

La nutrición mineral de la papa.

¹Oltra Cámara, M. A.; Mangas, ¹V. J.; ¹Garmendia, I.; ¹Llopis, A.; ²Martínez, J.

¹Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. España.

²Departamento de Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández. España.

Introducción

El crecimiento de las plantas depende de varios factores, que van desde la regulación génica hasta los factores edafo-climáticos. Para una especie vegetal y un ambiente determinado, los factores de crecimiento más importantes son la luz, el agua, el CO₂ y los nutrientes minerales.

Un aspecto relevante en estudios sobre la **nutrición** de las plantas es conocer la cantidad de elementos minerales que la planta absorbe del suelo y el momento en el que se produce esa extracción. Es obvio que a mayor producción de un cultivo, habrá mayor toma de nutrientes por parte del mismo. La **fertilización** es una práctica agronómica muy importante que consiste en la aportación correcta de los fertilizantes utilizados durante las distintas fases del cultivo. Y una fertilización correcta dependerá, entre otros factores, de la producción prevista, por lo que es necesario conocer las necesidades nutricionales del cultivo para una producción determinada.

La producción de biomasa total -peso total de la planta (índice biológico)- está directamente relacionada con el contenido de nutrientes, si bien en agricultura la cosecha se determina por la producción de materia de determinados órganos o tejidos (índice de cosecha) por ejemplo, de tubérculos o granos. En el caso concreto de la papa, el rendimiento agrícola (índice de cosecha) será mayor cuanto mayor sea el peso de los tubérculos, debiendo considerar que un índice biológico elevado podría afectar negativamente a dicho rendimiento (Garate y Bonilla, 2000). Así, cuando a la papa se aplican fertilizaciones altas en nitrógeno o cuando dicho elemento se aporta en momentos inadecuados, resultan cultivos con un gran desarrollo de la parte aérea de la planta y una baja tuberización.

En el presente trabajo vamos a calcular las necesidades nutritivas para el cultivo de la papa. Para ello la metodología de trabajo consiste en la búsqueda de bases de datos de trabajos científicos, donde obtenemos medidas de cantidades de elementos minerales extraídos por el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en función de las producciones alcanzadas.

Composición de la papa

La papa como cualquier organismo vegetal o animal está compuesta mayoritariamente por agua; los tubérculos por un 80% y la parte aérea por un 90% (Figura 1) ([www.botanical-online]; Ellisseche D, 2002).

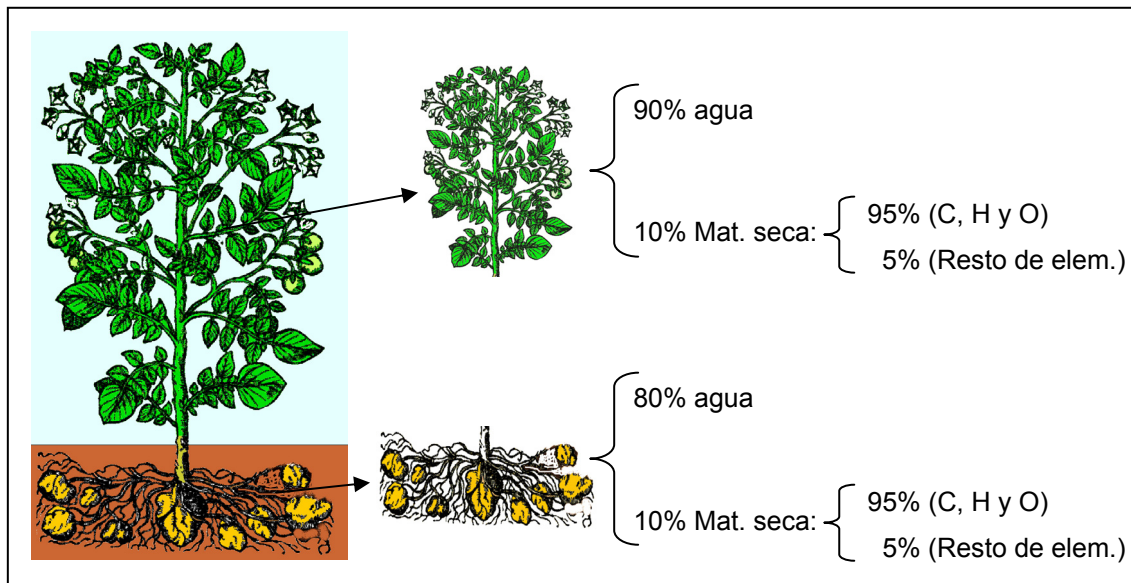


Figura 1. Composición de la planta de papa.

En el caso de la producción de papa, el órgano o tejido de interés es el tubérculo, ya que es la parte aprovechable del cultivo. No obstante, es obvio, que una alta producción de tubérculos requiere un porte aéreo adecuado que nos garantice el desarrollo de los sumideros. Por todo ello, se debe considerar la extracción de nutrientes producida tanto por los tubérculos como por las partes vegetativas (tallos, raíces, etc.), si bien deben ir todas las extracciones referidas al rendimiento de los tubérculos.

Tanto la parte aérea como los tubérculos tienen altos contenidos en agua (Fig. 1). Podríamos considerar que para un cultivo de papa con una producción hipotética de $50 \text{ Tm}\cdot\text{ha}^{-1}$, solamente 10 Tm (el 20%) estaría formada por moléculas distintas del agua (materia seca). El 95% de esta materia seca, está compuesta por carbono (44%), hidrógeno (6%) y oxígeno (45%) (9.500 kg), elementos que la planta incorpora directamente desde la atmósfera o del agua. Nos queda por determinar qué elementos y en qué proporción se encuentran en esos 500 kg restantes (5% de la materia seca). Sin embargo, no debemos olvidar las necesidades nutritivas de la parte aérea de la planta que se calculan de forma análoga a la de los tubérculos.

Las extracciones de elementos por parte del cultivo, se expresan según el elemento mineral extraído, coincidiendo en ocasiones con las dosis de fertilizante a aportar (caso del nitrógeno). En otros casos, para obtener las unidades fertilizantes (UF), los nutrientes extraídos deben ser multiplicados por un factor de corrección (fósforo: 2,29; potasio: 1,2; magnesio: 1,65).

Una vez que hemos visto cómo se obtienen las necesidades de un cultivo, se procede a la búsqueda de datos bibliográficos que nos indiquen las extracciones del cultivo de papa. Numerosos investigadores han realizado estudios, determinando la extracción de N, P, K y la producción de tubérculo y restos de cultivo (Tabla 1).

Tabla 1. Extracciones de macronutrientes en el cultivo de papa obtenidas por varios autores.

Fuente	Rendimiento (t/ha m.f)	Elementos extraídos (kg/ha) Tubérculos				Restos de cultivo (t/ha m.f)	Elementos extraídos (kg/ha) Planta				Elementos extraídos (kg/ha) Total			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Jacob y V. Uexküll (1968)	17.5										85	30	140	
Jacob y V. Uexküll (1968)	25										103	47	211	
Knott (1962)	20										140	39	190	
Knott (1962)	27										224	50	291	30
Knott (1962)	40										235	50	392	
Darpoux y Debelley (1967)	35										175	65	300	28
Tarazona (1997)	52.7										218	22	316	31
	53.8										290	35	498	61
Ribó Herrero, M (2004)	56.9	141	55.1	353	21.1	26.4	66.0	10.4	133	37.1	207	65	486	58
	56.9	154	51.8	357	24.6	25.7	62.9	9.30	105	30.5	217	61	462	55
E. Ekeberg y HCF Riley (1996)	30.53	84	39.88	169.9		1.86*	41	11.0	75.9		125	51	246	
	30.57	88	41.71	166.3		2.25*	52	13.98	96.4		140	56	263	
	26.65	71	34.85	145.8		2.23*	55	15.13	102.4		126	50	248	
	31.45	88	41.94	171.1		2.11*	47	12.61	85.55		135	55	257	
	33.55	99	45.84	188.0		1.82*	37	9.85	71.1		136	56	259	

* Materia seca (m.s). Para calcular la m.f. (materia fresca) m.f.= (m.s.) x 10

Los resultados de la tabla 1 muestran disparidad entre las cantidades extraídas de los diferentes nutrientes, según el autor o autores. Sin embargo, al calcular los valores medios extraídos en función del rendimiento de los tubérculos y parte aérea (Tabla 2), se aprecian valores de extracción similares. Además, podemos observar que la cantidad de nutrientes extraídos es mayor en tubérculos que en la parte aérea, porque actúan como sumidero de fotoasimilados y nutrientes minerales, especialmente en el caso del potasio. Este elemento es necesario para la translocación de azúcares y la síntesis de almidón en el tubérculo (Reis, Jr y Fontes, 1996).

Tabla 2. Extracciones de elementos por tonelada en el cultivo de papa obtenidas por varios autores (kg)

Fuente	Tubérculos				Parte aérea			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Ribó Herrero, M (2004)	2,48	0,97	6,20	0,37	2,50	0,39	5,04	1,41
	2,71	0,91	6,27	0,43	2,45	0,36	4,09	1,19
E. Ekeberg y HCF Riley (1996)	2,75	1,31	5,57		2,20	0,59	4,08	
	2,88	1,36	5,44		2,31	0,62	4,28	
	2,66	1,31	5,47		2,47	0,68	4,59	
	2,80	1,33	5,44		2,23	0,60	4,05	
	2,95	1,37	5,60		2,03	0,54	3,91	
PROMEDIO (por Tm de tubérculo)	2,75	1,22	5,71	0,40	2,31	0,54	4,29	1,30

Tabla 3. Necesidades de macronutrientes para producir 1Tm de papa por ha.

Fuente	Elementos extraídos según rendimiento			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Jacob y V. Uexküll	4,86	1,71	8,00	
Jacob y V. Uexküll	4,12	1,88	8,44	
Knott	7,00	1,95	9,50	
Knott (1962)	8,30	1,85	10,78	1,11
Knott	5,88	1,25	9,80	
Darpoux y Debelley	5,00	1,86	8,57	0,80
Tarazona (1992)	4,14	0,42	6,00	0,59
	5,39	0,65	9,26	1,13
Ribó Herrero, M (2004)	3,64	1,14	8,54	1,02
	3,81	1,07	8,12	0,97
E. Ekeberg y HCF Riley (1996)	4,09	1,67	8,06	
	4,58	1,83	8,60	
	4,73	1,88	9,31	
	4,29	1,75	8,17	
	4,05	1,67	7,72	
PROMEDIO (por Rendimiento)	4,93	1,51	8,59	0,94

La tabla 3 muestra la relación entre la extracción total de nutrientes por parte de la papa (tubérculo + parte aérea) respecto al rendimiento de tubérculo. Si tomamos como referencia estos datos, verificamos que las UF necesarias para el cultivo varían considerablemente entre los distintos autores, lo que resulta lógico debido a las diferencias varietales, experimentales y ambientales que han tenido lugar en los diferentes trabajos. Concretamente, la extracción de nutrientes de un cultivo depende en gran parte de las características del suelo, agua y fertilizantes aportados.

Una vez acotados los factores que más influyen en la nutrición vegetal sería conveniente recordar algunas leyes básicas que rigen los procesos de nutrición vegetal. La ley del mínimo de Sprengel (erróneamente atribuida a Liebig) establece que “el rendimiento de una cosecha siempre depende del elemento nutritivo más débilmente representado”, es decir, debemos conocer las necesidades nutricionales a aplicar en cada caso, tanto en macroelementos como en microelementos. Por otro lado, la ley del máximo de Mitscherlich sostiene que “la aplicación de una cantidad superior a la necesaria de un elemento, incurre en el llamado consumo de lujo”, es decir, un mayor aporte de nutrientes no redundará en incrementos de cosecha e incluso puede ser perjudicial. Además de estas leyes debemos tener presente que se producen interacciones entre los nutrientes en el suelo y que un desequilibrio entre los nutrientes puede provocar la inhibición de la absorción de elementos nutritivos.

Práctica de la fertilización

La finalidad de la fertilización es alcanzar los niveles de producción deseados y una cosecha de calidad. Además de las exigencias específicas en nutrientes, la papa tiene preferencia por suelos de textura arenosa-limosa (suelos ligeros). Éstos, se caracterizan por ser muy permeables y con débil retención de los nutrientes, sobre todo nitratos, que se pierden por lixiviación a capas profundas, no alcanzables por las raíces, y como consecuencia, se produce una deficiente absorción de nitrógeno. Otro factor importante en la fertilización es el pH del suelo, cuyo valor óptimo se estima entre 6-7. También debemos

tener presente que el cultivo de la papa es exigente en nutrientes, sobre todo en potasio (determinante en la calidad de la cosecha) (Alonso, F., 2002).

Para realizar una correcta fertilización de la papa, debemos considerar el rendimiento obtenido en relación con los nutrientes extraídos del suelo. Lógicamente, la producción esperada estará directamente relacionada con otras variables como el potencial genético de la planta y las condiciones ambientales donde se desarrolle el cultivo (suelo, clima, agua, etc.)

Las UF que debemos aportar al suelo (valores máximos, mínimos y medias) por tonelada de tubérculo producida vienen indicadas en la tabla 4. Los valores medios obtenidos resultan orientativos para la aplicación de los fertilizantes en el cultivo de papa (4,94 unidades de N; 1,51 unidades de P_2O_5 ; 8,59 unidades K_2O y 0,94 unidades de MgO).

Tabla 4. Estadística de valores de rendimiento

Nutriente	Mínimo	Máximo	Media
N	3,64	8,30	4,93
P_2O_5	0,42	1,95	1,51
K_2O	6,00	10,78	8,59
MgO	0,59	1,13	0,94

Además, se debe considerar la eficiencia de los fertilizantes aplicados. La eficiencia varía según el cultivo, el suelo y otros factores que afectan al aprovechamiento de los nutrientes. En el caso de la papa, el coeficiente de eficiencia de los fertilizantes nitrogenados (Hong Li y col., 2006) es del 65%. La eficiencia de los fertilizantes fosforados y potásicos varía fundamentalmente en función del contenido de caliza del suelo y del contenido en arcilla respectivamente.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, concluimos que la fertilización es una práctica agronómica que para que sea correcta y adecuada debe realizarse de forma holística. Deben integrarse todos los medios disponibles como análisis de agua, suelo y planta para realizar las posibles correcciones a lo largo del cultivo.

Bibliografía

- Alonso Arce, F. (2002) El cultivo de la patata. Ed. Mundiprensa, Madrid.
- Azcón-Bieto, J.; Talón, M. (2000) Fundamentos de fisiología vegetal (pp. 113-130). Ed. McGRAW-HILL Interamericana. Madrid.
- Ribó, M (2004) Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agrosistemas hortícolas con manejo integrado ecológico. Universitat de Valencia. Servei de Publicacions.
- Darpoux, R. y Debelley M. (1967) Les Plantes Sarclees. Par J.B. Bailliere Et Fils (Ed.).Collection D'enseignement Agricole, Peru.
- Ekeberg, E y Riley HCF (1996) Effects of mouldboard ploughing and direct planting on yield and nutrient uptake of potatoes in Norway. Soil and Tillage Research 39: 131-142
- Ellisseche, D. (2002) La patata. En: Tirilly I. y Bourgeois C. M. (Ed.) Tecnología de las hortalizas (pp. 67-93). Editorial Acribia, Zaragoza
- Hong, Li.; León, E.; Parent, Antoine Karma. (2006) Simulation modeling of soil plant nitrogen use in a potato cropping system in the humid and cool environment. Elsevier. Agriculture, Ecosystemms and environment 115: 248-260
- Jacob, A. y Uexküll. (1968) Fertilization. Edición revolucionaria. Instituto del Libro. La Havana, Cuba.
- Knott, JE (1962) Handbook for vegetable growers. J. Willey & Sons Inc. (Rev.pr.). Nueva York-Londres-Sidney.
- Reis Jr, R. A. y Fontes P. C. R. (1996) Qualidade de tubérculos da batateira em fuçao de doses de adubação potássica. Horticultura Brasileira 14: 170-174
- Tarazona, F., Bresó, M., Pomares, F., Giner, J. (1997). Extracción de macronutrientes por dos variedades de patata en riego por goteo. Actas del I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertirrigación: 1030-1037.

www.botanical-online.com/patatas.htm Patatas, muy ricas en potasio.