

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES. ABSORCIÓN Y EXTRACCIÓN DE MACRONUTRIENTES Y NUTRIENTES SECUNDARIOS

I. CEREALES, OLEAGINOSOS E INDUSTRIALES

Ignacio A. Ciampitti y Fernando O. García

IPNI Cono Sur. Av Santa Fe 910, Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

iciampitti@ipni.net

El diagnóstico de fertilidad de los cultivos requiere de un conocimiento previo de los niveles de absorción y extracción en el órgano cosechable para el logro de un rendimiento objetivo. Es importante tener siempre presente la diferencia de forma terminológica que existe entre el significado de las palabras, "absorción" y "extracción" de los cultivos. Se entiende por absorción la cantidad total de nutrientes absorbidos por el cultivo durante su ciclo de desarrollo. El término extracción, es la cantidad total de nutrientes en los órganos cosechados: grano, forraje u otros. La diferencia entre los términos es significativa al momento de las recomendaciones de fertilización bajo el criterio de reposición. La reposición utilizando la absorción del cultivo implica la aplicación de todos los nutrientes que fueron tomados por el cultivo y que se encuentran presente en todos sus tejidos y órganos, cosechables y no cosechables. Sin embargo, la práctica de fertilización por los niveles de extracción de los cultivos, generalmente la más utilizada, sólo busca reponer los nutrientes que son absorbidos y depositados en tejidos y órganos cosechables, y que por lo tanto no son reciclados debido a que no vuelven a ingresar al sistema suelo.

Los requerimientos de absorción y extracción se expresan en términos de kg de nutrientes por tonelada de grano u órgano cosechable, siempre en base seca. Es importante destacar la variabilidad de resultados cuando las concentraciones de los nutrientes en granos se expresan con diferentes porcentajes de humedad, sin la corrección necesaria. Para comprender

este concepto, utilizamos un ejemplo sencillo, el caso del cultivo de maíz con la humedad comercial (Hc) de 14.5%, para un rendimiento objetivo de 12.000 kg/ha (Rto). La cantidad de materia seca (MS) en una tonelada (tn) de maíz a 14.5% de humedad es de 0.873 tn, según la siguiente fórmula $MS = MH * (100 / (100 + \% \text{Humedad}))$. Entonces para 12 tn de maíz, con la Hc de 14.5%, la extracción total de nitrógeno (N) sería:

1. Extracción total N (kg/ha) = $Rto \text{ (tn/ha)} * 100 / (100 + \% Hc) * \text{Extracción N grano (kg/tn)}$
2. Extracción total N (kg/ha) = $12 \text{ tn/ha} * 100 / (100 + 14.5) * 15 \text{ kg/tn}$
3. Extracción total N (kg/ha) = 157.2 kg N/ha

Si se considera directamente la concentración de N en grano por el rendimiento, se hubiera estimado una extracción de 180 kg N/ha ($12 \text{ tn/ha} * 15 \text{ kg/tn}$). Por lo tanto, es necesario observar bien los valores de los análisis de laboratorio para conocer si se encuentran expresados en base seca, o si es necesario realizar la corrección mencionada con antelación.

Los requerimientos nutricionales de los cultivos varían con el nivel de producción (fertilización y tecnología de manejo de cultivos), suelo, clima y ambiente, por lo que es necesario aclarar que los valores publicados en este archivo son orientativos. La información reportada fue extraída de variada bibliografía. Para orientación del lector se citan todas las fuentes consultadas.

En el presente Archivo Agronómico (AA), focaliza-

Tabla 1. Cereales: cantidad de nutriente total absorbido y extraído en grano expresado en kg de nutriente por tonelada de grano base seca.

Cultivos	Nombre Científico	Absorción Total (kg/ton)						Extracción en Grano (kg/ton)					Fuente	
		N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg		S
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.	30	5	19	3	4	5	21	4	4	0.4	3	2	5,10,11 y 14
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	22	4	19	3	3	4	15	3	4	0.2	2	1	5,10,11 y 14
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	22	4	26	3	2	1	15	3	3	0.1	1	0.6	1 y 11
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> L.	26	4	20	-	3	4	15	3	5	-	1	2	1,10,11 y 14
Sorgo granífero	<i>Sorghum bicolor</i> L.	30	4	21	-	5	4	20	4	4	0.9	1	2	10,11 y 14
Centeno	<i>Secale cereale</i> L.	26	4	18	-	-	-	15	3	5	-	-	-	10
Avena	<i>Avena sativa</i> L.	34	5	20	-	6	6	20	3	3	-	1	1.8	1,10,11 y 14

- Datos no disponibles

mos los requerimientos de N, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), en los principales cultivos extensivos, abarcando cereales, leguminosas, oleaginosas e industriales. En un próximo AA se presentará la información compilada de absorción y extracción de nutrientes en cultivos forrajeros, hortalizas y frutales.

CEREALES

La información de los cultivos de arroz, avena, cebada, centeno, maíz, sorgo granífero y trigo, se presenta en la Tabla 1, donde se observan los requerimientos de absorción total y su correspondiente extracción en los órganos cosechables.

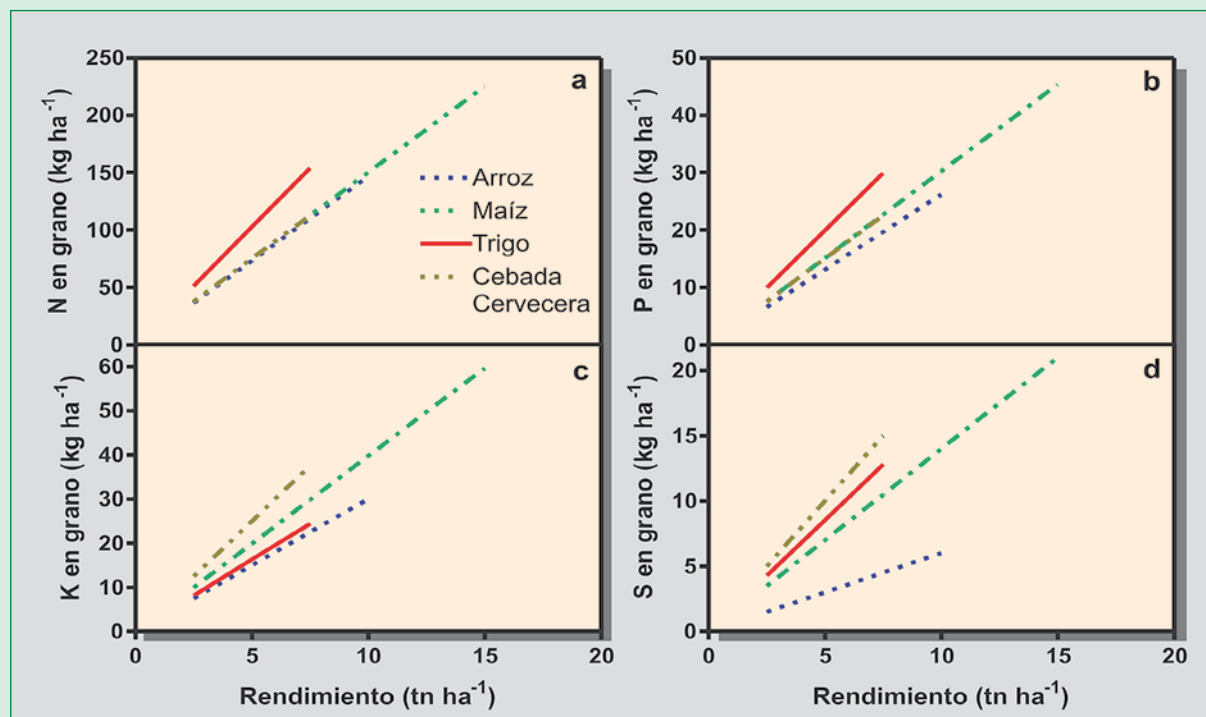


Figura 1. Extracción de nutrientes, N (a), P (b), K (c) y S (d) para distintos niveles de rendimiento de los cereales: arroz, maíz, trigo y cebada cerveza.

Tabla 2. Leguminosas y Oleaginosas: Cantidad de nutriente total absorbido y extraído en los órganos cosechables expresado en kg de nutriente por tonelada de órgano cosechable (grano o fruto, éste último para el caso de maní y olivo) en base seca.

Cultivos	Nombre Científico	Absorción Total (kg/ton)						Extracción en Grano o Fruto (kg/ton)						Fuente
		N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
Soja	<i>Glycine max L.</i>	75	7	39	16	9	4	55	6	19	3	4	3	1,3,5,6,11 y 14
Girasol	<i>Helianthus annus L.</i>	40	11	29	18	11	5	24	7	6	1	3	2	1,2, 11 y 14
Colza/Canola	<i>Brassica napus L.</i>	60	15	65	33	10	12	38	11	28	-	-	7	5, 10 y 14
Lino	<i>Linum usitatissimum L.</i>	45	12	-	-	-	-	30	6	8	2	0.9	3	9, 10 y 14
Maní	<i>Arachis hypogaea L.</i>	69	7	35	19	-	4	44	4	11	2	-	3	1
Olivo	<i>Olea europaea L.</i>	16	5	17	-	-	-	12	2	7	-	-	-	10
Cartamo	<i>Carthamus tinctorius L.</i>	35	5	23	-	-	-	27	4	5	-	-	-	10 y 13
Poroto	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	-	-	-	-	-	-	35	4	15	3	3	5	10
Haba	<i>Vicia faba L.</i>	62	7	33	-	-	-	37	3	12	-	-	-	10
Garbanzo	<i>Cicer arietinum L.</i>	-	-	-	-	-	-	46	4	33	15	7	6	10
Lenteja	<i>Lens culinaris</i>	65	8	40	-	-	-	53	5	35	-	-	-	1 y 8
Mostaza	<i>Brassica juncea L.</i>	56	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	9

- Datos no disponibles

La Figura 1 nos muestra los diversos niveles de extracción de N, P, K y S en grano para rendimientos crecientes de arroz, maíz, trigo y cebada cervecera. En el caso de N y P, el trigo presenta los mayores niveles de extracción por tonelada de grano producida (Fig. 1 a y b), La extracción de K y S en grano es superior en cebada cuando se expresa en kg de nutriente por tonelada producida. Las extracciones totales para los cuatro nutrientes analizados son mayores en maíz, cuando se expresa en kg por hectárea, con respecto a los demás cultivos dada la mayor producción por unidad de superficie (ha).

LEGUMINOSAS Y OLEAGINOSAS

Los cultivos clasificados como leguminosas y oleaginosas: soja, girasol, colza, lino, maní, olivo,

cartamo, poroto, haba, garbanzo, lenteja y mostaza, se presentan en la Tabla 2, donde se observan los requerimientos de absorción total durante todo el ciclo de crecimiento y su correspondiente extracción en los órganos cosechables.

Los niveles de extracción en grano de N, P, K y S, para rendimientos crecientes de soja, girasol, maní y colza/canola, se muestran en la Figura 2. En el caso de N y K, el cultivo de soja presenta los mayores niveles de extracción por tonelada de grano producida, y también en cantidad total que se exporta cuando la extracción la expresamos en términos de kg de nutriente en grano cosechado por hectárea (Fig. 2 a y c). Cabe destacar que los cultivos de soja y maní establecen una simbiosis con bacterias del género *Bradyrhizobium* y *Rhizobium*, que le permite captar N₂ del aire, a través del proceso de fijación biológica

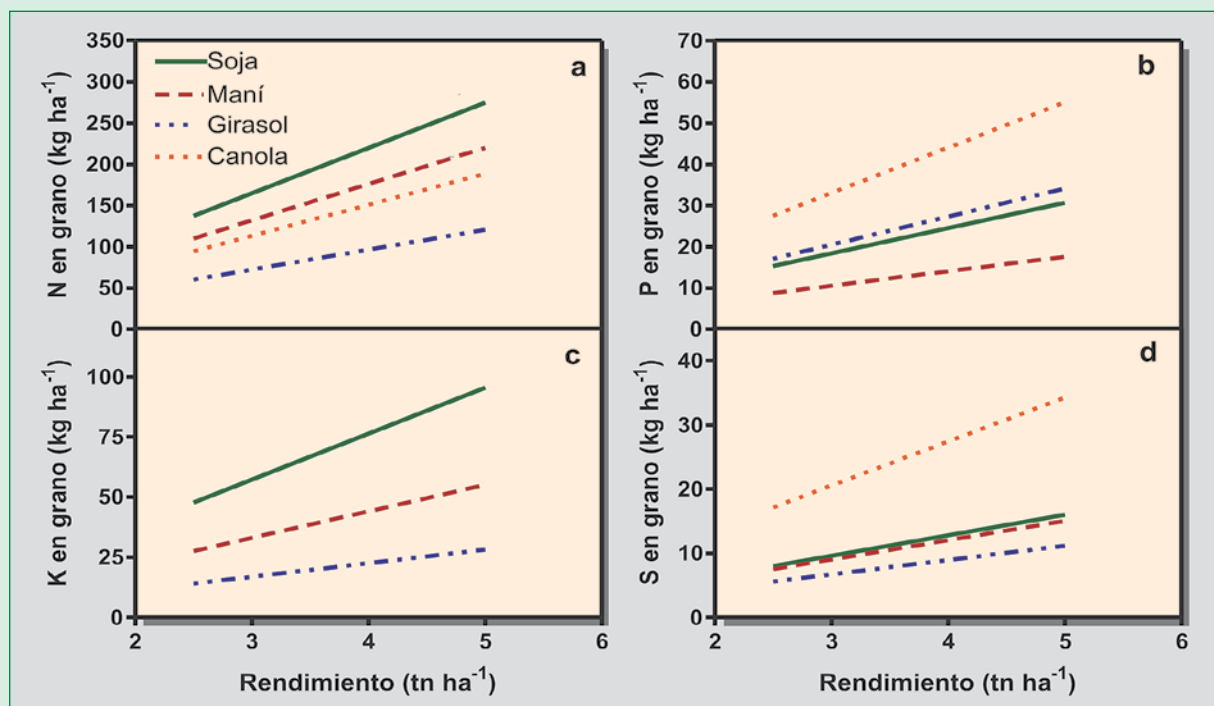


Figura 2. Extracción de nutrientes, N (a), P (b), K (c) y S (d) para distintos niveles de rendimiento de los cultivos oleaginosos: soja, maní, girasol y colza.

Tabla 3. Cultivos Industriales: Cantidad de nutriente total absorbido y extraído expresado en kg de nutriente por tonelada de grano cosechable en base seca

Cultivos	Nombre Científico	Organo Cosechable	Absorción Total (kg/ton)					Extracción Total (kg/ton)					Fuente		
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca		Mg	S
Algodón	<i>Gossypium spp.</i>	Fibra	150	25	100	-	24	25	70	13	33	-	-	12	7,8,11 y 15
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum L.</i>	Caña (Materia Seca)*	5	1.3	6	-	0.9	0.4	3.4	0.6	3	0.5	0.5	0.2	1,14 y 16
Remolacha azucarera	<i>Beta vulgaris L.</i>	Raíz	4	2	10	-	1	0.4	2	2	2	-	0.6	0.2	10
Café	<i>Coffea arabica L.</i>	fruto	24	2	19	2	1	1	5	0.5	6	-	-	-	1 y 10
Te	<i>Camellia L.</i>	hoja seca	21	3	8	5	2	-	9	2	3	1	0.6	-	10
Yerba mate	<i>Ilex paraguarensis</i>	hoja seca	-	-	-	-	-	-	9	0.6	6	1	1	-	12
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum L.</i>	hoja seca	65	9	100	36	8	10	32	6	36	30	4	5	10,11 y 14

*En la absorción se considera raíces y partes aéreas, y en la extracción sólo la parte aérea. - Datos no disponibles

de nitrógeno. Para P y S, el cultivo de colza/canola es el que presenta el mayor grado de extracción a nivel de kg por tonelada producida y en su totalidad en producción por unidad de superficie (Fig. 2 b y c).

INDUSTRIALES

Los cultivos clasificados como industriales: algodón, caña de azúcar, remolacha azucarera, café, te, yerba mate y tabaco, se presentan en la Tabla 3, donde se observan los requerimientos de absorción total durante todo el ciclo de crecimiento y su correspondiente extracción en los órganos cosechables.

En la Figura 3 podemos observar los niveles de requerimientos de N, P, K y S expresados en términos de extracción en los órganos cosechables, para rendimientos crecientes de algodón, caña de azúcar, remolacha azucarera y tabaco. La extracción de los cuatro nutrientes por tonelada de órgano cosechable en base seca y como exportación a nivel de producción por unidad de superficie, es superior en los cultivos de tabaco y algodón (Fig. 3). En el caso de los cultivos de remolacha azucarera y caña de azúcar, la extracción es inferior cuando son comparados con respecto al tabaco y algodón, cultivos exigentes en requerimiento de nutrientes.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Bertsch F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica, ACCS-Universidad de Costa Rica-CIA. pág. 62-105.
- Blamey F.C., R.K. Zollinger y A.A. Schneiter. 1997. Sunflower Production and Culture. En Sunflower Technology and Production, Agronomy Monograph N° 35, 595-670.
- Ferraris GN. 2004. Pautas para el diagnóstico de la fertilidad azufrada en Soja (*Glycine Max (L) Merr.*). Tesis de Maestría (UBA).

- Universidad de Buenos Aires-Facultad de Agronomía.
- Figeroa M.M. 1997. Colza-Canola y Lino. La Fertilización de cultivos y pasturas. En: R. Melgar y M. D. Zorita (eds.) Editorial INTA. Argentina. En: R. Melgar y M. D. Zorita (eds.) La Fertilización de cultivos y pasturas. Editorial INTA. Argentina. pág. 147-160.
- García F.O., M. Boxler, J. Minteguiga, R. Pozzi, L. Firpo, G. Deza Marin y A. Berardo. 2006. La Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe – Resultados y Conclusiones de los primeros seis años 2000-2005. AACREA 2006.
- Gutiérrez Boem F.H., M. Barraco, H. Echeverría, G. Ferraris, P. Prystupa, A. Quiroga, F. Salvagiotti y H. Vivas. 2006. Identificación de sitios deficientes en azufre mediante el análisis de grano de soja. III Congreso de Soja del Mercosur. Rosario, Argentina. pág. 570-573.
- Halevy J. y M. Bazelet. 1992. Fertilización del Cultivo de Algodón para rendimientos altos. IPI-INPOFOS. pág. 16-30.
- Halevy J., A. Marani y T. Markovitz. 1987. Growth and NPK uptake of high-yielding cotton grown at different nitrogen levels in a permanent-plot experiment. *Plant and soil*. 103: 39-44.
- Hocking P.J., J.A. Kirkegaard, J.F. Angus, A. Bernardi y L.M. Mason. 1993. Comparison of canola, Indian mustard and Linola in two contrasting environments. III Effects of nitrogen fertilizer on nitrogen uptake by plants and on soil nitrogen extraction. *Field Crops Res.* 79:153-172.
- IFA. 1992. World Fertilizer Use Manual. International Fertilizer Industry Association. Paris, France. pág. 37-550.
- INPOFOS. Informaciones agronómicas del cono sur N° 4. Archivo agronómico N°3: Requerimiento nutricionales de los cultivos. Diciembre 1999.
- INTA Cerro Azul - Misiones. <http://www.inta.gov.ar>. Consultada 15/11/06.
- IPI. <http://www.ipipotash.org/>. Consultada el 20/12/06.
- IPI NorthCentral-USA. <http://www.ipni.net/ppiweb/usanc.nsf>. Consultada el 5/01/07.
- IPNI SouthEast-USA. <http://www.ipni.net/ppiweb/usams.nsf>. Consultada el 25/01/07.
- Pérez Zamora F. 2006. Caña de azúcar. Pág. 379-397. En: H.E. Echeverría y F.O. García (eds.). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Editorial INTA, Buenos Aires, Argentina.

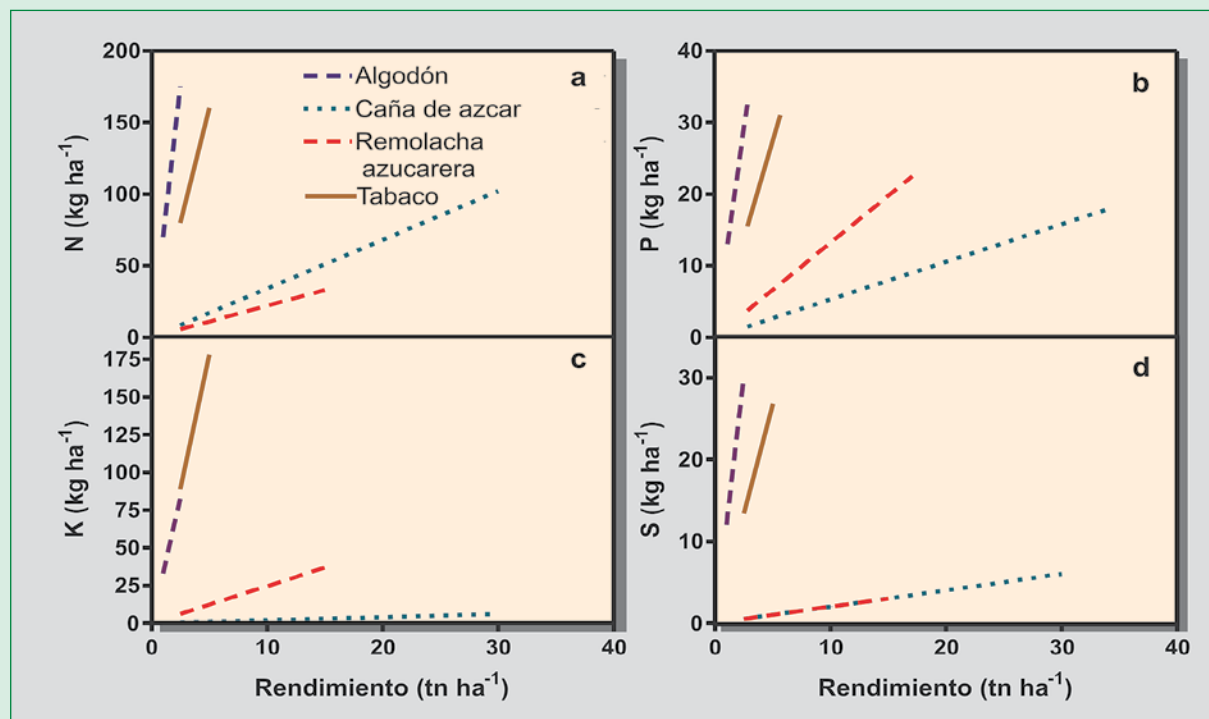


Figura 3. Extracción de nutrientes, N (a), P (b), K (c) y S (d) para distintos niveles de rendimiento de los cultivos industriales: algodón, caña de azúcar, remolacha azucarera y tabaco. Rendimientos expresados en base a materia seca de los órganos cosechables.