NUTRICION Y FERTILIZACION DEL ESPARRAGO*

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA

El espárrago es una planta perenne y su ciclo de producción depende de la variedad, de las condiciones ambientales y principalmente de las labores culturales aplicadas al cultivo. Se estima que el cultivo puede tener una duración de doce años en promedio.

En la Figura 1 se representan las curvas de la producción media, en cultivos bajo riego y sin riego. Estas curvas son análogas a las curvas de la evolución del crecimiento vegetativo y de necesidad de nutrientes y en éstas se pueden observar tres períodos bien diferenciados que se describen a continuación:

1) Crecimiento y formación de la esparraguera: comprende los dos primeros años después de la siembra. En este período, la relación carbono-nitrógeno (C/N) es baja por lo tanto no puede haber producción.
2) Producción creciente: período que va del tercero al séptimo año. La relación C/N se equilibra, existiendo condiciones para obtener la máxima producción.
3) Producción decreciente: comprende el período entre el octavo y décimo segundo año. En este período la absorción de N es escasa, reduciéndose el crecimiento y la producción como resultado de una elevada relación C/N.

Estos períodos deben tomarse en cuenta para la recomendación de fertilización.

Otra característica importante de la planta de espárrago es que cada año se establece una migración de sustancias orgánicas. Una vez terminada la cosecha, se deja crecer los tallos y cladodios para estimular fotosíntesis hasta que la planta alcance su máximo desarrollo. Los productos de la fotosíntesis se translocan a los rizomas y raíces donde se acumulan. Los turiones se forman exclusivamente con las reservas acumuladas por este proceso. La aplicación de fertilizantes tiene como objetivo el asegurar un adecuado crecimiento aéreo y radicular para poder almacenar la mayor cantidad de carbohidratos en los órganos especializados.

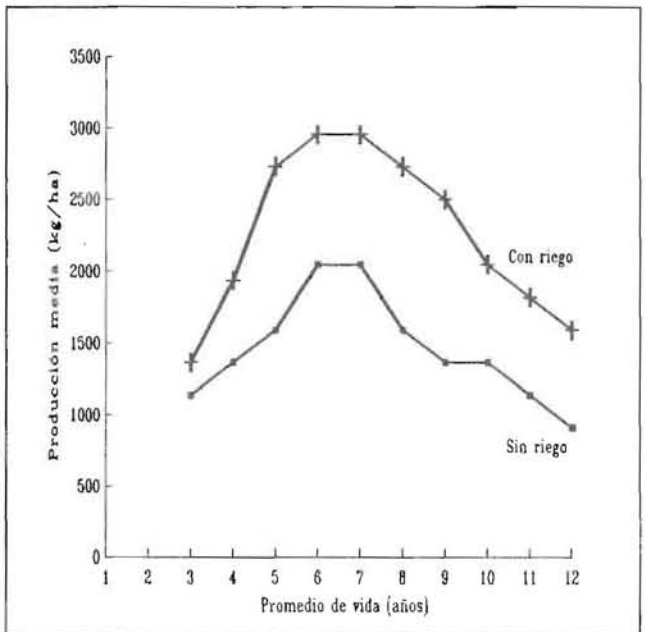

Fig. 1. Evolución de la producción y de la exigencia de nutrientes en el cultivo de espárrago con y sin riego (Rodríguez, 1969).

* **Adaptado de: Moraes E. 1993. Nutricao e adubacao do aspargo. In: M. Ferreira, P. Castellane, y M. Pessoa Da Cruz (eds). Nutricao e Adubacao de Hortalicas. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, Brasil.**

EXTRACCION DE NUTRIENTES

NITROGENO

Las plantas de espárrago deficientes en nitrógeno (N) presentan crecimiento reducido y bajo contenido de clorofila (Born, 1980). La aplicación anual de 50 kg/ha de N fue suficiente para obtener una producción de 5 a 6 t/ha (Lubet y Ajuste, 1975), aun cuando Takatori et al. (1970) obtuvieron aumento en el peso y en el número de turiones con dosis más altas de N. Sin embargo, se ha encontrado que la producción disminuye cuando la aplicación de N es superior a 100 kg/ha (Mullins y Swingle, 1980; Moreau y Zuang, 1977).

Moraes (1990), demostró que la utilización de dosis crecientes de N, en suelos con contenidos bajos de materia orgánica, incrementaron la producción comercial, tanto en la cantidad de turiones de primera como en el contenido de N en las hojas (Tablas 1 y 2).

El fertilizante nitrogenado más empleado es el nitrato de amonio, aun cuando se pueden utilizar otras fuentes como urea o sulfato de amonio. En estudios conducidos en solución nutritiva se encontró que el máximo desarrollo de las plantas de espárrago se obtiene cuando el 75% del N está en forma de nitrato (NO_3) y el 25% en forma de amonio (NH_4^+) (Precheur y Maynard, 1983).

Es necesario el fraccionamiento de fertilizante nitrogenado, a fin de que se mantenga un buen nivel de N durante todo el ciclo vegetativo de la planta (Conte y Cobo, 1969). El N debe aplicarse en dos épocas. Una fracción después de la cosecha (inicios del nuevo ciclo) y la otra a mediados del ciclo donde se espera una actividad intensa de crecimiento. Las dosis a aplicarse dependen de la fertilidad del suelo, la población de plantas, la aplicación de materia orgánica, etc.

FOSFORO

El fósforo (P) es un nutriente poco extraído por el espárrago (Rigau,1966; Moreau y Zuang, 1977) y su importancia no está bien definida. El P aparentemente ejerce influencia en la calidad del espárrago debido a que reduce la fibrosidad (Moreau y Zuang, 1977). Por otro lado, se considera también que el P influencia favorablemente el sabor del espárrago y en consecuencia cuando este elemento es escaso en el suelo el espárrago se vuelve insípido (Rigau, 1966).

Tabla 1. Producción de espárrago comerciable (diámetro 8 mm) en función de dosis de nitrógeno,

DOSIS DE N	AÑO 1986	AÑO 1987	DOSIS DE N	AÑO 1988	AÑO 1989
(kg/ha)					
0	2005	3058	0	4470	3794
50	2210	3243	75	5014	4659
100	2335	3484	150	5326	4658

Fuente: Moraes (1990)

Tabla 2. Producción de turiones de primera (diámetro 13 mm) en función de las dosis de nitrógeno.

DOSIS DE N	AÑO 1986	AÑO 1987	DOSIS DE N	AÑO 1988	AÑO 1989
(kg/ha)					
0	998	1364	0	2617	1767
50	979	1513	75	3164	2481
100	1080	1700	150	3422	2501

Fuente: Moraes (1990)

Tabla 3. Producción de espárrago comerciable (diámetro 8 mm) en función de dosis de P_2O_5.

DOSIS DE P_2O_5	AÑO 1986	AÑO 1987	DOSIS DE P_2O_5	AÑO 1988	AÑO 1989
(kg/ha)					
0	2108	3198	0	4794	4266
100	2220	3285	125	4935	4363
200	2222	3299	250	5081	4484

Fuente: Moraes (1990)

Moraes (1990), encontró en cuatro cosechas consecutivas, que en apenas en uno de estos años hubo efecto significativo a la aplicación de P, incrementando la producción comercial de turiones (Tablas 3 y 4).

POTASIO

Las plantas de espárrago deficientes en potasio (K) presentan clorosis y necrosis en las partes más viejas con pérdida de los cladodios, siendo este síntoma bastante difícil de distinguir de la deficiencia de magnesio (Mg) (Born, 1980).

Moraes (1990), observó que en suelos con contenido medio de K, la producción total, la producción de turiones de primera y el contenido de nutrientes en la hoja se incrementaron al subir las dosis de K (Tablas 5 y 6).

El cloruro de potasio (KCl) es la fuente más común de K, aun cuando se pueden usar otras fuentes como sulfato de potasio, nitrato de potasio, etc.

CALCIO

Las plantas de espárrago deficientes en calcio (Ca) presentan cambios anatómicos en los cladodios y el sistema radicular tiene crecimiento reducido (Born, 1980). El Ca es un elemento muy importante en la nutrición del espárrago, pero generalmente este elemento no es deficiente en la mayoría de suelos donde se cultiva espárrago. Se determina la deficiencia de Ca en el suelo por medio de un análisis de laboratorio. La deficiencia se puede corregir con la aplicación de carbonato de calcio en suelos ácidos y con yeso en suelos con pHs superiores a 5.5.

MAGNESIO

El espárrago difícilmente exterioriza la deficiencia de magnesio (Mg) y la exigencia por este nutriente es poco definida (Moreau y Zuang, 1977). Born (1980), constató, en plantas deficientes en Mg, clorosis y necrosis en las partes más viejas de las plantas.

BORO

El boro (B) es otro elemento cuya deficiencia, en general, no se exterioriza. Ciertos autores atribuyen el secamiento de los brotes jóvenes, en epoca seca, a una deficiencia de este elemento. El B es un nutriente fácilmente bloqueado como consecuencia de un encalamiento excesivo y por condiciones de sequía (Moreau y Zuang, 1977). Algunos autores indican que el espárrago es una planta muy exigente en B, siendo necesaria una concentración mayor de 0.5 ppm en el suelo para obtener buenos rendimientos (Knott, 1956).

Tabla 4. Producción de yemas de primera (diámetro 13 mm) en función de dosis de P_2O_5.

DOSIS DE P_2O_5	AÑO 1986	AÑO 1987	DOSIS DE P_2O_5	AÑO 1988	AÑO 1989
			(kg/ha)		
0	931	1544	0	3014	2264
100	966	1519	125	3039	2228
200	960	1512	250	3150	2257

Fuente: Moraes (1990)

Tabla 5. Producción de espárrago comerciable (diámetro 8 mm) en función de dosis de K_2O.

DOSIS DE K_2O	AÑO 1986	AÑO 1987	DOSIS DE k_2O	AÑO 1988	AÑO 1989
			(kg/ha)		
0	2052	2959	0	4510	4001
60	2226	3253	75	5011	4422
120	2272	3571	150	5289	4689

Fuente: Moraes (1990)

Tabla 6. Producción de turiones de primera. (diámetro 13 mm) en función de dosis de K_2O.

DOSIS DE K_2O	AÑO 1986	AÑO 1987	DOSIS DE k_2O	AÑO 1988	AÑO 1989
			(kg/ha)		
0	865	1305	0	2677	1899
60	988	1486	75	3063	2318
120	1004	1784	150	3462	2531

Fuente: Moraes (1990)

Haag y Belfort (1985) verificaron que plantas de espárrago cultivadas en solución nutritiva, que incluía B, tenían contenidos de 81.6 à 108.3 ppm de este elemento en las hojas, mientras que plantas cultivadas en la misma solución nutritiva, pero sin B, presentaron contenidos de apenas 12.3 a 12.6 ppm.

Brasher (1954) constató la efectividad de la utilización del bórax en el aumento de la productividad, cuando el contenido de B en las hojas fue de 109 ppm. Cuando el contenido superó esta cantidad, no hubo incremento de la producción.

SUELO

A pesar de que la planta de espárrago, puede desarrollarse en cualquier tipo de suelo apto para otros cultivos, para obtener una plantación técnicamente correcta y económicamente rentable, es conveniente tener en cuenta algunos aspectos limitantes del suelo, que en ciertos casos impiden el desarrollo del cultivo.

En la selección del suelo se deben considerar dos aspectos distintos: La condición física, que determina el buen desarrollo de las raíces y la condición química, que controla la disponibilidad de nutrientes necesarios para el crecimiento. Para el espárrago, por ser un cultivo perenne, la condición física del suelo es muy importante. Esto se debe a que una mala condición física limita el buen desarrollo del cultivo.

El espárrago exige suelo permeable, profundo y de textura liviana, por las siguientes razones: (Poveda, 1975).

1) El sistema radicular está constituido por raíces gruesas y carnosas por lo tanto su expansión no debe ser impedida.
2) Debido a esa menor resistencia del suelo, los turiones son más delicados, sin curvatura y con menor contenido de fibra.
3) Existe mayor facilidad para efectuar la cosecha y las demás prácticas culturales y disminuye el sabor amargo de los turiones.

En resumen las cualidades físicas del suelo que permiten el desarrollo del cultivo de espárrago son: (Moreau y Zuang, 1977).

1) Ausencia de nivel freático hasta una profundidad de por lo menos 70 cm.
2) Ausencia total de piedra o cascajo.
3) Perfil libre de compactación hasta una profundidad de 80 a 100 cm.

Existen estudios que han encontrado una relación directa entre el número de años de vida de un cultivo de espárragos y la profundidad del desarrollo del sistema radicular.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA FERTILIZACION DEL ESPARRAGO

El espárrago desde le punto de vista de nutrición se caracteriza por las siguientes condiciones:

1) Tener un sistema radicular profundo y extenso, que le permite explorar un gran volumen de suelo.
2) Ser una planta perenne que puede permanecer un mínimo de 10 años en el campo.
3) Producir cosecha antes de que se desarrollen sus partes aéreas y por tanto antes que se inicien las funciones clorofílicas. Es el caso típico de producción de cosecha a base de reservas.

Como norma general, se debe determinar la aptitud del suelo antes de establecer la plantación. El éxito o el fracaso del cultivo muchas veces depende de la correcta selección del suelo. Cualquier anomalía del suelo, que impida el libre crecimiento del sistema radicular, repercutirá en la rentabilidad de la plantación, tanto en la producción anual como en la duración del cultivo.

El espárrago tiene un sistema radicular profundo, por ello parte de los nutrientes se obtienen de las capas inferiores del suelo, donde el hombre tiene pocas posibilidades de intervenir. Para establecer un programa correcto de fertilización es necesario conocer la potencialidad del suelo para suplir de nutrientes no solo en las horizontes superficiales, sino en aquellos profundos hasta donde alcanzan las raíces. Si las condiciones así lo requieren, se debe realizar una fertilización de profundidad, principalmente con P que es inmóvil y K que es parcialmente móvil. La fertilización posterior con estos nutrientes solo podrá ser aprovechada por el sistema radicular superficial. Por esta razón es necesaria una fertilización profunda de presiembra que normalice las condiciones a profundidad (Conte y Cobo, 1969; Poveda, 1975).

Las necesidades de nutrientes del espárrago difieren con la edad de la planta (tabla 7). En el primer año, el consumo de N, P y K es bajo, las necesidades van aumentando gradualmente hasta que alcanzan un máximo al quinto año, disminuyendo paulatinamente hasta el final de la vida útil del cultivo. En el primer año la relación entre estos nutrientes es de 3:1:3. A partir del segundo año la relación se modifica a 4:1:4, manteniéndose invariable de allí en adelante. Interpretando estos datos se podría concluir que la fertilización del cultivo del espárrago debe ser alta en N, K y baja en P. Esto es básicamente cierto y en la ausencia de análisis de suelos se debería aplicar las cantidades de nutrientes que la planta necesita durante las diferentes etapas de crecimiento (Tabla 7). En la práctica,

Tabla 7. Necesidad de nutrientes por la planta de espárrago, en función de la edad.

EDAD	PRODUCCION	EXTRACCION ANUAL		
		N	P_2O_5	K_2O
años	(t/ha)	(kg/ha)		
1	-	50	16	45
2	-	70	18	55
3	2	85	23	75
4	4	100	23	90
5	6	120	23	105
6	7	110	29	95
7 a 10	8	95	25	80

Fuente: Hofmann, citado por Conte y Cobo (1969).

es conveniente tomar en cuenta otros factores que determinan la cantidad de nutrientes a aplicarse en las condiciones particulares de cada plantación. Entre otras cosas se debe tomar en cuenta la capacidad del suelo para suplir parte de los elementos (análisis de suelos), las aplicaciones de abono orgánico, principalmente las aplicaciones hechas antes de la siembra, la eficiencia de las aplicaciones del N y la capacidad de fijación de P en algunos suelos. En muchos lugares el cultivo del espárrago se desarrolla en suelos derivados de ceniza volcánica con alta capacidad de fijar P. En este caso es necesario aplicar una cantidad más alta de P para compensar la fijación.

FERTILIZACION DEL ESPARRAGO

FERTILIZACION DE PRESIEMBRA

La fertilización de presiembra tiene por objeto elevar los niveles de P y K disponibles en las capas más profundas del suelo. Los fertilizantes fosfatados y potásicos se deben incorporar a la mayor profundidad posible en los trabajos de preparación del suelo, al inicio de la plantación. Cuando la fertilidad natural del suelo es elevada puede no ser necesaria esta fertilización. En la fertilización de presiembra se debe incluir la aplicación de estiercol u otro material orgánico ya que esta es la única oportunidad de incorporar estos materiales profundamente. En función de la calidad y la cantidad del material orgánico usado se puede reducir o suprimir la fertilización nitrogenada. Esta fertilización sirve como base del primer año.

FERTILIZACION DE FORMACION

Esta fertilización se inicia con las aplicaciones realizadas en el año de instalación del cultivo y continua hasta que entre en producción (tercer año). Cronológicamente la fertilización de formación comprende:

1) Primer año: fertilización de cobertera, a mediados del ciclo.
2) Segundo año: al final del período de reposo anual, se suplementa todo el P_2O_5 y la mitad de N y K_2O.

Tabla 8. Recomendación de fertilización del espárrago de acuerdo al análisis de suelo.

POTASIO (meq/100g)*

FOSFORO (ppm)*	BAJO < 0.15			MEDIO 0.15–0.20			SUFICIENTE 0.20–0.30			ALTO > 0.30		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
BAJO < 9	a) 50	200	150	a) 50	200	110	a) 50	200	70	a) 50	200	40
	b) 100	0	150	b) 100	0	150	b) 100	0	150	b) 100	0	100
	c) 100	120	180	c) 100	120	180	c) 100	120	180	c) 100	120	150
MEDIO 9–14	a) 50	150	150	a) 50	150	110	a) 50	150	70	a) 50	150	40
	b) 100	0	150	b) 100	0	150	b) 100	0	150	b) 100	0	150
	c) 100	120	180	c) 100	120	180	c) 100	120	180	c) 100	120	150
SUFIC. 14–18	a) 50	100	150	a) 50	100	110	a) 50	100	70	a) 50	100	40
	b) 100	.0	150	b) 100	0	150	b) 100	0	150	b) 100	0	100
	c) 100	120	180	c) 100	120	180	c) 100	120	180	c) 100	120	150
ALTO > 18	a) 50	50	150	a) 50	50	110	a) 50	50	70	a) 50	50	40
	b) 100	0	150	b) 100	0	150	b) 100	0	150	b) 100	0	100
	c) 100	120	180	c) 100	120	180	c) 100	120	180	c) 100	120	150

*** P y K extraído con solución Mehlich 1**

Adaptado de Siqueira et al. (1987) y Agustin et al. (1990)

a = presiembra b = formación c = producción

Al final del ciclo se aplican en cobertera las cantidades restantes de N y K_2O.

FERTILIZACION DE PRODUCCION

Esta fertilización se realiza a partir del tercer año, cuando las plantas entran en producción. También en este caso se debe fraccionar la aplicación de nutrientes en dos etapas. La primera aplicación debe hacerse antes de la construcción de los camellones y se debe distribuir todo el abono orgánico y el P_2O_5 y la mitad de las dosis de N y de K_2O. La segunda aplicación de fertilizante se debe efectuar después de la cosecha. En esta ocasión se debe aplicar en cobertera el resto de N y K_2O. Las cantidades tentativas de nutrientes a aplicarse de acuerdo al análisis de suelos se presentan en la Tabla 8.

BIBLIOGRAFIA

Augustin, E., E.C. Moraes., V.A. Osorio., M.E.O., Couto., J.A., Peters., e L.A.B. Salles. A cultura do asparago. Pelotas, EMBRAPA/CNPFT, 1990. 24p. (Circular Tecnica, 15).

Born, H.U. Deficiency symptoms in asparagus. Deustscher Gartenbau, 33:2152-3, 1979 Apud Horticultural Abtracts, Willingfort, 50:522, 1980.

Borna, Z., and D. Haas. The effect of diferent levels of fertilizing with sodium chloride and pottasium salt of the quantity and quality of asparagus yield. Roczniki Wy'zszej Szkoly Rolniczej w Poznaniu, 44:37-50, 1969. Apud Horticultural Abstracts, Wallingfort, 42:177, 1972.

Brasher, E.P. Effects fertilizer practices, cover crops, and ridge culture on the field of asparagus. Newark, Delaware, 1954, 18p. (Technical Bulletin, 311).

Browmn, L.D., and R.L. Carolus. An evaluation of fertilizer practice in relation to nutrient requiments of asparagus. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 86:332-7, 1965.

Conte, A.A., y L.H. Cobo. Consideraciones sobre la problemática del suelo y abonado en el cultivo del espárrago. In: Jornadas Regionales del Espárrago, 1., Pamplona, 1969. Anais. Pamplona, 1969. p. 125-45.

Douglas, J.A., J.M. Follet., and R.A. Litter. Boron requirement of asparagus seedlings grown in sad culture. Scientiae Horticulturae, Amsterdan, 38:33-42, 1989.

FECOTRIGO. Manual de Adubacao e calagem para cultivos agrícolas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Trigo e Soja, 56:3-34, 1981.

Haag, H.P., e C.C. Belfort. Deficiencia de macronutrientes e de boro em asparago: nutricao mineral de hortalicas. LXVIII. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Qeuiroz". Piracicaba, 42:97-106, 1985.

Knott, H. Handbook for vegetable growers. New York, John Wiley and Sons, 1956. 245 p.

Lubet, E., and C. Juste. The influence of planting density and nitrogen and potassium fertilization of asparagus production on the sandy soil of Landes. Comptes Rendus des Seanses de L'Academie d'Agriculture de France, Paris, 60:325-6, 1974. Apud Horticultural Abstracts, Wallingford, 45:518, 1975.

Moraes, E.S. Nutricao de esparago. Relatorio anual de Projeto de Pesquisa. EMBRAPA, 1990.

Moraes, E.C., M. Magnani., C.J.S. Freire., E.A. Olivera., e M.L.S. Leal. Estado nutricional de lavouras de asparago no município de Pelotas. Pelotas, EMBRAPA/UEPAE, 1982. p.9 (Comunicado Técnico, 27).

Moreau, B., and H. Zuang. L'Asperge. Paris, Institut National de Vulgarisation Pour le Fruits, Legumes et Champignons Invuflec, 1977. p. 212.

Mullins, C.A., and H.D. Swingle. The effect of fertilization levels on asparagus production. Tennessee Farm and Home Science Progress Report, Crosville, 112:33-4, 1979. Aput Horticultural Abstracts, Wallingford, 50:571, 1980.

Poveda, A.B. El Espárrago. Madrid, Ministerio de Agricultura, 1975. p.117.

Precheur, R.J., and D.N. Maynard. Growth of asparagus transplant has influence by nitrogen form and lime. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 108:169-72, 1983.

Rigau, A. Cultivo de espárragos. 2 ed. Barcelona, Editorial Sintes, 1966. p. 130.

Rodriguez, A.S. Aportación a la resolución de las problemáticas planteadas en la ponencia 1.4. in: Jornadas Regionales del Espárrago, 1., Pamplona, 1969. Anais Pamplona, 1969. P. 147-78.

Siqueira, O.J., E.E. Scherer., G. Tassinari., I. Anghinoni., S.F. Patella., M.J. Tedesco., P.A. Milan. e P.R. Ernani. Recomendacoes de adubacao e calegem para os Estados do Rio Grande do Sur e Santa Catarina. Passo Fundo. EMBARA/CNPFT, 1987. p. 100.

Takatori, F.H., G.W. Cannel., and C.W. Asbell. Effects of soils moisture conditions on asparagus at two nitrogens levels. California Agriculture, Berkeley, 24:10-2, 1970.

Takatori, F.H., F.D. Souther., and J.I. Stillman. Asparagus culture in California. California, University of California, 1987. p. 23. (Bulletin, 1882).

Weir, R.G., P.J. Sinclair., and L.L. Mutton. Nutrient levels in asparagus cladophyls from crops in N.S.W. Asparagus Research Newsletter, Massey, 5:1-4, 1987.

Wisconsin University. Nutrient concentration in tissue. s.l., s.d.