

CUANTIFICACIÓN DE DESFRONDE Y APORTES DE NUTRIENTES EN PARCELAS DE ENSAYO DE CHOPO “I-214” EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

A.C. de la Cruz Calleja; M^aR. González Cascón, I. González, M. Serrano y J.M. Grau Corbí
Lab. Ecosistemas Forestales. Dep. Medio Ambiente, INIA, C^a Coruña Km. 7; 28040. Madrid.
¹calleja@inia.es

Resumen

Se determina la cantidad de materia seca y el contenido de los principales elementos minerales procedentes del desfronde (hojas, ramas, semillas, yemas, corteza y resto), en dos choperas de *Populus x euramericana* (Dode) Guinier “I-214”, plantadas a 5 x 5 m, en Villa del Prado, Madrid. El desfronde medio, en la chopera de 11 años, es de 6500 kg·ha⁻¹·año⁻¹. Los aportes al suelo por desfronde de ramas y otros son poco representativos en la chopera de 5 años de edad (menor del 4% del total de la producción anual de desfronde). La fracción hojas con más de un 75%, caracteriza al desfronde anual. Los nutrientes principales aportados al suelo en la fracción hojas, en la chopera adulta son de 2600, 100-120, 70 y 52 kg·ha⁻¹·año⁻¹ de C, Ca, N y de K, respectivamente, y, en ramas, de 236, 12, 4 y 3 kg·ha⁻¹·año⁻¹ de C, Ca, K y N, respectivamente.

Palabras clave: *Populus*, biomasa, mineralomasa, macronutrientes, micronutrientes.

INTRODUCCION

El desfronde es una de las principales vías de transferencia de materia orgánica y nutrientes desde la planta al suelo (Carceller *et al.*, 1995), donde más de la mitad de los nutrientes son absorbidos anualmente (Binkley, 1993). La cuantificación de la biomasa del desfronde y su composición química permiten conocer el retorno anual de elementos al suelo.

La descomposición del desfronde la principal vía de entrada de nutrientes y determina la materia orgánica que entra en el suelo y la influencia que esta puede tener sobre la productividad de los bosques y suelos.

Los cambios encontrados en el desfronde son repuestas a alteraciones producidas por enfermedades o por factores medioambientales, como heladas, sequía, inundaciones, contaminación, vientos... La producción de biomasa es un parámetro cuantitativo de la vitalidad de la masa forestal y aporta información adicional sobre la superficie foliar, hongos, patógenos, necrosis,... Con el desfronde se cuantifica información sobre fenómenos fenológicos como la floración, fructificación, cantidad de hojas, y, su estudio continuado, permite conocer la respuesta de la masa forestal al clima y al cambio global. El ciclo del carbono y sus procesos de fijación por parte de las plantas están relacionados con el desfronde (BASTRUP-BIRK & BRÈDA, 2004), y su conocimiento puede contribuir a la disminución de los gases de efecto invernadero y, por lo tanto, a paliar el calentamiento de la atmósfera.

Los objetivos de este trabajo son la cuantificación del desfronde y su composición química, así como su evolución con la edad y su contribución en la dinámica de nutrientes en plantaciones de *Populus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro del proyecto de la dinámica de nutrientes en choperas (DE LA CRUZ *et al.*, 2005), se ha cuantificado los aportes o el retorno de bioelementos al suelo por parte del árbol. Se instalaron 3 parcelas valladas (2 en la chopera adulta y 1 en la joven, Figura 3.4) de dimensiones medias de 15 x

15 m. En cada una de ellas, los 9 árboles que contenían, eran representativos de las clases diamétricas de cada chopera. Las choperas elegidas han sido dos, de 5 y 11 años de edad, con una superficie de 2,7 y 12,7 ha, respectivamente, por las características que presentan: clon muy utilizado por los populicultores (*Populus x euramericana* (Dode) Guinier "I-214"), características edáficas similares (Tabla 1) y proximidad que permitieran comparar resultados y rango de edades inicial y final para el estudio evolutivo de las plantaciones.

Se han colocado en cada parcela de seguimiento intensivo, 4 recogedores de biomasa consistentes en un bastidor de 1 m² con una tela de fibra de vidrio en forma de cono invertido, a 1 m de distancia del suelo. Mensualmente, se ha recogido cada dispositivo por separado, exceptuando en periodos de intensidad elevada (otoño), donde la recogida ha sido semanal.

Una vez en el laboratorio, las muestras se pesan en fresco y se secan en estufa de aire forzado a 65 °C, hasta peso constante. Una vez secas, se procede a la separación y pesado de cada una de las fracciones consideradas: hojas, ramas y otros. En la fracción otros, por su baja contribución en el peso total, se incluyen yemas, semillas, corteza y material imposible de identificar su procedencia (restos de hojas, escamas de yemas, etc.) al que se denomina "restos". Las muestras molidas se han analizado según la metodología seguida en DE LA CRUZ *et al.* (2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los datos de biomasa y de mineralomasa de las fracciones de desfronde. Los datos de la chopera adulta son la media de las dos parcelas experimentales al no existir diferencias significativas entre ellas ($p < 0.001$).

Los chopos, como árboles caducifolios, concentran los máximos valores en otoño (septiembre-noviembre) donde, en función de la climatología anual, este proceso se puede adelantar o retrasar ligeramente, con valores máximos alcanzados, en este estudio, en el mes de noviembre. Las producciones de hoja a los 5, 11 y 14 años de edad son de 753, 6538 y 5226 kg·ha⁻¹·año⁻¹, respectivamente (Tabla 1). Las choperas, joven y adulta, tienen una evolución del desfronde en hojas similares, pero con diferente intensidad.

La fracción ramas sigue también una distribución similar a las hojas, pero con valores de biomasa considerablemente inferiores (Tabla 1). La media de los valores, en general, no sobrepasa los 50 kg·ha⁻¹·mes⁻¹. Los mayores aportes se observan a la edad de 12 años con 768 kg·ha⁻¹·año⁻¹, alcanzando de 457 kg·ha⁻¹·año⁻¹ a la edad de turno.

Las producciones de la fracción otros (yemas, semillas, corteza y restos) han presentado máximos en primavera, debido a la floración, con aportes mayoritarios de yemas y semillas. Los aportes máximos se han alcanzado a la edad de 12 años, durante los meses de marzo (268 kg·ha⁻¹·mes⁻¹) y abril (662 kg·ha⁻¹·mes⁻¹).

A lo largo de los años de estudio, la producción anual máxima de desfronde se alcanza en la chopera adulta a la edad de 11 años, con 7747 kg·ha⁻¹·año⁻¹, diez veces superior a la producción anual de la plantación joven a la edad de cinco años (Tabla 2). En cuatro años, la chopera joven ha incrementado sus aportes de desfronde al suelo, de 767 a 5377 kg·ha⁻¹·año⁻¹. Este intenso aumento en el desfronde en tan corto espacio de tiempo concuerda con el aumento de producción de masa en pie en clones de crecimiento rápido (GRAU *et al.*, 1996) y es similar a otras producciones de desfronde en *Populus* (DUVIGNEAUD *et al.*, 1980; BERTHELOT *et al.*, 2000; LODHIYAL *et al.*, 1995).

La producción anual de desfronde en las choperas para las dos clases de edad, tiene una evolución anual semejante con dos picos anuales: uno en primavera, con la formación de semillas y yemas y, otro, en otoño (octubre-noviembre) con la caída de la hoja. El primero de ellos se caracteriza

por sus aportes al total anual en semillas (5.5%), ramas (5%), yemas (4.2%) y resto (1.3%). La fracción hojas con más de un 75%, caracteriza principalmente al segundo pico y, en definitiva, al desfronde anual.

La fracción más representativa es la de las hojas, con un 98% del peso del total del desfronde a la edad de 5 años, y un mínimo de 69% a la edad de 15 años ($4330 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$) (Figura 1). Estos porcentajes son ligeramente superiores a los encontrados por Lodhiyal *et al.* (1995) con 96,3 y 93,6% a los 5 y 8 años de edad respectivamente. Le sigue la fracción ramas, con aportes comprendidos entre los $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ (1,2%) a la edad de 5 años y los (11%) alcanzados a los 12 años de edad. La fracción otros, compuesta por semillas, yemas, corteza y resto, evoluciona de menos de un 1% a los cinco años a un 21% en el año de corta, siendo en esta última las yemas (8%) y el semillas (10%) los más representativos. Las yemas han presentado aportes medios de 4 y 610 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ a los 5 y 13 años, respectivamente, con un 0.6 y 9% sobre el contenido final anual correspondiente. Los aportes de corteza en esta especie de chopo no son significativos (STETTLER *et al.*, 1996), no llegando a superar en ninguno de los años de estudio el 1% respecto al total. Se ha estimado la producción en las principales fracciones del desfronde con la edad, obteniendo buenos coeficientes de correlación (Figura 2).

El desfronde permite conocer de una manera sencilla los aportes de las fracciones no perennes en principio, en los árboles. Como complemento al estudio de la biomasa leñosa realizado en DE LA CRUZ *et al.* (2005), el peso de las hojas ha sido de $13,08\pm 2,05 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$, el de yemas de $0,7\pm 0,2 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$ y semillas de $1,23\pm 0,3 \text{ kg}\cdot\text{árbol}^{-1}$. Las producciones máximas por árbol, se han obtenido en hojas a los 11 años de edad (16,35 kg), en yemas a los 13 años (1,52 kg) y en semillas a los 15 años (1,61 kg).

Composición química del desfronde

Existe una gran variabilidad en los contenidos de los nutrientes según el mes de recogida (FRISON, 1979), como los $50 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de N en hoja encontrados en marzo-abril, frente a los $25 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ en septiembre o los $9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ en noviembre.

Es en la fracción semillas donde se han alcanzado los mayores contenidos en N (11,7-25,9 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), P (1,7-5,8 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), K (7,4-28,5 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) y Fe (74-1374 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). La fracción yemas es a su vez la que ha presentado contenidos mayores en C (546-572 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) más estables. La fracción hojas ha alcanzado valores máximos de S (2,1-4,3 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), Ca (19,5-26,6 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) y Mn (352-4362 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Los contenidos de Fe y Mn en hojas, ramas, yemas y semillas han sido superiores en los árboles más jóvenes.

Se han encontrado contenidos superiores en hojas y ramas en los trabajos de PADRÓ y ORENSANZ (1969) y JACQUEMIN & TSIURLIS (1994), en “I-214” y “Robusta”, respectivamente

Aportes de bioelementos al suelo

Al ser la hoja el componente mayoritario del desfronde, sus contenidos químicos se asemejan a los del contenido medio total. La secuencia de aporte de elementos en hojas y en el desfronde total ha sido: C>Ca>N>K>Mg>S>P. La evolución con la edad que han presentado en general estos contenidos, ha sido creciente hasta los 11 años de edad, para tender a estabilizarse con la edad.

En hojas, el aporte medio anual de C en los cuatro años en la chopera adulta ha sido de $2556 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, con máximos alcanzados a la edad de 11 años, $2890 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. En la chopera joven,

de 318 kg·ha⁻¹·año⁻¹ a la edad de cinco años, se ha pasado a contenidos medios de 1583 kg·ha⁻¹·año⁻¹, a los ocho años de edad, con un incremento notable en la captura de C de la atmósfera por las hojas en estos cuatro años (Figura 3).

Es el Ca, después del C, el elemento aportado por las hojas en mayor cantidad en el desfronde. Los valores medios anuales han oscilado entre 18 y 174 kg·ha⁻¹·año⁻¹ de Ca, máximo alcanzado a los 11 años de edad.

Los contenidos foliares en N del desfronde, ocupan el tercer lugar en cuanto aporte de nutrientes, con 30 y 62 kg·ha⁻¹·año⁻¹ de media en la chopera joven y adulta, respectivamente. El retorno de nutrientes foliares al suelo ha oscilado entre 3,7-27 kg·ha⁻¹·año⁻¹ para Mg, 1,5-28 kg·ha⁻¹·año⁻¹ en S y 1,2-8 kg·ha⁻¹·año⁻¹ en P. Los aportes de Mn en la chopera joven, de 3,3-7,5 kg·ha⁻¹·año⁻¹, y entre 1,9-3,6 kg·ha⁻¹·año⁻¹ en la chopera adulta.

Los aportes al suelo por desfronde de ramas y otros, en los primeros años de edad, son poco representativos (menor de un 5% de la mineralomasa del desfronde). La chopera joven ha alcanzado en estos cuatro años de estudios, los valores medios de producción de la chopera adulta. Los aportes mayoritarios medios en ramas en la parcela adulta, con un 7% respecto a la mineralomasa total, han sido: C (236 kg·ha⁻¹·año⁻¹), Ca (12 kg·ha⁻¹·año⁻¹), K (4 kg·ha⁻¹·año⁻¹) y N (3 kg·ha⁻¹·año⁻¹), y, en la fracción otros, con un 12% respecto a la mineralomasa total: C (337 kg·ha⁻¹·año⁻¹), N (13 kg·ha⁻¹·año⁻¹), Ca y K (10 kg·ha⁻¹·año⁻¹) y Mg y P (3 kg·ha⁻¹·año⁻¹).

Los aportes por desfronde entre el año de plantación y el cuarto año, se han estimado insignificantes dentro del total de la biomasa de desfronde producida a lo largo de 14 años. Consecuentemente, se puede considerar que los valores medios aportados al suelo a lo largo del turno de corta han sido de 48 t·ha⁻¹ de biomasa total, correspondiendo 22 t·ha⁻¹ a C, 2,6 t·ha⁻¹ a macronutrientes y 68 kg·ha⁻¹ a micronutrientes (Tabla 3). Esta mineralomasa obtenida ha sido superior a la presentada por JACQUEMIN & TSIOURLIS (1994) en *P. "Robusta"*, e inferior a la de JURIK *et al.* (1991) en *P. grandidentata* Michx. y LODHIYAL *et al.* (1995) en *P. deltoides*.

CONCLUSIONES

A tuno de corta, la biomasa total de desfronde ha sido de 6600 kg·ha⁻¹, con una composición media de la mineralomasa de 3200 kg·ha⁻¹ de carbono, 364 kg·ha⁻¹ de macronutrientes (N, S, P, K, Ca y Mg) y 7 kg·ha⁻¹ de micronutrientes (Fe, Mn y Zn).

A lo largo de los 14 años de plantación, la chopera ha producido 48 t·ha⁻¹ de biomasa total, correspondiendo 22 t·ha⁻¹ a C, 2,6 t·ha⁻¹ a macronutrientes y 68 kg·ha⁻¹ a micronutrientes.

La fracción hoja ha sido la que ha caracterizado la composición del desfronde, entre un 78 y 98%. Los aportes por ramas y otros (yemas, semillas, corteza y restos) han oscilado entre 1 y 15% de la biomasa total.

BIBLIOGRAFÍA

BASTRUP-BIRK, A.; BRÈDA, N. BASTRUP-BIRK, A.; BRÈDA, N. 2004. PART XI. Sampling and analysis of litterfall. EC-UN/ECE, BRUSSELS, GENEVE.

BERTHELOT, A., RANGER, J., GELHAYE, D. 2000. Nutrient uptake and immobilization in a short-rotation coppice stand of hybrid poplars in north-west France. For. Eco. Manage. 128 (3): 167-179.

BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal. Prácticas de manejo. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. 340 pp.

CARCELLER, F.; SANTA CECILIA, M.A.; VALLEJO, R. 1995. Variación estacional del desfronde en cuatro comunidades forestales del Moncayo. Historia Natural 93: 95-104. Jaca y Huesca.

DE LA CRUZ CALLEJA, A.C.; GRAU CORBÍ, J.M.; GONZÁLEZ CASCÓN, M^a.R.; GONZÁLEZ GONZÁLEZ, I. 2005. Biomasa final y producción de madera en una chopera de la cuenca del río Alberche. IV Congreso Forestal Español. Zaragoza.

DE LA CRUZ CALLEJA, AC; GONZÁLEZ CASCÓN, M^a.R; GONZÁLEZ GONZÁLEZ, I.; SERRANO, M.; GRAU CORBÍ, J.M. 2005. Evolución del estado nutritivo de *Populus x euramericana* "I-214" en la cuenca del río Alberche. IV Congreso Forestal Español. Zaragoza.

DUVIGNEAUD, P., BRICHARD, CH., TIMPERMAN, J. 1980. Une biogeocenose "plantation de *Populus*" dans l'écosystème bruxellois. En: Ecosystemes, cycle du carbone, cartographie. DUVIGNEAUD, P., DENAEYER, S., BRICHARD, CH. (ED). 55-88.

FRISON, G. 1979. Ricerche sulla nutrizione minerale del pioppo per mezzo della diagnostica fogliare (Tecnica di campionamento). Cellulosa e Carta 30 (12): 5-32.

GRAU CORBÍ, JM.; GONZALEZ ANTOÑANZAS, J.L.; MONTOTO QUINTEIRO, J.L. 1996. Populicultura intensiva: Técnicas selvícolas para incrementar la producción de madera de chopo. MAPA. 100 pp.

JACQUEMIN, A.; TSIOURLIS, G. 1994. Cycle biologique des éléments biogènes de peupleraies (*Populus* cv. Robusta) d'âges différents (Hainut, Belgique). Belg. Journ. Bot. 127 (2): 145-156.

JURIK, T.; BRIGGS, G.; GATES, D. 1991. Soil respiration of 5 aspen stands in northern lower Michigan. American Midland Naturalist 126 (1): 68-75.

LODHIYAL, L.; SINGH, R.; SINGH, S. 1995. Structure and function of an age series of poplar plantations in Central Himalaya: I. Dry matter dynamics. Annals of Botany 76: 191-199.

MARTÍN, A. 1995. Reciclado de bioelementos a través de la hojarasca en ecosistemas forestales de la Sierra de Gata (S.C.E.). Tesis doctoral. U.Salamanca.

PADRÓ, A.; ORENSANZ, J. 1987. El chopo y su cultivo. Serie Técnica. MAPA. 446 pp.

STETTLER, R.; BRADSHAW, H.; HEILMAN, P.; HINCKLEY, T. 1996. Biology of *Populus* and its implications for management and conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 539 pp.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Características edáficas de un perfil representativo de los suelos de Villa del Prado: DA: densidad aparente (105°C); Ar: arena; L: limo; Ac: arcilla, pH en agua, y macro y micronutrientes totales en suelo.

cm	kg·m ⁻³	%	pH	%	C:N	g·kg ⁻¹	mg·kg ⁻¹
----	--------------------	---	----	---	-----	--------------------	---------------------

Prof	DA	Ar	L	Ac	MO		N	S	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	
0-20	1.3	84	10	6	6.9	1.6	8.6	1.2	0.1	0.6	4.2	2.6	4.1	15427	291	40
20-50	1.4	86	9	5	6.8	0.6	6.1	0.7	0.0	0.7	4.8	4.5	5.6	19593	363	49
50-80	1.4	95	4	1	6.9	0.3	5.0	0.5	0.0	0.6	4.4	3.7	3.7	16434	335	43

Tabla 2: Evolución de la producción ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$) de las distintas fracciones de desfronde con la edad.

Edad	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$						
	Total	Hojas	Ramas	Yemas	Corteza	Semillas	Resto
5	767	753	10	4	0	1	0
6	1774	1708	28	31	3	5	0
7	2497	2329	47	48	0	32	40
8	3722	3581	49	54	2	35	0
9	5377	5110	154	42	3	56	15
11	7747	6538	363	324	4	416	101
12	6979	5447	768	293	4	375	91
13	6771	5503	440	610	7	211	0
14	6660	5226	457	282	39	494	163

Tabla 3: Aportes por desfronde al suelo, de la biomasa y su correspondiente mineralomasa, a diferentes edades y a edad de turno. (*): estimado el desfronde a la edad de 10 años.

Edad	t·ha ⁻¹		kg·ha ⁻¹								
	Peso	C	N	S	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
5	0.8	0.3	9	2	1	6	18	4	0.6	3.3	0.5
6	1.8	0.8	18	4	2	13	34	9	1.0	7.0	0.8
7	2.5	1.1	31	6	4	22	50	10	2.1	6.8	0.6
8	3.7	1.7	65	9	9	39	92	15	2.7	7.7	1.0
9	5.4	2.4	94	14	12	56	134	22	3.9	11.3	1.5
11	7.7	3.5	95	29	12	76	195	32	1.5	2.9	1.3
12	7.0	2.8	61	23	7	49	136	26	0.6	2.1	0.3
13	6.8	3.2	76	19	9	69	129	25	1.2	2.2	0.7
14	6.7	3.2	82	14	18	67	154	29	2.2	3.8	1.0
en 14 años*	48.4	22	624	142	85	463	1107	198	36	23	9

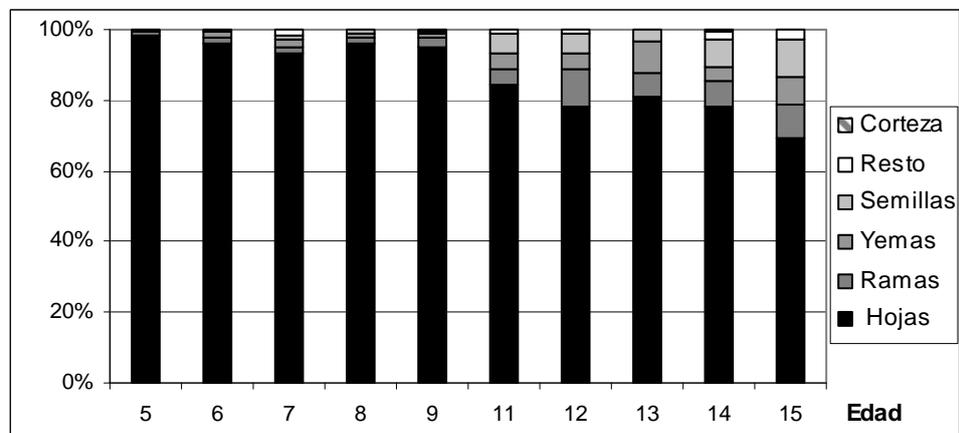


Figura 1: Evolución de los porcentajes de las fracciones del desfronde con la edad.

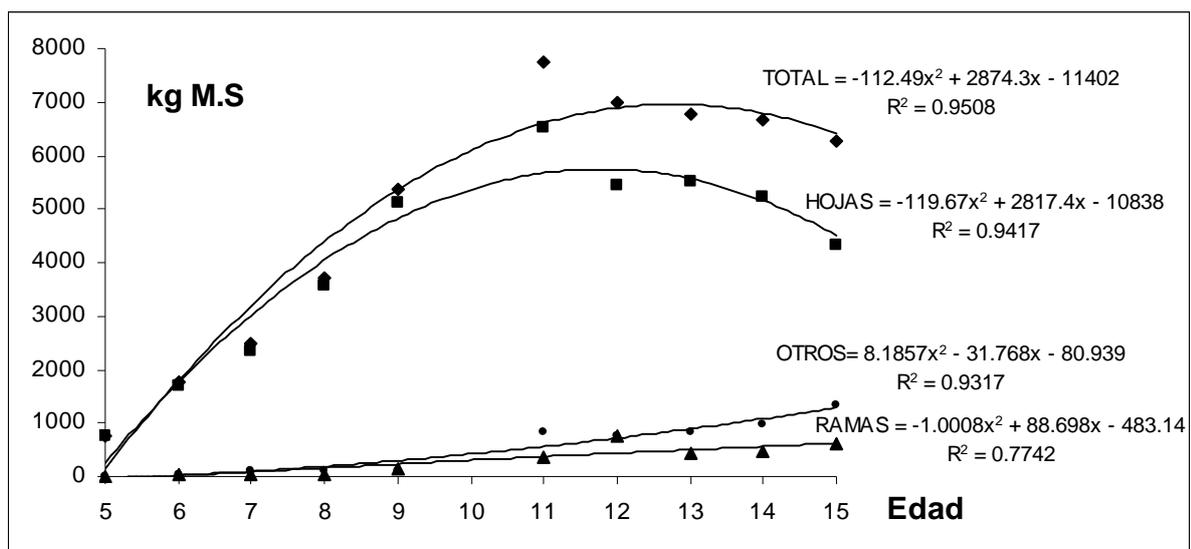


Figura 2: Estimación de la producción en las principales fracciones de desfronde (kg·ha⁻¹·año⁻¹) con la edad.

Figura 3: Distribución de nutrientes principales de desfronde: hojas

