kg/ha}$.
- Año 3 → Se espera una producción aproximada de unos 3,5 kg/cepa, por lo que la producción que tendremos por hectárea será de: $2.222 \cdot 3,5 = 7.777 \text{ kg/ha} \approx 7.700 \text{ kg/ha}$.
- Año 4 → Se espera una producción aproximada de unos 4,5 kg/cepa, por lo que la producción que tendremos por hectárea será de: $2.222 \cdot 4,5 = 10.000 \text{ kg/ha}$.

Así, las cantidades de abono a utilizar cada año serán las siguientes:

Año 2:

- Nitrato amónico:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 120 \text{ kg de Nitrato amónico} \\ 4.400 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Nitrato amónico} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 44 \text{ kg/ha de N. amónico}$$

- Nitrato potásico:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 308 \text{ kg de Nitrato potásico} \\ 4.400 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Nitrato potásico} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 113 \text{ kg/ha de N. Potásico}$$

- Solución P – 40:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 200 \text{ kg de Solución P – 40} \\ 4.400 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Solución P – 40} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 73 \text{ kg/ha de S. P – 40}$$

- Solución K – 10:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 300 \text{ kg de Solución K – 10} \\ 4.400 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Solución K – 10} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 110 \text{ kg/ha de S. K – 10}$$

**Año 3:**

- Nitrato amónico:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 120 \text{ kg de Nitrato amónico} \\ 7.700 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Nitrato amónico} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 77 \text{ kg/ha de N. amónico}$$

- Nitrato potásico:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 308 \text{ kg de Nitrato potásico} \\ 7.700 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Nitrato potásico} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 198 \text{ kg/ha de N. Potásico}$$

- Solución P – 40:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 200 \text{ kg de Solución P-40} \\ 7.700 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Solución P-40} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 128 \text{ kg/ha de S. P-40}$$

- Solución K – 10:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 300 \text{ kg de Solución K-10} \\ 7.700 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Solución K-10} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 192,5 \text{ kg/ha de S. K-10}$$

Año 4:

- Nitrato amónico:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 120 \text{ kg de Nitrato amónico} \\ 10.000 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Nitrato amónico} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 100 \text{ kg/ha de N. amónico}$$

- Nitrato potásico:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 308 \text{ kg de Nitrato potásico} \\ 10.000 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Nitrato potásico} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 257 \text{ kg/ha de N. Potásico}$$

- Solución P – 40:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 200 \text{ kg de Solución P-40} \\ 10.000 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Solución P-40} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 167 \text{ kg/ha de S. P-40}$$

- Solución K – 10:

$$\left. \begin{array}{l} 12.000 \text{ kg de uva} \rightarrow 300 \text{ kg de Solución K-10} \\ 10.000 \text{ kg de uva} \rightarrow x \text{ kg de Solución K-10} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 250 \text{ g/ha de S. K-10}$$

De esta forma se elaboran las siguientes tablas donde se muestran las cantidades a aportar de cada abono durante cada mes.

Tabla 22. Cantidad de Nitrato amónico a aportar

Nitrato amónico (33,5 %) kg/ha										
Año	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	TOTAL	N	P₂O₅	K₂O
1										
2	17	12	12	3			44	14,7		
3	23	24	24	6			77	25,8		
4	32,5	30	30	7,5			100	33,5		
5 – 30	39	36	36	9			120	40,2		

Tabla 23. Cantidad de Nitrato potásico a aportar

Nitrato potásico (13 – 0 – 46) kg/ha										
Año	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	TOTAL	N	P₂O₅	K₂O
1										
2	23	40	40	10			113	14,7		52
3	40,5	70	70	17,5			198	25,7		91
4	50	92	92	23			257	33,4		118,2
5 – 30	65	108	108	27			308	40		141,7

Tabla 24. Cantidad de Solución P – 40 a aportar.

Solución P – 40 (40 % P₂O₅) kg/ha										
Año	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	TOTAL	N	P₂O₅	K₂O
1										
2	29	22	22				73		29,2	
3	50	39	39				128		51,2	
4	67	50	50				167		66,8	
5 – 30	80	60	60				200		80	



Tabla 25. Cantidad de Solución K – 10 a aportar

Solución K – 10 (10 % K₂O) kg/ha										
Año	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	TOTAL	N	P₂O₅	K₂O
1										
2				110			110			11
3				192,5			192,5			19,2
4				250			250			25
5 – 30				300			300			30