

# REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

## ABSORCIÓN Y EXTRACCIÓN DE MACRONUTRIENTES Y NUTRIENTES SECUNDARIOS

### II. HORTALIZAS, FRUTALES Y FORRAJERAS

Ignacio A. Ciampitti y Fernando O. García

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

iciampitti@ipni.net

Disponer de información sobre absorción y extracción de nutrientes en hortalizas, frutales y forrajeras es esencial para la planificación del esquema de fertilización y la toma de decisiones en estos cultivos. Este trabajo de investigación y recopilación de bibliografía nacional e internacional, complementa el Archivo Agronómico N° 11, "Requerimientos nutricionales en Cereales, Oleaginosos e Industriales", publicado en nuestra Revista de Informaciones Agronómicas N° 33, Marzo 2007.

Un concepto importante que debemos recordar al momento de evaluar los requerimientos de los cultivos es la diferencia terminológica que se presenta entre 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 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 y extraídos de variada bibliografía según la fuente consultada.

En el presente Archivo Agronómico (AA), focalizamos los requerimientos nutricionales de los principales cultivos, abarcando hortalizas, frutales, y forrajeros.

Las hortalizas incluyen cultivos en los que se comercializan desde algunas frutas (por ejemplo, tomates y calabazas), hojas (amaranto y repollo), raíces (zanahorias y nabo) e inclusive tallos (apio) y flores (coliflor). Esto nos permite caracterizar la complejidad y la precisión requerida para la fertilización de estos sistemas intensivos de producción.

La fertilización en frutales es una práctica de manejo muy importante, la necesidad de producir tempranamente y a un ritmo sostenido, en el monte frutal, donde la situación es compleja y se combinan diferentes factores de manejo, variedad, conducción y poda.

En la producción de forrajes, el objetivo principal es lograr la máxima cantidad de biomasa aérea total por unidad de superficie, teniendo en cuenta la calidad, estacionalidad y accesibilidad de la forrajimasa producida. La recirculación de nutrientes, la inclusión de especies leguminosas que generan simbiosis para fijar nitrógeno del aire, y las interacciones con las gramíneas generan un sistema com-

plejo que depende de la práctica de fertilización para una producción rentable, productiva y sustentable.

#### Hortalizas

La absorción total y la extracción en órganos cosechables de macronutrientes y nutrientes secundarios de los cultivos de arveja, guisantes, tomate, pepino, pimiento, choclo, zapallito, zapallo, calabaza, col, lechuga, apio, brócoli, coliflor, repollo, espinaca, palmito, espárrago, alcachofa, cebolla, mandioca, reomolacha, zanahoria, papa y batata, se presentan en la Tabla 1.

La Figura 1 nos permite observar los diversos niveles de extracción de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca) en los diferentes órganos cosechables para rendimientos crecientes de tomate, lechuga, cebolla, zanahoria, papa y palmito. En el caso de N y K, el cultivo de tomate y papa presentan los mayores niveles de extracción por tonelada de órganos cosechables producida (Fig. 1 a y c). La extracción de Ca es superior en el cultivo de cebolla cuando se expresa en kg de nutriente por tonelada producida (Fig. 1 d). Excluyendo, a los brotes (espárrago, alcachofa y palmito) y los granos (arveja), las hortalizas presentan un hábito de absorción de N, P y K por tonelada, muy similar. La absorción de P en general es baja, menor de 1 kg de P por tonelada producida, como ocurre generalmente en la mayoría de los cultivos, con excepción de granos, oleaginosos e industriales. Con respecto a K, aproximadamente en promedio se cosecha entre el 50-60% de lo absorbido por el cultivo durante la estación de crecimiento. En comparación con otras hortalizas, excepto el tomate, el cultivo de papa requiere más nutrientes para producir una tonelada y, para el nutriente P, el índice de cosecha en papa es de 75-80% de lo absorbido durante la estación de crecimiento del cultivo.

#### Frutales y Nueces

Los requerimientos de absorción total de macronutrientes y nutrientes secundarios de los cultivos clasificados como frutales y nueces: almendro, ciruela, durazno, cereza, frutilla, damasco, membrillero, manzana, uva, pera, melón, kiwi, ananá, banana, palto, sandía, limón, mandarina, naranja, pomelo, pecán, macadamia, y nogal, se presentan en la Tabla 2.

En la Figura 2 podemos observar los niveles de extracción en órganos cosechables de N, P, K y Ca, para rendimientos crecientes de manzana, banana, durazno, uva, naranja y macadamia. En el caso de N, el cultivo de uva presenta los mayores niveles de extracción por tonelada de fruto producida, y el cultivo de macadamia es el que presenta una mayor extracción por la cantidad total que se exporta cuando la extracción la expresamos en términos de kg de nutriente en fruto cosechado por hectárea (Fig. 2 a). En el caso del cultivo de uva, claramente presenta los mayores niveles de extracción por hectárea, en P y Ca (Fig. 2 b y d) y, en el caso de K, presenta la mayor extracción por tone-

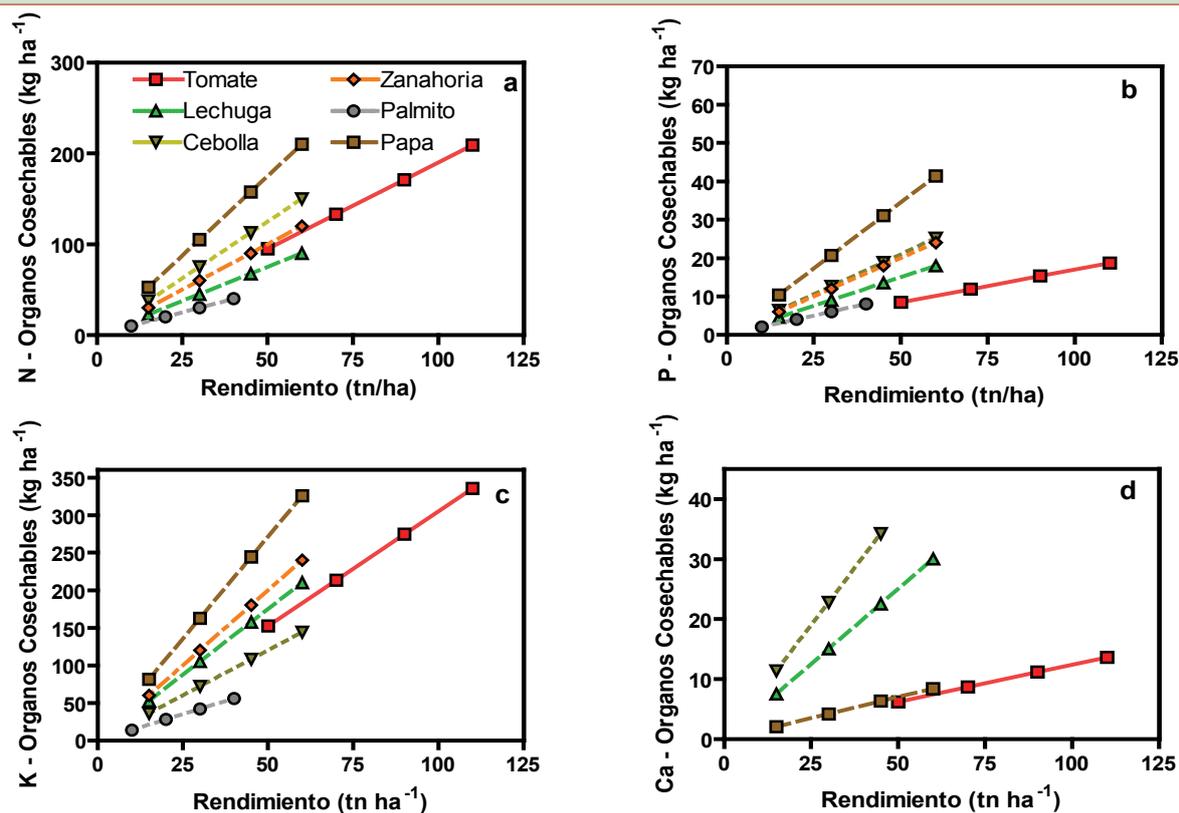


Figura 1. Extracción de nutrientes, N (a), P (b), K (c) y Ca\* (d) para distintos niveles de rendimiento de los cultivos hortícolas: tomate, lechuga, cebolla, zanahoria, papa y palmito. \*Para el caso del nutriente Ca no se encontró información confiable de la extracción en los cultivos de zanahoria y palmito.

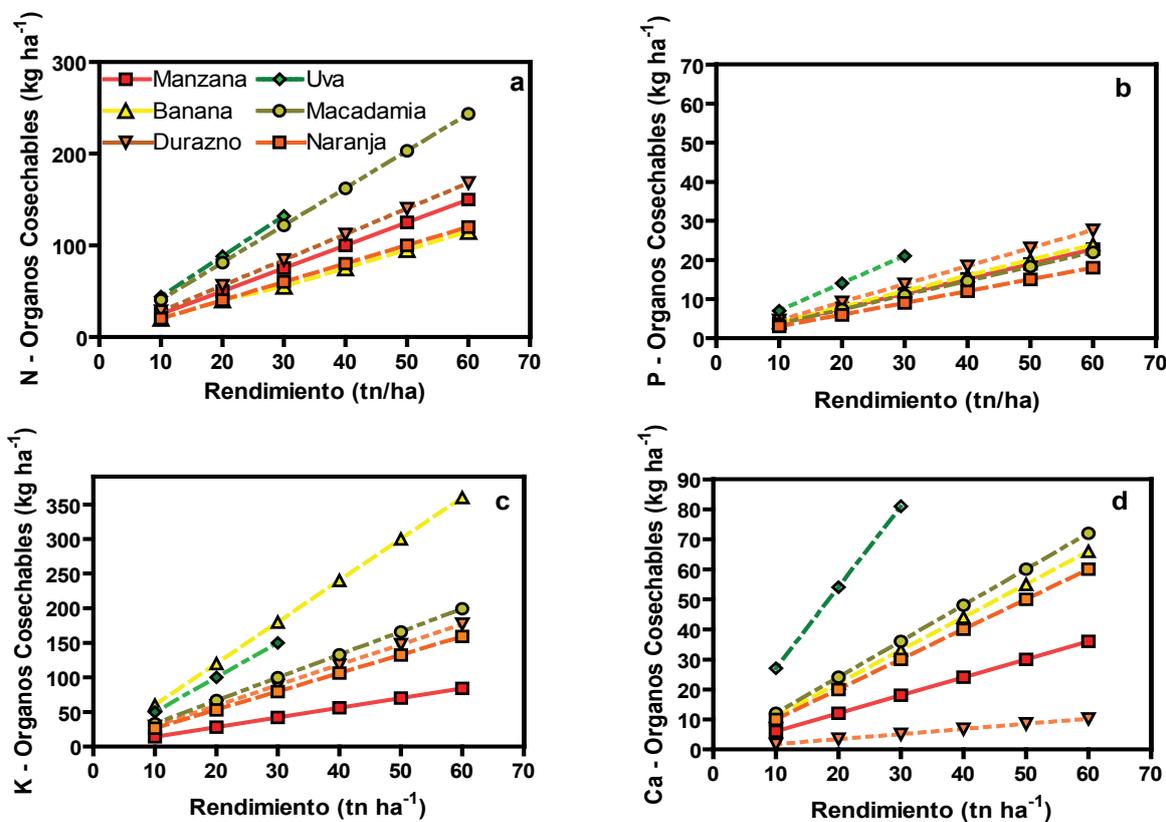


Figura 2. Extracción de nutrientes, N (a), P (b), K (c) y Ca (d) para distintos niveles de rendimiento de los cultivos frutales y nueces: manzana, banana, durazno, uva, naranja y macadamia.

lada de fruto producida. Con el nutriente K, el cultivo de banano es el que presenta la mayor extracción de nutriente en fruto cosechado por hectárea (Fig. 2 c).

### Forrajeros

Los requerimientos de extracción total de macronutrientes y nutrientes secundarios en los órganos cosechables de los cultivos clasificados como forrajeros: alfalfa, trébol rojo,

trébol blanco, trébol de cuernos, vicia, pasto ovillo, raigrás, cebadilla, poa, alpiste, sorgo forrajero, festuca y festuca alta, se presentan en la Tabla 3.

En la Figura 3 podemos observar los niveles de requerimiento de N, P, K y S expresados en términos de extracción de nutrientes por tonelada de materia seca producida de forraje, para rendimientos crecientes de alfalfa, raigrás, trébol rojo, cebadilla y pasto ovillo. Para el nutriente N,

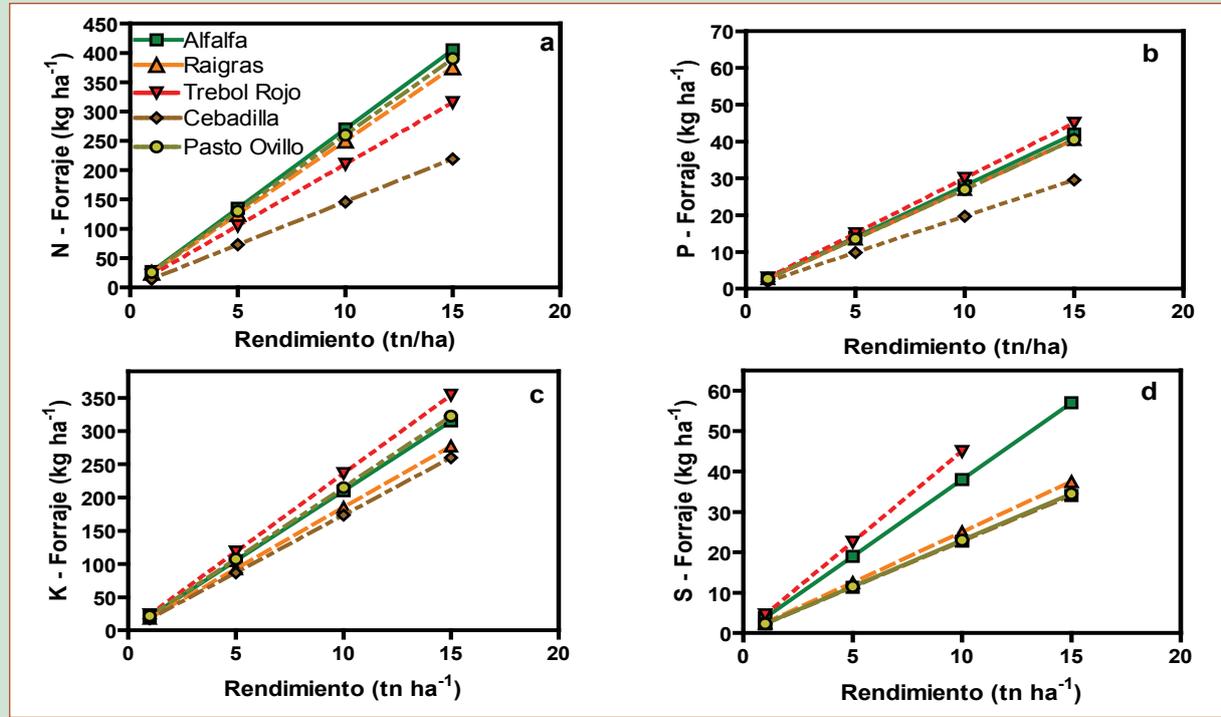


Figura 3. Extracción de nutrientes, N (a), P (b), K (c) y S (d) para distintos niveles de rendimiento de los cultivos forrajeros: alfalfa, raigrás, trébol rojo, cebadilla y pasto ovillo.

Tabla 1. Hortalizas: cantidad de nutriente absorbido y extraído expresado en kg de nutriente por tonelada de órgano cosechable.

Cultivos	Nombre Científico	Órgano Cosechable	Absorción Total (kg/ton)						Extracción (kg/ton)						Fuente
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
Arveja	<i>Pisum sativum L.</i>	granos	56.0	6.0	25.0	2.6	6.9	1.7	15.0	2.0	7.0	-	-	-	1 y 5
Guisantes	<i>Pisum sativum L.</i>	granos	20.8	2.8	14.8	8.9	1.7	-	12.5	1.7	8.9	5.3	1.0	-	5
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum Mill.</i>	fruto	2.8	0.4	4.5	2.8	0.7	0.9	1.9	0.2	3.1	0.1	0.1	0.1	1, 3 y 15
Pepino	<i>Cucumis sativus L.</i>	fruto	4.0	0.7	5.3	2.0	1.1	-	1.5	0.5	3.5	-	-	-	1, 5 y 8
Pimiento	<i>Capsicum annum L.</i>	fruto	3.7	0.5	3.8	1.2	0.7	-	2.4	0.3	2.3	0.3	0.2	-	1, 11 y 12
Choclo	<i>Zea mays L.</i>	marlo	10.4	1.3	9.5	2.1	1.2	0.7	6.9	1.0	2.0	-	-	-	1 y 5
Zapallito	<i>Cucurbita pepo L. var. giromontina</i>	fruto	4.2	0.8	5.8	-	-	-	1	0.2	1.5	-	-	-	5
Zapallo	<i>Cucurbita maxima Dutch.</i>	fruto	4.2	0.3	4.8	-	-	-	1	0.2	1.5	-	-	-	1
Calabaza	<i>Cucurbita pepo L.</i>	fruto	4.0	0.6	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Col	<i>Brassica campestris L.</i>	hojas	4.2	0.7	5.0	0.9	0.5	0.8	3	0.4	2.6	-	0.5	-	1, 5 y 8
Lechuga	<i>Lactuca sativa L.</i>	hojas	2.0	0.5	4.3	0.9	0.2	-	1.5	0.3	3.5	0.5	-	-	1 y 8
Apio	<i>Apium graveolens L.</i>	hojas	1.7	0.4	3.7	-	-	-	0.3	0.1	0.4	0.1	0.1	-	1 y 8
Brócoli	<i>Brassica oleracea var. italica</i>	flores	3.4	0.8	3.5	-	-	-	2.1	0.6	1.6	-	-	-	1 y 7
Coliflor	<i>Brassica oleracea L.</i>	flores	4.7	0.8	6.5	3.5	0.4	1.2	3.0	0.6	3.0	-	-	-	1 y 5
Repollo	<i>Brassica oleracea L. var. capitata L.</i>	hojas	5.0	0.7	5.0	-	-	-	3.0	0.4	2.6	-	-	-	1 y 7
Espinaca	<i>Spinacia oleracea L.</i>	hojas	5.1	0.8	5.6	0.1	0.4	-	3.3	0.6	3.4	-	-	-	1 y 5
Palmito	<i>Chamaerops humilis L.</i>	brotos	12.0	1.0	10.0	-	-	-	1	0.2	1.4	-	-	-	1
Espárrago	<i>Asparagus officinalis L.</i>	brotos	19.3	2.9	17.9	10.0	0.9	-	9.6	1.6	8.5	-	-	-	1 y 5
Alcachofa	<i>Cynara scolymus L.</i>	brotos	8.0	2.0	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Cebolla	<i>Allium cepa L.</i>	bulbo	3.9	0.6	4.0	4.4	0.7	-	2.5	0.4	2.4	0.8	0.3	0.2	1 y 8
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Raíz	4.5	0.7	6.3	2.9	2.4	0.3	2.5	0.5	3.1	-	-	-	1 y 5
Remolacha	<i>Beta vulgaris L.</i>	Raíz	6.0	0.7	8.5	1.9	1.2	-	3.5	0.4	3.5	-	0.6	-	1 y 5
Zanahoria	<i>Daucus carota L.</i>	Raíz	4.0	0.8	6.0	-	-	-	2	0.4	4	-	-	-	1 y 5
Papa	<i>Solanum tuberosum L.</i>	tubérculo	5.5	0.9	8.2	1.4	0.8	0.7	3.5	0.7	5.4	0.1	-	-	1, 2, 10 y 15
Batata	<i>Ipomoea batatas Lam.</i>	tubérculo	5.0	0.8	7.0	0.3	0.3	0.1	3.0	0.5	5.0	-	-	-	1

todos los cultivos presentan una gran extracción, siendo los más importantes la alfalfa, trébol rojo, pasto ovillo y el raigrás (Fig. 3 a). Se debe destacar que la alfalfa y el trébol rojo establecen una simbiosis con bacterias del género *Sinorhizobium* y *Rhizobium*, que le permite captar N<sub>2</sub> atmosférico, a través del proceso de fijación biológica de nitrógeno. La extracción de los cuatro nutrientes por tonelada de organo cosechable en base seca y como exportación a nivel de producción por unidad de superficie, es superior en los cultivos de alfalfa y trébol rojo (Fig. 3). El pasto ovillo presenta valores elevados de extracción para los nutrientes N, P y K (Fig. 3 a, b y c).

### Bibliografía Consultada

1. **Bertsch F.** 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica, ACCS-Universidad de Costa Rica-CIA. pág. 62-105.10.
2. **Contreras, A.** 2002. Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa. 3º Seminario Internacional de la papa, Medellín, Colombia.
3. **Cristou M., Y. Dumas, A. Dirmikou y Z. Vassiliou.** 1999. Nutrient uptake by processing tomato in Greece. IWI. Proc 6th Int. ISHS Symp. On Processing Tomato. Acta Hort 487: 219-223.
4. **García F.O., F. Micucci, G. Rubio, M. Ruffo e I. Daverede.**

2002. Fertilización de forrajes en la región pampeana - Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos. INPOFOS Cono Sur, Argentina.

5. **IFA.** 1992. World Fertilizer Use Manual. International Fertilizer Industry Association. Paris, France. pág. 37-550.

6. **INPOFOS.** Informaciones agronómicas del cono sur N° 4. Archivo agronómico N°3: Requerimiento nutricionales de los cultivos. Diciembre 1999.

7. **IPI.** Consultada el 14/09/07. <http://www.ipipotash.org/>

8. **IPNI Norte de Latinoamérica.** Consultada el 31/08/07.

<http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf>.

9. **IPNI NorthCentral-USA.** Consultada el 31/08/07. <http://www.ipni.net/ppiweb/usanc.nsf>.

10. **INIA.** 2002. Manual de Fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile, INIA N°76, Chile.

11. **Melgar R. y M. Díaz Zorita (Eds.)** 1997. La fertilización de cultivos y pasturas. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. Argentina.

12. **Rincón L., J. Sáez y E. Balsalobre.** 1995. Crecimiento y absorción de nutrientes del pimiento grueso bajo invernadero. Investigación Agraria. Vol. 10 (1): 47-59.

13. **Salazar-García S.** 2002. Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. INIFAP-INPOFOS.

14. **Silva H. y J. Rodríguez.** 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Universidad Católica de Chile, 397 pp.

15. **SQM.** Nutritional Guides for quality crops. Consultada el 24/09/07. <http://www.sqm.com/aspx/en/Default.aspx>.

**Tabla 2. Frutales y Nueces:** cantidad de nutriente total absorbido y extraído en los órganos cosechables expresado en kg de nutriente por tonelada de organo cosechable (fruto o nuez).

Cultivos	Nombre Científico	Órgano cosechable	Absorción Total (kg/ton)						Extracción (kg/ton)						Fuente
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
Almendro	<i>Prunus dulcis</i> Mill. DA Webb	fruto	83.3	-	-	-	-	-	35.3	9.1	11.0	-	0.2	0.2	5
Ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	fruto	6.5	0.9	6.0	-	0.5	-	4.5	0.6	4.2	-	-	-	1 y 5
Durazno	<i>Prunus persica</i> L.	fruto	5.1	0.7	4.6	0.8	-	-	2.8	0.5	3.0	0.2	0.3	-	5
Cereza	<i>Prunus cerasus</i>	fruto	6.4	-	-	-	-	-	1.8	1.9	12.8	-	-	-	5
Fruilla	<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.	fruto	10.2	2.5	12.7	-	-	-	2.9	0.5	3.2	-	-	-	5
Damasco	<i>Armeniaca vulgaris</i> Juss.	fruto	4.5	0.7	3.9	0.4	-	-	2.1	0.4	2.8	-	-	-	5
Membrillero	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	fruto	6.0	1.2	4.2	-	-	-	2.0	0.4	2.5	-	-	-	5 y 14
Manzana	<i>Malus pumila</i> Mill.	fruto	3.6	0.8	2.5	4.6	0.9	-	2.5	0.4	1.4	0.6	0.1	-	5 y 11
Uva	<i>Vitis vinifera</i> L.	fruto	6.9	1.0	8.0	5.8	1.0	-	4.4	0.7	5.0	2.7	0.7	-	1, 5 y 11
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	fruto	2.6	0.4	2.8	5.8	0.5	-	1.7	0.3	2.4	0.3	0.2	-	5 y 11
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	fruto	4.0	0.6	5.5	3.3	0.7	-	2.5	0.3	3.5	-	-	-	1 y 5
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i> Chev.	fruto	6.5	-	-	-	-	-	4.7	0.6	6.6	6.5	1.1	0.8	5
Ananá	<i>Ananas comosus</i> L.	fruto	4.0	0.9	9.8	-	1.6	0.4	1.0	0.4	4.5	-	-	-	1 y 9
Banana	<i>Musa</i> spp.	fruto	8.4	1.1	8.3	4.0	1.5	0.7	2.0	0.4	6.0	1.0	-	-	1 y 5
Palto	<i>Persea americana</i> Miller	fruto	11.0	2.0	20.0	0.2	0.8	0.8	2.8	0.4	4.5	0.1	0.2	0.3	5 y 13
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> Thumb.	fruto	2.0	0.3	3.0	-	-	-	1.0	0.2	1.0	-	-	-	1 y 5
Limón	<i>Citrus limon</i> L. Burm.	fruto	6.3	0.7	4.4	-	-	-	1.6	0.2	1.7	0.7	0.2	0.1	5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	fruto	4.4	0.4	4.5	-	0.6	0.5	1.5	0.2	2.0	0.7	0.2	0.1	5
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	fruto	5.7	0.7	5.3	-	0.7	0.8	2.0	0.3	2.6	1.0	0.4	0.5	1, 5 y 9
Pomelo	<i>Citrus grandis</i> L. Osbeck	fruto	2.5	0.4	4.3	-	-	-	1.1	0.1	2.0	0.4	0.1	0.1	5
Pecán	<i>Carya illinoensis</i>	nueces	-	-	-	-	-	-	8.1	1.9	3.7	-	0.5	3.1	5
Macadamia	<i>Macadamia ternifolia</i>	nueces	6.0	0.7	-	3.4	0.6	-	4.1	0.4	3.3	1.2	-	-	5
Nogal	<i>Juglans regia</i> L.	nueces	14.7	1.9	10.4	1.6	0.9	-	8.4	0.8	9.6	4.9	1.0	-	5 y 14

**Tabla 3. Cultivos Forrajeros:** cantidad de nutriente total extraído expresado en kg de nutriente por tonelada de organo cosechable.

Cultivos	Nombre Científico	Órgano cosechable	Absorción Total (kg/ton)						Extracción (kg/ton)						Fuente
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	27.0	2.8	21.0	12.0	2.8	3.8	4, 5 y 9
Trébol Rojo	<i>Trifolium pratense</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	21.0	3.0	23.6	-	3.2	4.5	4, 5 y 9
Trébol Blanco	<i>Trifolium repens</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	30.0	3.3	20.0	-	-	3.0	5 y 6
Trébol de cuernos	<i>Lotus corniculatus</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	20.5	2.2	15.8	-	-	-	9
Vicia	<i>Vicia sativa</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	25.9	3.0	18.5	-	-	-	9
Pasto Ovillo	<i>Dactylis glomerata</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	26.0	2.7	21.5	-	2.3	2.3	4, 5 y 11
Raigrás	<i>Lolium</i> sp.	forraje	-	-	-	-	-	-	25.0	2.7	18.5	4.9	3.6	2.5	4, 5 y 9
Cebadilla	<i>Bromus unioloides</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	14.6	2.0	17.3	-	-	2.3	5 y 9
Poa	<i>Poa annua</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	13.6	2.4	17.3	-	1.6	2.3	9
Alpiste	<i>Phalaris arundinacea</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	12.7	1.9	16.6	-	-	-	9
Sorgo Forrajero	<i>Sorghum bicolor</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	10.6	2.8	12.7	-	2.1	2.6	4, 5 y 9
Gramilla	-	forraje	-	-	-	-	-	-	8.6	2.0	9.6	-	1.0	1.5	4 y 9
Festuca	<i>Festuca pratensis</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	16.8	2.4	20.3	-	1.7	2.6	5 y 9
Festuca Alta	<i>Festuca arundinacea</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	25.0	3.0	26.0	5.6	2.5	2.5	4 y 9

- Datos no disponibles