

## Capítulo 5

### MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN

Rodrigo Ortega B.

INIA – Quilamapu, Casilla 426, Chillán.

#### 1. Introducción

En los últimos años, el cultivo del espárrago se ha convertido en una importante alternativa productiva para los suelos de riego de la zona centro sur de Chile. Por tratarse de un cultivo perenne de alta inversión, cuyo éxito económico no sólo depende del nivel del rendimiento alcanzado sino que también de la calidad del mismo, su manejo productivo debe ser altamente especializado. Dentro de los factores de producción, un adecuado manejo de la fertilización es clave para la obtención de altos rendimientos y calidad de turiones lo que contribuye además, a un incremento de la longevidad de la esparraguera. En el presente capítulo se discuten los aspectos más relevantes del manejo de la fertilización del cultivo de espárragos, con énfasis en aquellas herramientas que permitan al productor tomar mejores decisiones de manejo. Finalmente se propone un esquema de manejo sitio – específico de la esparraguera, que permitiría aumentar la eficiencia productiva del rubro.

#### 2. Requerimientos de suelo

Debido a que el espárrago es un cultivo perenne que ocupará el suelo durante un período no inferior a 10 años, la elección correcta del potrero o sitio de plantación es un factor crítico para el éxito económico de la esparraguera. Según numerosos autores el suelo “ideal” correspondería a uno de textura franco arenosa, de buen drenaje, buena estructura y una profundidad apropiada para el crecimiento de las raíces del cultivo. Al respecto, la mayor concentración de raíces en una esparraguera adulta se encuentra

entre los 15 y 30 cm de profundidad. Lateralmente, las raíces pueden expandirse hasta 3 m desde la hilera de plantación. Muchos suelos aluviales o "trumaos" del valle regado de la zona centro sur del país cumplen con estos requisitos.

Desde el punto de vista de fertilidad, el espárrago crece mejor en suelos fértiles de pH superior a 6. El pH ideal para el cultivo es entre 6,5 y 7,5, puesto que esta especie es considerada como muy sensible a la acidez. Dado que la mayoría de los suelos de la zona centro sur del país, en donde se concentra principalmente la producción de espárragos, presentan pH menores al mínimo propuesto en la literatura, la aplicación de cal previa al establecimiento debería ser una práctica aconsejable.

En los suelos regados con potencial para ser plantados con espárragos, el suministro de nitrógeno vía mineralización de la materia orgánica es, en general, insuficiente. Los niveles de P extractable son medios o altos, especialmente en aquellos suelos que han considerado remolacha en su rotación, mientras que los niveles de potasio son en general medios. Por otra parte, las deficiencias de azufre y micronutrientes en estos suelos son puntuales. Así, el énfasis en la fertilización del espárrago debería ser primero el N, segundo el K, tercero el P y después los otros elementos. Al respecto, un análisis de suelo previo a la plantación es esencial para determinar las necesidades de fertilización y encajado de cada situación en particular.

Según Franklin (1990), al menos un 80 % de la superficie de un sitio de plantación seleccionado debería reunir las condiciones mínimas para la producción de espárragos. Esto significa por ejemplo, que dentro de un potrero de 10 ha, al menos 8 deberían cumplir con todos los requerimientos de suelo para el cultivo. Debido a que en un sitio dado es muy difícil encontrar características de suelo homogéneas, idealmente debiera hacerse un muestreo intensivo de suelos del área seleccionada y definir dentro de ellas, sub - unidades de manejo, cada una de las cuales tendrá un manejo y un potencial de rendimiento distintos. En la Figura 5.1 se presenta la variabilidad espacial de dos propiedades del suelo, pH y materia orgánica, de un potrero de 2 ha en un suelo aluvial de la

provincia de Ñuble, representativo de los suelos dedicados a la producción de espárrago. Se observa que el pH varía entre 5,6 y 6,3, mientras que la materia orgánica lo hace entre 3,6 a 5,8 %. Claramente existen dentro de este sitio, condiciones de suelo distintas que probablemente determinarán rendimientos y calidad de turiones distintos, aún cuando el manejo sea uniforme. De ahí la necesidad de separar unidades homogéneas dentro del potrero o sitio seleccionado, de acuerdo a criterios diversos. Este concepto se denomina Manejo Sitio Específico (MSE) y será explicado en detalle más adelante.

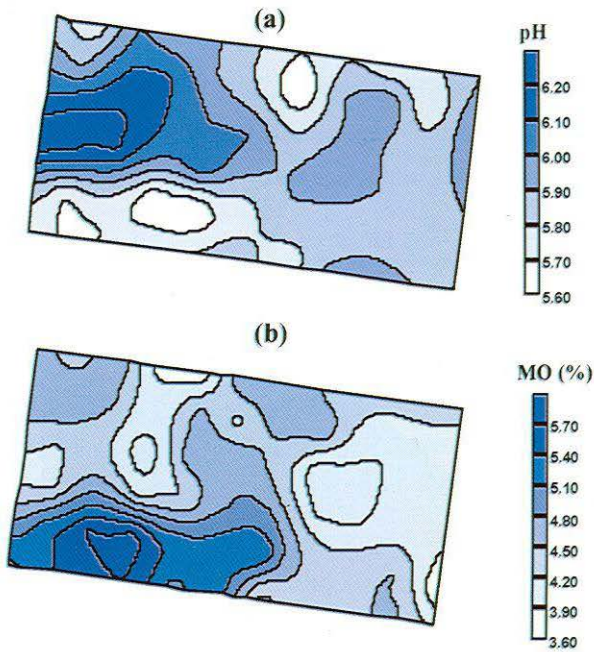


Figura 5.1. Variabilidad espacial de a) pH y b) materia orgánica en un potrero de 2 ha, en un suelo aluvial de riego.

### 3. Requerimientos nutricionales del cultivo de espárrago

Los requerimientos nutricionales del cultivo del espárrago corresponden a la suma de la extracción de nutrientes en los turiones, los nutrientes necesarios para el crecimiento de las coronas y raíces, y los de la parte aérea (helechos) luego de la cosecha. Los requerimientos de nutrientes aumentan con la edad de la esparraguera, tanto en los turiones como en la corona + parte aérea, hasta alcanzar la estabilidad alrededor de los 6 a 8 años (Figura 5.2). Proporcionalmente, la cantidad de nutrientes extraídos por coronas, raíces y helechos es mucho mayor a aquellos extraídos por la cosecha. Según Dean *et al.* (1993), las cantidades de nutrientes almacenados en las raíces, coronas y helechos son 5 a 15 veces más altas que las extraídas por los turiones en una cosecha de 4,5 ton/ha. El aumento de la extracción de nutrientes en los turiones es directamente proporcional al tamaño de la cosecha, con una baja extracción en los primeros años hasta que se alcanza la estabilidad de los rendimientos. En este caso, y si se incorpora al suelo la parte aérea, debería reponerse, vía fertilizante, sólo la extracción producida por la cosecha. La varie-

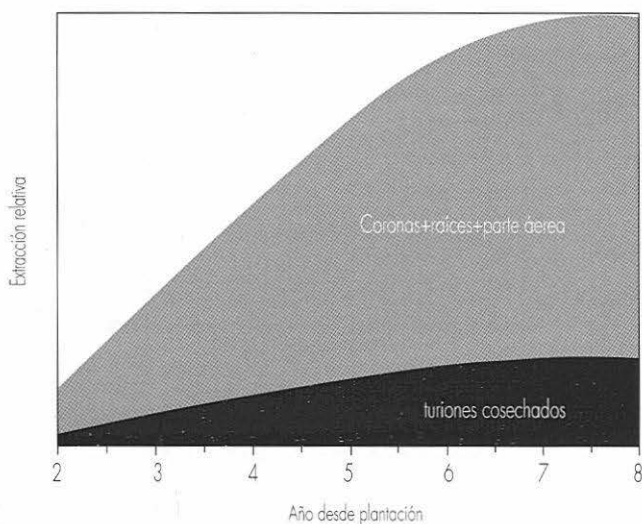


Figura 5.2. Extracción relativa de nutrientes en distintos órganos de la planta en esparragueras de distintas edades.

dad utilizada también influencia la extracción de nutrientes por parte del cultivo. La literatura reporta distintos valores de extracción por tonelada de turiones cosechados. En el Cuadro 5.1 se presenta un resumen con la extracción de varios nutrientes según diversas fuentes.

Cuadro 5.1. Extracción de nutrientes por tonelada de turiones según varios autores.

Fuente	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>
kg/ha/ton						
Moreau y Zuang (1977)	23,4	9,0	28,5	19,0	3,1	
IFA (1992)	19,3	6,7	2,0	14,0	1,5	
CFA (1995)	31,7	16,7	40,0			
Douglas y Ledgard (1990)	4,0	1,4	3,1	0,3	0,3	1,2
Douglas y Follet (1996)	4,8	1,8	4,3			
Dean <i>et al</i> (1993)	9,3	3,0	6,8			
Promedio	15,4	6,4	17,5	11,1	1,6	1,2
Desviación estándar	11,2	5,8	15,1	9,7	1,4	NA

De este cuadro 5.1 se desprende que el cultivo de espárrago extrae cantidades más o menos similares de nitrógeno y potasio (expresado como K<sub>2</sub>O) y menores cantidades de fósforo y otros nutrientes. Esta observación confirma que la preocupación fundamental en la fertilización del espárrago debería ser el nitrógeno y el potasio, y en menor medida el fósforo y otros nutrientes. Lo importante es evaluar si el suelo es capaz de suministrar los requerimientos nutricionales del espárrago y sobre la base de este análisis, determinar la fertilización a aplicar.

#### 4. Herramientas de diagnóstico de la fertilidad del suelo

Existen diversas herramientas de diagnóstico de la fertilidad de los suelos. Sin lugar a dudas la más certera y directa es la respuesta de la planta de interés al ambiente edáfico

en que se le hace crecer. Esta respuesta se puede expresar en forma de síntomas de deficiencia o toxicidad y rendimiento.

#### 4.1 Análisis de suelo

El análisis de suelo es una herramienta indirecta que ha sido desarrollada a partir de soluciones extractantes diversas que extraen distintas fracciones de los nutrientes de interés del suelo. El análisis de suelo per se no tiene utilidad, y para ser usado debe relacionarse con la respuesta de la planta. La relación entre el nivel de un análisis de suelo y la respuesta de la planta se obtiene a través de un proceso denominado calibración. En la Figura 5.3 se presenta la relación entre el nivel de fósforo del suelo extraído con bicarbonato de sodio (método Olsen) y el rendimiento relativo. Se aprecia que a medida que aumenta el valor del P Olsen, el rendimiento relativo (expresado como el cociente entre el rendimiento del cultivo sin fertilización fosfatada y el rendimiento del mismo cultivo fertilizado con P) aumenta, hasta estabilizarse cuando el suelo alcanza las 20 ppm de P. Este nivel se denomina nivel crítico. El nivel crítico de un nutriente se

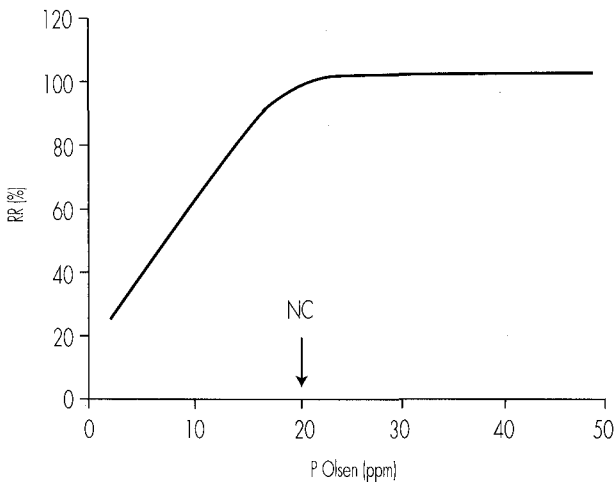


Figura 5.3. Relación idealizada entre el nivel de P Olsen del suelo y el rendimiento relativo (RR) de cultivos.

define como el valor del análisis que divide los suelos en dos categorías: a) aquellos en que la probabilidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes es alta y b) aquellos en que la probabilidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes es baja. Normalmente no se aplica fertilizante sobre el nivel crítico.

Algunos niveles críticos o criterios de suficiencia para cultivos en general se presentan en el Cuadro 5.2. En el caso de las bases de intercambio (Ca, Mg, K y Al), los criterios de suficiencia se expresan también como proporción de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo. Desde el punto de vista de toxicidad, el aluminio de intercambio debería encontrarse en niveles de saturación menores al 5 %. El pH considerado adecuado para la mayoría de los cultivos es sobre 5,8. Para el caso del espárrago, este valor debería ser superior a 6. Algunos autores han establecido niveles críticos específicos para el espárrago. Así por ejemplo, Wood *et al.* (1986), en Nueva Zelanda, establecieron niveles críticos de 31-35 ppm para P Olsen y 200 ppm para K extractable. Otros autores (Bussel y Prasad, 1988, citados por Douglas y Follet, 1996) también en Nueva Zelanda,

Cuadro 5.2. Niveles de suficiencia para principales nutrientes y pH del suelo

Nutriente	Nivel de suficiencia	
P Olsen	20 mg/kg	
K extractable	250 mg/kg (.64 Cmol(+)/kg)	
Ca de intercambio	250-500 mg/kg (1,25-25 Cmol(+)/kg)	65-85% CIC*
Mg de intercambio	25-60 mg/kg (0,1 – 0,25 Cmol (+)/kg)	6-12% CIC
K de intercambio	120-250 mg/kg (0,3-0,6 Cmol (+)/kg)	2-5% CIC
pH del suelo	5,8 (en Espárrago pH > 6)	
Al de intercambio		< 5% CIC
Zn – DTPA	0,5-1 mg/kg	
Fe – DPTA	4-5 mg/kg	
Cu – DPTA	0,5-1 mg/kg	
Mn – DPTA	0,2 mg/kg	
B – Agua caliente	1 mg/kg	

\* Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

El Cultivo del  
Espárrago

han propuesto un nivel crítico de 360 ppm de K extractable. En el estado de Washington, EEUU, Dean *et al.* (1993) propusieron niveles críticos de 10 y 120 ppm de P y K, respectivamente. Sin embargo, no indican el extractante usado en ambos casos, por lo que queda la incertidumbre respecto a si éstos pudiesen ser aplicados en Chile. El uso de los niveles críticos expuestos en el Cuadro 5.2 es un buen punto de partida, los cuales deberían ser bastante cercanos a la realidad del cultivo.

#### **4.1.1 Muestreo para análisis de suelo**

El suelo debe ser muestreado previo a la plantación y en forma opcional cada año durante el cultivo, ya que la evaluación nutricional de una esparraguera establecida puede hacerse directamente sobre la planta a través de análisis foliar. Existen dos aproximaciones posibles para muestrear el suelo (Ortega y Flores, 1999a):

##### *Muestreo para determinar la fertilidad promedio de un potrero*

En este caso el objetivo es obtener una muestra compuesta representativa del sitio de plantación, cuyo análisis representará el nivel promedio de fertilidad del mismo. Para ello debe se debe recorrer el potrero en forma de zig-zag, recolectando 25 submuestras de 0 - 30 cm de profundidad, utilizando un barreno o pala. Las submuestras deben ser mezcladas cuidadosamente en un balde plástico, obteniendo de esta mezcla entre 0,5 a 1 kg de suelo para ser enviado al laboratorio. La máxima superficie a muestrear no debe exceder las 10 ha, por lo que la intensidad máxima de muestreo alcanza a 1 muestra/10 ha (0,1 muestra/ha). Sectores de características distintas (manejo, tipo de suelo, topografía, etc.) dentro del potrero deben ser muestreados separadamente (Figura 5.4).



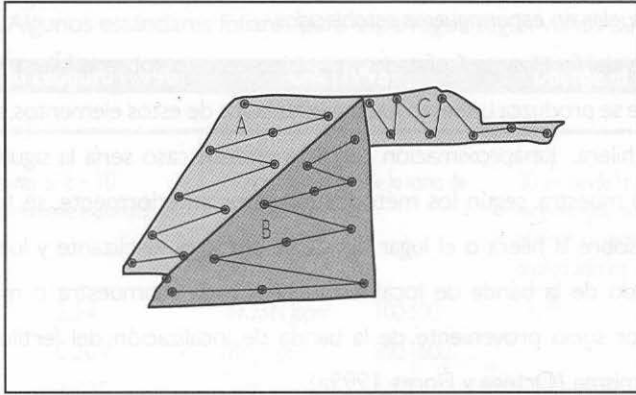


Figura 5.4. Muestreo compuesto con fines de diagnóstico de la fertilidad del suelo. En este caso, el potrero ha sido dividido en tres unidades muestrales, según tipo de suelo.

*Muestreo para construir mapas de fertilidad*

El objetivo de este tipo de muestreo es conocer en detalle los niveles de fertilidad del suelo en distintos sectores del potrero. Con esta información es posible dividir la plantación en sectores de manejo homogéneo, de acuerdo a las características de cada sector del potrero. En este caso, el muestreo se realiza en grilla, utilizando un diseño sistemático, con una intensidad de 1 a 20 muestras de suelo/ha, dependiendo del tipo de suelo y la superficie del potrero (Figura 5.5). Cada una de las muestras se envía al laboratorio para su análisis químico. Con los resultados de laboratorio, es posible construir mapas como los de la Figura 5.1.

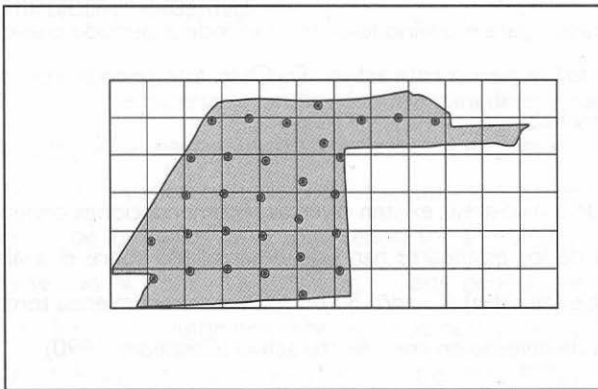


Figura 5.5. muestreo en grilla con una intensidad de 1 muestra/ha sobre un potrero de 30 ha. Cada muestra se envía al laboratorio separadamente.

### *Muestreo de suelos en esparragueras establecidas*

La localización del fertilizante fosfatado y potásico cerca o sobre la hilera de plantación, determina que se produzca un sesgo hacia niveles bajos de estos elementos, si se muestrea sólo la entre hilera. La aproximación correcta en este caso sería la siguiente: en cada submuestra o muestra, según los métodos descritos anteriormente, se toma primero una muestra sobre la hilera o el lugar donde se aplicó el fertilizante y luego un cierto número, alejado de la banda de localización. Así, cada submuestra o muestra estará compuesta por suelo proveniente de la banda de localización del fertilizante y suelo alejado de la misma (Ortega y Flores, 1999a).

#### **4.1.2. Análisis foliar**

Por tratarse de una planta perenne, el análisis foliar solo o en combinación con análisis de suelo es una excelente herramienta para monitorear el estado nutricional de la esparraguera y definir medidas correctivas si fuesen necesarias. Existe gran variabilidad en relación con la época de muestreo, tejido a muestrear y estándares foliares. Sin embargo, como criterio básico se establece que el muestreo debe hacerse en pleno período de crecimiento, antes de que ocurra cualquier translocación desde el follaje (helechos) a la corona. Céspedes (1990) estudió la evolución estacional de nutrientes en esparragueras de 1 a 6 años, establecidas en la VIII y IX regiones y determinó que la época más apropiada para el análisis foliar corresponde al período cuando las plantas se encuentran con follaje plenamente activo. En Chile, este período correspondería a los meses de Enero y Febrero.

Respecto al tejido a muestrear, existen diversas recomendaciones dependiendo del autor. La mayoría de los estándares han sido desarrollado sobre el análisis de la parte superior del follaje (helecho) (Cuadro 5.3). En Chile se recomienda tomar los primeros 30 cm de ramas de helecho en crecimiento activo (Céspedes, 1990).

Algunos estándares foliares, según diversos autores, se presentan en el Cuadro 5.3.

Cuadro 5.3. Algunos estándares foliares para espárragos según varios autores.

Douglas and Ledgard (1990)		CFA (1998)		Doerge et al. (1991)	
Tejido: 30 cm de la punta de 8 - 10 helechos completamente expandidos		Tejido: 10 cm de la punta de la rama de helechos nuevos		Tejido: 30 cm desde la punta de helechos recientemente maduros. Se eliminan los primeros 10 cm y se analiza sólo las cladófilas.	
N (%)	2,5-4	NO <sub>3</sub> -N (ppm)	100-500	N (%)	2,6-3,5
P (%)	0,2-0,4	PO <sub>4</sub> -P (ppm)	800-1600		
K (%)	1,7-3,5	K (%)	1-3		
S (%)	0,3-0,45				
Ca (%)	0,6-1,5				
Mg (%)	0,14-0,35				
Mn (ppm)	30-160				
Zn (ppm)	20-60				
Cu (ppm)	5-15				
Fe (ppm)	50-150				
B (ppm)	30-150				
Mo (ppm)	0,08-0,4				

## 5. Manejo de la fertilización de la esparraquera

Previo a la plantación debe hacerse un análisis de suelo para determinar las necesidades de fertilizantes, siguiendo las pautas señaladas anteriormente. Del análisis de los resultados debe salir la recomendación específica de nutrientes y fertilizantes para el establecimiento. En el caso de los suelos de la zona centro sur, al momento de la plantación debería fertilizarse con N, P y K. La utilización, en este período, de otros nutrientes, principalmente azufre y micronutrientes, debe ser decidida según el análisis de suelo. Las dosis aplicadas en el país son muy variables y varían entre 100 y 400 kg N/ha, 150-300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 60-240 kg K<sub>2</sub>O/ha. En muchos casos estas dosis son claramente excesivas y son el resultado de criterios errados en su estimación por parte de agricultores y asesores.

res. Cabe señalar por ejemplo que en el caso del nitrógeno, debe considerarse que la mayor demanda de nitrógeno por parte de la esparraguera se produce cuando las tasas de mineralización de N también son máximas (verano), puesto que existe temperatura y humedad adecuadas. Fácilmente un suelo de riego puede aportar sobre 100 kg de N/ha/año, producto de la mineralización de la materia orgánica. Este aspecto se debe tener en consideración cuando se estiman las dosis de N a aplicar: Excesos de nitrógeno, no sólo causan una pérdida económica al productor; una vez que este es lixiviado más allá de la zona radicular del espárrago (> 30 cm), sino que además, pueden provocar la contaminación de las aguas subterráneas. Sanders (1999) en Carolina del Norte, EEUU, encontró respuestas en rendimiento con la aplicación de hasta 150 kg de N y 150 kg K<sub>2</sub>O/ha, sin embargo, los rendimientos reportados fueron bastante menores comparados a la realidad de Chile. Las dosis comúnmente usadas en establecimiento y producción de esparragueras de coronas se presentan en la Cuadro 5.4. Estos valores deben tomarse sólo como referencia, puesto que la recomendación de fertilización es sitio-específica. En el caso de esparragueras en plena producción, el uso de análisis foliar en combinación con análisis de suelo es clave para definir la fertilización de la temporada siguiente.

Cuadro 5. 4. Dosis de nutrientes recomendadas en espárragos, según diversos autores.

Fuente	Dosis de nutrientes (kg/ha)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Dean <i>et al.</i> (1993)*	157-314	0-336	0-269	plantación
Douglas y Follet (1996)		252		plantación
Gioconi y Escaff (1994)	45	45		plantación
Mullen <i>et al.</i> (1998)	112	56	112	plantación
Mullen <i>et al.</i> (1998)	112-448	112-224	112	Anual
Dean <i>et al.</i> (1993)*	112	Sobre NC	Sobre NC	Anual
Douglas y Ledgard (1990)	50-100	45-90	50-100	Anual
Tyler y Lorenz (1999)	90-170	60-110	0-110	Anual
Sims <i>et al.</i> (1988)	110	60	110	Anual

\*según análisis de suelo

En el caso del nitrógeno, las fuentes fertilizantes posibles de usar, son tanto nítricas (salitre) como amoniacales (urea), aunque, algunos autores sostienen que el espárrago prefiere el N como nitrato. En el Cuadro 5.5, se presenta una lista resumida de algunos fertilizantes nitrogenados y su reacción neta en el suelo (ácida, neutra o alcalinizante).

Cuadro 5.5. Algunas alternativas para la fertilización nitrogenada en suelos con riesgos de acidificación (adaptado de Suárez, 1997).

Productos	CaCO <sub>3</sub> equivalente en Exceso (E) o déficit	
	Kg CaCO <sub>3</sub> /kg	Kg CaCO <sub>3</sub> /100 kg fertilizante
Salitre Mg (SQMCI) (15% N; 5,5% MgO)	2,72 (E)	40,80 (E)
Salitre sódico (16% N)	1,80 (E)	28,80 (E)
Nitrocal (15,5% N)	1,57 (E)	24,30 (E)
Supernitro Mg (25% N; 4% MgO)	0,17 (E)	4,20 (E)
Nitroplus (22% N; 7,5% MgO; 12% CaO)	0 (neuro)	0 (neuro)
*Urea + cal (1,8 kg CaCO <sub>3</sub> / kg N)	0 (neuro)	0 (neuro)
Supernitro (25% N)	0,14 (D)	3,50 (D)
Nitromag (27%N; 5%Mg; 0,7%CaO)	0,87 (D)	23,60 (D)
Nitrato Calcáreo (27%N; 11% CaO)	1,07 (D)	28,90 (D)
Urea (46%N)	1,80 (D)	82,80 (D)

\*E= producto alcalinizante, D= producto acidificante.

En relación con el fósforo, éste puede aplicarse en todas las formas solubles disponibles en el mercado, tales como fosfato mono y diamónico y superfosfato triple. La roca fosfórica también puede ser una buena alternativa para la aplicación de P, especialmente para la mantención de los niveles de P una vez que se ha alcanzado el nivel crítico. La reactividad de la roca es fundamental al momento de su selección. Especial cuidado debe tenerse respecto al efecto acidificante de los materiales fertilizantes, considerando que el espárrago produce mejor en suelos de pH > 6.

Con respecto a las fuentes de potasio, puede usarse cualquiera (sulfato de potasio, muriato de potasio, salitre potásico, etc.), sin embargo, considerando el efecto supresivo que puede tener el cloro sobre la fusariosis del espárrago, el muriato de potasio (KCl) podría ser técnicamente la mejor alternativa. Elmer y LaMondia (1999) encontraron un efecto positivo de la aplicación de sal común (NaCl) sobre el turgor de las plantas de espárragos (mayor resistencia al estrés hídrico), lo que podría asociarse a una mayor resistencia a *Fusarium*. El uso de mezclas fertilizantes específicas para espárrago es una buena alternativa, sin embargo, éstas debieran ser a pedido, considerando las necesidades específicas de cada potrero en particular. La mayoría de las mezclas fertilizantes son completas e incluyen azufre y microelementos, además de N, P y K. Debe considerarse que no necesariamente todos los suelos son deficientes en azufre y microelementos.

En relación con el método y época de aplicación de los fertilizantes a la plantación, el fósforo y potasio deben ser incorporados al surco, quedando localizados bajo la corona. El nitrógeno puede aplicarse al voleo, cerca de la hilera de plantación, ojalá parcializándolo a partir de la plantación hasta inicios del verano. En la fertilización de mantención, la aplicación de P y K debe incorporarse entre las hileras, cuidando de no dañar las raíces. El uso de una cultivadora-abonadora permite dejar el fertilizante cerca de las plantas de espárrago. El nitrógeno puede aplicarse al voleo.

Respecto a la época de aplicación de fertilizantes en producción, las recomendaciones y prácticas son diversas. Es posible aplicar todo el fertilizante una vez terminada la cosecha. También es factible aplicar el P y K en receso y parte del nitrógeno antes y durante la cosecha y el resto una vez finalizada ésta. Considerando que la producción de turiones se hace sobre la base de las reservas de las plantas, la aplicación de todo el fertilizante luego de la cosecha no es una mala práctica. Sin embargo, si se considera que las raíces y corona comienzan a crecer luego del receso, la aplicación de parte del fertilizante en este período también tiene sentido. En todo caso, desde el punto de vista de eficiencia de uso del N, la parcialización es una excelente medida. Otro factor que contribuye a incrementar la eficiencia de uso del N es la adecuada humedad del suelo al momento de su aplicación.

## 6. Manejo de la fertilización en viveros de espárrago

Existe poca información respecto al manejo de la fertilización en viveros. Sin embargo, algunos de los conceptos discutidos anteriormente también son válidos durante esta etapa.

Si se hace un vivero en contenedores ("speedlings"), es esencial realizar un análisis químico del sustrato para determinar cuales son las enmiendas y fertilización que necesita. Aparte del pH y los contenidos de nutrientes del sustrato, el conocimiento de su relación C:N ayudan a definir la recomendación.

En términos de viveros al aire libre para la producción de coronas, el análisis de suelo es una excelente herramienta para decidir su fertilización. En este caso, el espárrago se considera como un cultivo anual al cual hay que suplir sus necesidades de fertilización. En los suelos de la región centro sur, las necesidades de fertilizantes serían similares a las de un trigo, es decir, 150-200 kg N/ha, 150-180 kg  $P_2O_5$ /ha y 60-120 kg  $K_2O$ /ha. Según Giaconi y Escaff (1994), la aplicación de salitre en tres parcialidades de 200 kg cada una o 200 kg urea en una sola parcialidad (100 kg N/ha), aceleran el crecimiento de las plantas en vivero.

## 7. Manejo de nutrientes sitio específico [MNSE] en espárragos

Dado su elevado valor económico, el cultivo del espárrago es particularmente adecuado para la implementación de prácticas de manejo de nutrientes sitio-específicas. El MNSE que forma parte de la llamada "Agricultura de Precisión", consiste en la aplicación variable de nutrientes dentro del potrero de producción, de acuerdo a las condiciones particulares de cada sector con manejo homogéneo dentro del mismo. A partir de una adecuada caracterización de las propiedades físico-químicas del suelo, además de los rendimientos y calidad de turiones, se definen varias zonas de producción dentro de la esparraguera. Cada una de estas zonas se maneja de manera distinta en cuanto a su

fertilización, riego u otros aspectos. En cada una de las zonas, anualmente se recolecta información en términos de rendimientos, calidad comercial de turiones, análisis foliar y de suelo, etc., y se procede a corregir los manejos correspondientes, si fuese necesario. En la Figura 5.6, se presentan las etapas necesarias para implementar prácticas de agricultura de precisión, tales como el MNSE.

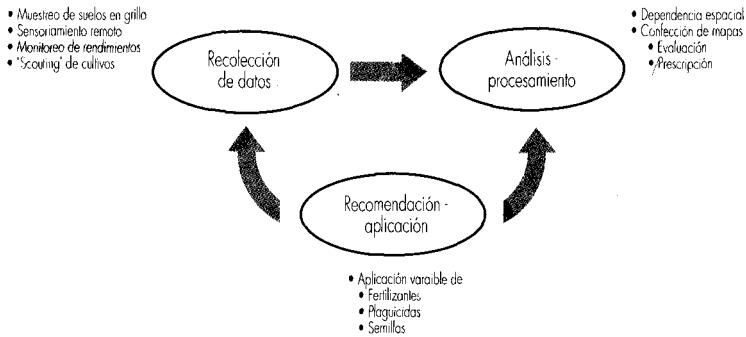


Figura 5.6. Etapas para la aplicación de Manejo Sitio Específico (Adaptado de Ortega y Flores, 1999b)

## 8. Conclusiones

A pesar de que la información nacional respecto al manejo de la fertilización del espárrago no es muy abundante, existen numerosas herramientas disponibles para hacer un mejor y más eficiente uso de los fertilizantes en espárrago. Un adecuado manejo de la fertilidad es clave no sólo para obtener buenas producciones con una calidad comercial adecuada, sino que también para aumentar la longevidad de la esparraguera.



## Literatura citada

- CFA, California Fertilizer Association. 1995. Western Fertilizer Handbook. Eighth Edition. 338p.
- CFA, California Fertilizer Association. 1998. Western Fertilizer Handbook. Second Horticulture Edition. 362 p.
- Céspedes, M.C.. 1990. Evolución estacional de elementos minerales en follaje de esparragueras de las regiones VIII y IX. Definición de épocas de muestreo. Memoria de título, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. Santiago-Chile.
- Dean B.B., Boydston, R., Cone W., Johnson, D., Ley, T.W., Mink, G., Parker, R., Stevens, R., Sorensen, E. and Van Denburgh, R. 1993. Washington Asparagus Production Guide. College of Agriculture and Home Economics, Washington State University, Pullman, Washington. 21 p.
- Doerge, T.A., Roth, R.L. and Gardner, B.R. 1991. Nitrogen fertilizer management in Arizona. College of Agriculture. The University of Arizona. USA. 87 p.
- Douglas J.A. and Ledgard, S.F. 1990. The fertilizer requirement of asparagus. p. 4.1-4.8. In S.J. Franklin (ed.). The New Zealand Asparagus Manual. The N.Z. Asparagus Council, Manurewa, N.Z.
- Douglas J.A. and Follet, J.M. 1996. The Fertilizer requirement of asparagus on an allophanic clay based volcanic soil. Acta Horticulturae 415: 355-364.
- Elmer, W.H. and LaMondia, J.A. 1999. Studies on the Supression of Fusarium crown and root rot of asparagus with NaCl. Acta Horticulturae 479: 211-217.
- Franklin, S.J. 1990. Preparation for asparagus. In S.J. Franklin (ed.). The New Zealand Asparagus Manual. The N.Z. Asparagus Council, Manurewa, N.Z. p. 2.1-2.11.
- Giaconi, V. y Escaff, M. 1994. Cultivo de Hortalizas. Novena Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 336 p.
- IFA, International Fertilizer Industry Association. 1992. IFA World fertilizer Use Manual. Paris, France.
- Mullen, R., Mayberry, K.S. and Laemmlen, F.F. 1998. Asparagus Production in California. Vegetables production Series, Vegetable Research and Information Center: Division

- of Agriculture and Natural Resources, University of California. 4p.
- Moreau, B. et Zuang H. 1977. L'asperge. Institut National de Vulgarisation. Paris, France. 212 p.
- Ortega, R. y Flores, L. 1999a. Muestreo de suelos para recomendación de fertilizantes. En R. Ortega y L. Flores (ed.) Agricultura de precisión: Introducción al manejo sitio - específico. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Quilamapu. p 115-134.
- Ortega, R. y Flores L. 1999b. Agricultura de precisión. En R. Ortega y L. Flores (ed.) Agricultura de precisión: Introducción al manejo sitio - específico. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Quilamapu. p 13-46.
- Sanders, D.C. 1999. Nitrogen-Potassium Interactions in Asparagus. *Acta Horticulturae* 479: 421-425
- Sims, W.L., Souther, F.D. and Mullen, R.J. 1988. Growing Asparagus in California. Cooperative Extension. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. 23 p.
- Suárez, D. 1997. Acidificación y encalado de suelos: Problemática Nacional. Seminario Internacional: Uso eficiente de fertilizantes en una agricultura sustentable. Departamento de Agronomía. Universidad de Concepción. Chillán, 3-4 Diciembre.
- Tyler, K.B. and Lorenz, O.A. 1999. Fertilizer Guide for California Vegetable Crops. Department of Vegetable Crops, Vegetable Research and Information Center, University of California-Davis. 5p.
- Wood, R.J., Cornforth I.S., Douglas J.A., Malden, G.E., Prasad M. and Wilson, G.J. 1986. Vegetables. In C.J. Clark et al. (ed). Fertilizer recommendations for horticultural crops. Agricultural Research and Advisory Services Divisions. Ministry of Agriculture and fisheries. First edition. Wellington, N.Z. p. 57-67.