

ANÁLISIS DE LOS NIVELES FOLIARES EN PARCELAS DE ENSAYO DE CLONES DE *POPULUS X EURAMERICANA* Y *P. X INTERAMERICANA*: DIFERENCIAS ENTRE CLONES Y PARCELAS

José L. Bengoa (1) & Jesús Rueda (2)

(1) ITAGRA – Equipo de apoyo al Plan Forestal de Castilla y León

¡Error! Marcador no definido.

(2) Junta de Castilla y León

Jesus.Rueda@cma.jcyl.es

RESUMEN

En este trabajo se analizan las diferencias en los niveles foliares entre diferentes clones de chopo (*Populus x euramericana* y *Populus x interamericana*) y entre diferentes parcelas en Castilla y León. Además se dan los valores medios y rangos de variación obtenidos para dichos niveles foliares. Se aprecian diferencias significativas tanto entre clones como entre parcelas, siendo mayores las diferencias entre parcelas. Para la mayor parte de los nutrientes (salvo el hierro), las diferencias entre parcelas son consistentes ya que se repiten en los distintos clones. Los niveles foliares medios obtenidos son; nitrógeno: 1.83%, fósforo: 0.107%, potasio: 0.604%, calcio: 2.40%, magnesio: 0.370% y hierro: 0.00584%.

PALABRAS CLAVE: Chopo, I-214, Raspalje, *Populus x euramericana*, *Populus x interamericana*, niveles foliares.

SUMMARY

In this paper, differences in leaf nutrient levels between several poplar clones and plots are analyzed. Plots are distributed in different provinces in Castilla y León and poplar species are *Populus x euramericana* and *Populus x interamericana*. There are statistical differences between clones and plots, although differences are greater between the last ones. Average leaf nutrient levels are: nitrogen: 1.83%, phosphorus : 0.107%, potassium: 0.604%, calcium: 2.40%, magnesium: 0.370% and iron: 0.00584%.

KEY WORDS: Poplar, I-214, Raspalje, *Populus x euramericana*, *Populus x interamericana*, nutrient levels.

INTRODUCCIÓN

El Departamento del Chopo de Castilla y León ha dispuesto una red de parcelas de ensayo de clones de *Populus x euramericana* y *P. x interamericana* repartidas por toda la Comunidad Autónoma de Castilla y León. En cada una de estas parcelas se han plantado varios clones con el objeto de comparar sus crecimientos y poder valorar de esta forma, en qué situaciones mesológicas se desarrolla mejor cada uno de los clones ensayados. Estas parcelas se han utilizado para estudiar los niveles foliares en diferentes clones de chopo, para lo cual se han tomado muestras de forma sistemática en diez de las parcelas. Las muestras corresponden a seis clones de interés para Castilla y León.

En otra comunicación presentada en este Simposio (BENGOA & RUEDA, 2001) se presentan algunos de los resultados obtenidos en este estudio de niveles foliares. En particular, resultados referentes a la variabilidad y fiabilidad de las estimaciones de los niveles foliares y al estudio de su variación a lo largo del periodo vegetativo. En esta comunicación, que complementa a la citada se aportan algunos datos y algunas reflexiones acerca de las diferencias de los niveles foliares entre clones y entre parcelas.

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Disponer de valores medios y rango de variación de los niveles foliares.
- Analizar las diferencias existentes entre clones y parcelas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La toma de muestras foliares se ha llevado a cabo en la red de parcelas de ensayo de clones de chopo de la Junta de Castilla y León citada anteriormente. En concreto, para el presente estudio, se han tomado muestras en las siguientes parcelas: Celadilla del Río (Palencia), Gradefes (León), Manganeses de la Polvorosa (Zamora), Muñoveros (Segovia), Palenzuela (Palencia), San Cristóbal de Entreviñas (Zamora), Santa Colomba de las Monjas (Zamora), Villamelendro (Palencia), Villaturde (Palencia) y Zamadueñas (Valladolid).

Cada una de estas parcelas están compuesta por varias subparcelas consistentes en un cuadrado de 25 ejemplares de un mismo clon, formando un cuadrado de 5 x 5 individuos dispuestos a marco real con una separación de 6 metros entre árboles. Las subparcelas están separadas entre sí por una línea de árboles del clon I-214 destinada a amortiguar las diferentes influencias de cada subparcela sobre las contiguas.

En cada parcela hay dos o tres subparcelas de cada clon (dos o tres repeticiones), de forma que el número total de subparcelas o unidades experimentales en cada parcela es igual al número de clones por el número de repeticiones. Cada una de estas parcelas responden a un diseño experimental en bloques aleatorios, formados por dos o tres bloques, cada uno de ellos con tantas unidades experimentales como clones se ensayan en la parcela. Del total de clones presentes en dichas parcelas, para el presente estudio se seleccionaron los siguientes (se indica entre paréntesis el número de parcelas en las que está presente cada clon): I-214 (10), Luisa Avanzo (10), IMC (10), Raspalje (7), Triplo (6) y Flevo (5). Como se puede comprobar, en algunas parcelas se encontraban estos seis clones, mientras que en otras sólo estaban presentes algunos de ellos.

La toma de muestras se hizo a lo largo del mes de septiembre y primeros de octubre con una pértiga, recogiendo hojas situadas aproximadamente a dos tercios de la altura total del árbol. En cada parcela se cogió una muestra por cada clon, formada por 24 ramillos recogidos de forma sistemática entre los ejemplares del clon. Cada ramillo consistía en la parte final de una rama lateral del árbol de 50-100 cm de longitud. Los ramillos se tomaron según distintas

orientaciones para compensar la posible influencia de este factor. Todas las muestras han seguido el mismo tratamiento para su análisis (Métodos Oficiales de Análisis de plantas).

RESULTADOS

En las tablas 1 a 6 se presentan los contenidos de nutrientes en los diferentes clones en cada parcela.

Tabla 1. Contenido de nitrógeno en distintos clones y parcelas (contenidos foliares en %)

PARCELA	CLON					
	I-214	I-MC	Triplo	Luisa Avanzo	Flevo	Raspalje
Palenzuela	2,31	2,48		2,31		1,87
Santa Colomba	2,14	2,02	2,12	2,04	2,07	1,62
Zamadueñas	2,13	1,84		1,97		1,88
Celadilla del Río	2,20	1,94		1,80		
Muñoveros	1,81	1,71	1,97	1,88	1,86	2,06
Manganeses	2,07	2,11		1,13		
Villaturde	1,76	1,58	1,77	1,72		
Gradefes	1,62	1,77	1,71	1,52	1,82	1,57
San Cristóbal	1,34	1,82	1,89	2,04	1,15	1,49
Villamelendro	1,98	1,57	1,37	1,94	1,70	1,30

Tabla 2. Contenido de fósforo en distintos clones y parcelas (contenidos foliares en %)

PARCELA	CLON					
	I-214	I-MC	Triplo	Luisa Avanzo	Flevo	Raspalje
Palenzuela	0,13	0,14		0,15		0,12
Santa Colomba	0,12	0,11	0,11	0,14	0,12	0,13
Zamadueñas	0,12	0,10		0,09		0,11
Celadilla del Río	0,13	0,12		0,08		
Muñoveros	0,08	0,08	0,10	0,09	0,07	0,12
Manganeses	0,14	0,11		0,12		
Villaturde	0,11	0,09	0,11	0,08		
Gradefes	0,19	0,11	0,11	0,13	0,09	0,10
San Cristóbal	0,09	0,09	0,11	0,12	0,09	0,10
Villamelendro	0,08	0,09	0,06	0,08	0,09	0,11

Tabla 3. Contenido de potasio en distintos clones y parcelas (contenidos foliares en %)

PARCELA	CLON					
	I-214	I-MC	Triplo	Luisa Avanzo	Flevo	Raspalje
Palenzuela	0,78	0,85		0,81		0,70
Santa Colomba	0,71	0,66	0,71	0,86	0,69	0,55
Zamadueñas	0,58	0,59		0,57		0,67
Celadilla del Río	0,94	0,60		0,66		
Muñoveros	0,27	0,22	0,49	0,22	0,26	0,45
Manganeses	0,54	0,38		0,34		
Villaturde	0,44	0,32	0,41	0,23		
Gradefes	0,81	0,75	0,97	0,86	0,70	0,93
San Cristóbal	0,51	0,38	0,61	0,52	0,61	0,40
Villamelendo	0,70	0,69	0,69	0,71	0,81	0,73

Tabla 4. Contenido de calcio en distintos clones y parcelas (contenidos foliares en %)

PARCELA	CLON					
	I-214	I-MC	Triplo	Luisa Avanzo	Flevo	Raspalje
Palenzuela	2,18	2,32		2,21		2,74
Santa Colomba	1,89	1,89	1,42	0,98	2,72	2,20
Zamadueñas	3,76	1,68		3,14		4,62
Celadilla del Río	1,29	1,55		0,97		
Muñoveros	2,02	3,33	1,80	1,14	1,99	2,07
Manganeses	2,24	2,19		1,66		
Villaturde	4,88	3,72	3,04	2,57		
Gradefes	1,41	1,19	1,05	2,06	1,82	1,82
San Cristóbal	2,39	2,36	1,68	1,46	3,80	3,25
Villamelendo	2,35	2,77	2,03	2,36	3,74	3,36

Tabla 5. Contenido de magnesio en distintos clones y parcelas (cont. foliares en %)

PARCELA	CLON					
	I-214	I-MC	Triplo	Luisa Avanzo	Flevo	Raspalje
Palenzuela	0,32	0,34		0,41		0,42
Santa Colomba	0,37	0,41	0,29	0,32	0,43	0,43
Zamadueñas	0,68	0,56		0,50		0,41
Celadilla del Río	0,21	0,33		0,26		
Muñoveros	0,60	1,00	0,41	0,82	0,84	0,66
Manganeses	0,39	0,45		0,39		
Villaturde	0,36	0,35	0,35	0,33		
Gradefes	0,18	0,20	0,17	0,28	0,16	0,23
San Cristóbal	0,31	0,34	0,29	0,31	0,39	0,41
Villamelendo	0,16	0,19	0,15	0,18	0,17	0,18

Tabla 6. Contenido de hierro en distintos clones y parcelas (contenidos foliares en %)

PARCELA	CLON					
	I-214	I-MC	Triplo	Luisa Avanzo	Flevo	Raspalje
Palenzuela	0,00733	0,00760		0,00474		0,00622
Santa Colomba	0,00500	0,00690	0,00538	0,00637	0,00472	0,00733
Zamadueñas	0,00517	0,00500		0,00517		0,00562
Celadilla del Río	0,00785	0,00798				
Muñoveros	0,00388	0,00227	0,00557	0,00257	0,00255	0,00219
Manganeses	0,00570	0,00618		0,00524		
Villaturde	0,00661	0,00713	0,00558	0,00744		
Gradefes	0,00526	0,00345	0,00324	0,00965	0,00710	0,00812
San Cristóbal	0,00650	0,00570	0,00743	0,00729	0,00762	0,00634
Villamelendro	0,00359	0,00406	0,00420	0,00530	0,00397	0,00449

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Valores medios y rangos de variación

En las siguientes tablas se presentan los valores medios estimados para cada nutriente, así como algunos indicadores de los rangos observados.

Tabla 7. Valores medios y rangos de los niveles foliares (contenidos foliares en %)

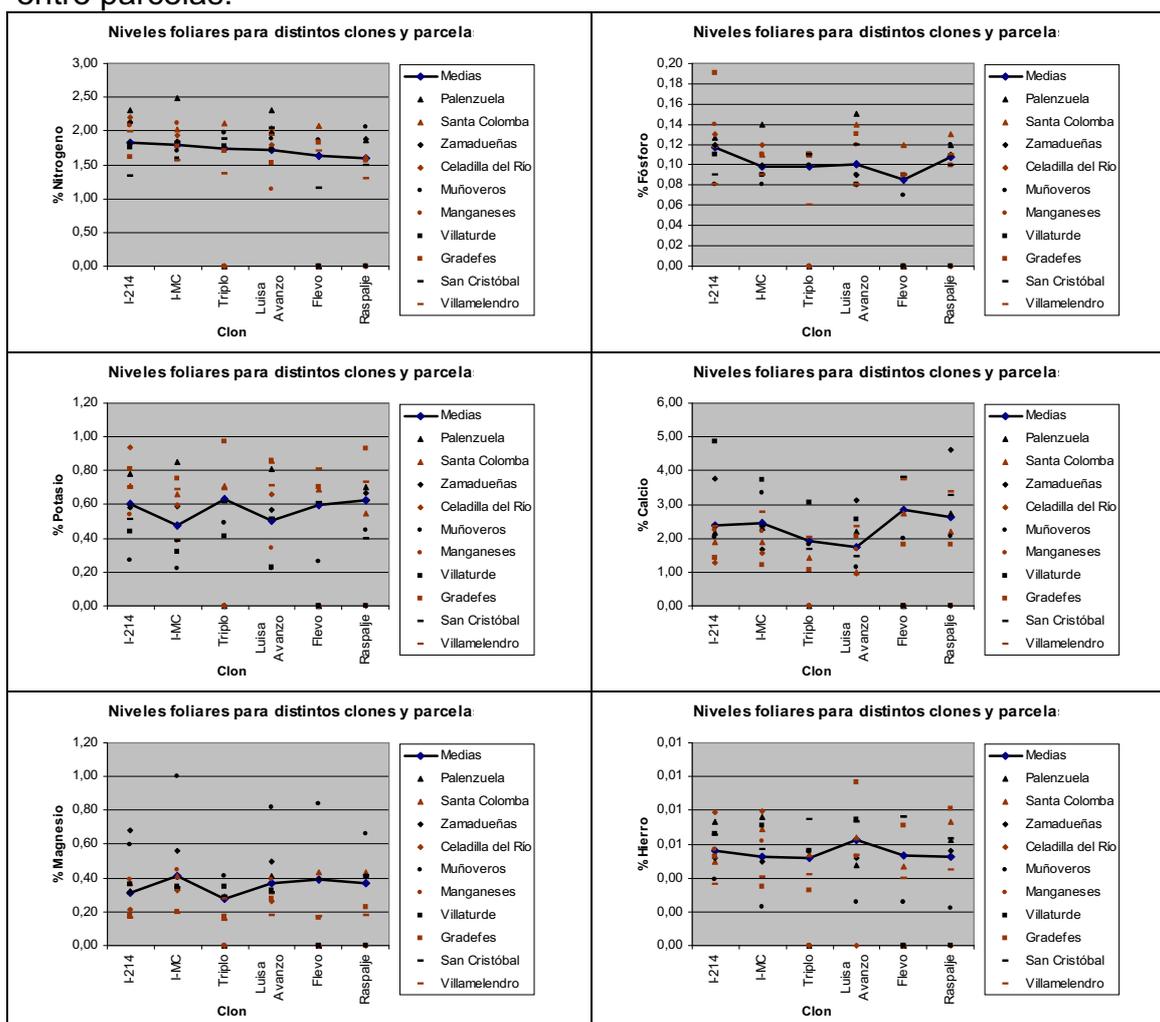
NUTRIENTE	Media	Rango clones (1)		Rango parcelas (2)	
Nitrógeno	1.83	1.65	1.94	1.62	2.24
Fósforo	0.107	0.096	0.119	0.085	0.131
Potasio	0.604	0.544	0.680	0.347	0.837
Calcio	2.40	1.80	3.07	1.47	3.58
Magnesio	0.370	0.285	0.417	0.172	0.722
Hierro	0.00584	0.00556	0.00622	0.00317	0.00681

El rango de los clones se obtiene promediando parcelas y el rango de las parcelas, promediando clones

Tabla 8. Valores medios y rangos de los niveles foliares (contenidos foliares en %)

NUTRIENTE	Valores bajos	Valores altos
Nitrógeno	Flevo en S. Cristóbal y Luisa Avanzo en Manganeses (1.1%)	I-214, I-MC y Luisa Avanzo en Palenzuela (2.3-2.5%)
Fósforo	Triplo en Villamelendro (0.060%)	Luisa Avanzo en Palenzuela (0.150%)
Potasio	I-MC en Muñoveros (0.220%)	Triplo en Gradefes (0.970%)
Calcio	Luisa Avanzo en Santa Colomba y en Celadilla del Río (0.97-0.98%)	I-214 en Villaturde (4.88%) y Flevo en Zamadueñas (4.62%)
Magnesio		I-MC, Luisa Avanzo y Flevo en Muñoveros (1.00%, 0.820% y 0.840%)
Hierro	Casi todos los clones presentan en alguna parcela niveles que se salen de estos rangos debido a la elevada dispersión de los datos.	

En las siguientes figuras se observa las diferencias entre clones y la dispersión entre parcelas.



Diferencias entre clones

- Únicamente se aprecian diferencias significativas en el nivel de **nitrógeno** entre el clon que presenta el nivel más alto (I-214, con 1.94% de media) y el que da el más bajo (Raspalje, con 1.65% de media). Los demás clones presentan niveles intermedios; si los ordenamos en orden decreciente: I-214, Triplo, I-MC, Luisa Avanzo, Flevo y Raspalje presentando éste último niveles claramente más bajos que los demás clones.
- Existen diferencias significativas al 95% en el nivel de **fósforo** entre el I-214 (presenta el nivel más alto, con 0.119% de media) y el Flevo (da el nivel más bajo, con 0.096% de media). Los demás clones presentan niveles intermedios; en orden decreciente: I-214, Raspalje, Luisa Avanzo, Triplo, I-MC y Flevo (éste último con niveles claramente más bajos que los demás).
- Existen diferencias significativas al 95% en el nivel de **potasio** entre el clon que presenta el nivel más alto (Triplo, con 0.680% de media) y los que dan niveles más bajos (I-MC con 0.544% de K y Luisa Avanzo con 0.578% de K). Los demás clones presentan niveles intermedios. En orden decreciente: Triplo, I-214, Flevo, Raspalje, Luisa Avanzo e I-MC presentando el primero y el último, niveles netamente diferenciados de los demás clones.

- Los clones Flevo y Raspalje presentan niveles de **calcio** claramente más altos que los demás (3.07% y 2.92% de Ca respectivamente), significativamente distintos (al 95%) de los que presentan los clones Triplo (1.80% de Ca), Luisa Avanzo (1.85% de Ca) e I-MC (2.30% de Ca) El clon I-214 presenta un nivel intermedio de calcio (2.44%).
- Existen diferencias significativas entre los niveles de **magnesio** del clon Triplo (0.285% de Mg) y buena parte de los demás clones (Luisa Avanzo, Flevo e I-MC con 0.380%, 0.406% y 0.417% de Mg respectivamente). De hecho, todos los clones menos el mencionado Triplo se encuentran en un intervalo relativamente pequeño (0.358-0.417% de Mg).
- No existen diferencias significativas entre los niveles de **hierro** de los distintos clones.

Diferencias entre parcelas

- La parcela de Palenzuela, que es la que presenta niveles más altos de **nitrógeno** (2.25%), es significativamente distinta a buena parte de las demás parcelas (Muñoveros; Manganeses; Villaturde; Gradefes; San Cristóbal y Villamelendo) con un 95% de confianza. Las parcelas que presentan niveles más bajos de nitrógeno son Manganeses; Villaturde; Gradefes; San Cristóbal y Villamelendo con niveles que se sitúan entre 1.6 y 1.7%. Las parcelas de Santa Colomba, Zamadueñas y Celadilla del Río presentan niveles intermedios que se sitúan entre 1.9% y 2.0%. En la parcela de Villamelendo, se da la circunstancia de que algunos clones como el I-214 y Luisa Avanzo presentan niveles relativamente altos de nitrógeno (1.9-2.0%), mientras que el resto presentan niveles relativamente bajos. En la parcela de San Cristóbal, los clones que presentan niveles altos son I-MC, Triplo y Luisa Avanzo (1.8-2.0%), mientras que los demás quedan en niveles relativamente bajos.
- La parcela de Palenzuela, que es la que presenta niveles más alto de **fósforo** (0.131%), es significativamente distinta a buena parte de las demás parcelas (Zamadueñas, Muñoveros; Villaturde; San Cristóbal y Villamelendo) con un 95% de confianza. Las parcelas que presentan niveles más bajos de fósforo son Muñoveros y Villamelendo con niveles que se sitúan entre 0.085 y 0.090%. También presentan niveles relativamente bajos Zamadueñas, Celadilla del Río, Villaturde y San Cristóbal (entre 0.096 y 0.107%).
- Las diferencias de niveles de **fósforo** entre parcelas se mantienen para la mayor parte de los clones, con algunas excepciones. En concreto, el clon Raspalje no presenta diferencias apreciables entre parcelas y, por ejemplo presenta niveles similares en las parcelas de Palenzuela y Muñoveros. El Triplo también presenta niveles muy parecidos en todas las parcelas (0.10-0.11%) excepto en la de Villamelendo en la que da valores anormalmente bajos (0.06%). Respecto a Luisa Avanzo conviene resaltar que presenta niveles particularmente bajos en Celadilla del Río (parecidos a los de Villaturde y Villamelendo, que son las parcelas con niveles más bajos).
- Hay tres parcelas que presentan niveles de **potasio** más bajos que las demás (Muñoveros, Manganeses y Villaturde con 0.318%, 0.441% y 0.347% de K respectivamente), significativamente diferentes de casi todas las restantes parcelas (excepto San Cristóbal, que presenta niveles

relativamente bajos: 0.505% de K). Las parcelas con niveles más altos son Gradefes y Palenzuela, con 0.837% y 0.803% de K respectivamente.

- Las diferencias de niveles de **potasio** entre parcelas se mantienen de forma bastante consistente en todos los clones. Como excepciones cabe citar que el clon Luisa Avanzo en Santa Colomba presenta niveles relativamente altos (0.86% de K, igual que en Gradefes, que es la parcela con mayores niveles de potasio) o que los clones Triplo y Raspalje presentan niveles aceptables (0.490% y 0.450% de K respectivamente) en Muñoveros que es la parcela con niveles más bajos de este macronutriente.
- Las parcelas de Villaturde (3.85% de Ca) y Zamadueñas (3.32% de Ca) presentan niveles de **calcio** significativamente más bajos que casi todas las demás (Celadilla del Río, Gradefes, Santa Colomba, Muñoveros, Manganeses, Palenzuela y San Cristóbal con 1.47%, 1.56%, 1.85%, 2.06%, 2.22%, 2.38% y 2.49% de Ca respectivamente).
- Las diferencias de niveles de **calcio** entre parcelas se mantienen de forma bastante consistente en todos los clones. Como excepciones cabe citar que el clon I-MC en Zamadueñas, que es una de las parcelas con niveles altos de este elemento, presenta niveles relativamente bajos (1.68% de Ca) y sin embargo, en Muñoveros, que no se caracteriza por niveles altos de calcio, presenta un 3.33%. El clon Flevo en Santa Colomba y Luisa Avanzo en Gradefes también presentan niveles relativamente altos, dentro de estas parcelas
- La parcela de Muñoveros (0.722% de Mg) presenta niveles de **magnesio** significativamente distintos de todas las demás. La de Zamadueñas (0.525% de Mg) también destaca sobre el resto por su nivel de magnesio. En el extremo opuesto, las parcelas de Gradefes y Villamelendro (0.203% y 0.172% de Mg respectivamente) presentan los niveles más bajos de este nutriente.
- Las diferencias de niveles de **magnesio** entre parcelas se mantienen de forma muy consistente para todos los clones.
- La parcela de Muñoveros (0.00317% de Fe) presenta niveles de **hierro** significativamente distintos de casi todas las demás: Zamadueñas (0.00515% de Fe), Manganeses (0.00570% de Fe), Santa Colomba (0.00595% de Fe), Gradefes (0.00614% de Fe), Palenzuela (0.00638% de Fe), Villaturde (0.00676% de Fe), San Cristóbal (0.00681% de Fe) y Celadilla del Río (0.00810% de Fe).
- Las diferencias de niveles de **hierro** entre parcelas no se mantienen de forma consistente para todos los clones. únicamente la parcela de Muñoveros presenta unos niveles de hierro relativamente bajos para casi todos los clones salvo para el clon Triplo).

Otras Conclusiones

- Las diferencias entre parcelas son más significativas que entre clones.
- Con un tamaño muestral de 6-10 muestras por clon se ha obtenido un error relativo que se sitúa entre el 8 y el 11% para el N, entre el 12 y el 16% para el fósforo, entre 10 y el 14% para el potasio, entre el 16 y el 21% para el calcio, entre el 15 y el 21% para el magnesio y 14 y el 21% para el hierro. Estos porcentajes únicamente pretenden ser orientativos ya que se han calculado como si las parcelas fueran una muestra aleatoria simple del clon.

Se ha denominado error relativo a la semiamplitud del intervalo de confianza del 95% para la media, expresado como porcentaje de la media.

- En el caso del hierro, estos rangos de error impiden detectar diferencias entre clones. En los demás casos, son suficientes para detectar diferencias entre clones.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se basa en el estudio titulado “Análisis de los niveles foliares en parcelas de ensayo de clones de *Populus x euramericana* y *P. x interamericana*” elaborado por J. Miguel, R. Cabo, M. Sánchez y J. L. Bengoa, (ITAGRA) para la Junta de Castilla y León.

BIBLIOGRAFÍA

BENGOA, J. L. & RUEDA, J. 2001. Variación estacional y espacial de los niveles foliares en parcelas de ensayo de clones de *Populus x euramericana* y *P. x interamericana*. I Simposio del Chopo. Zamora, mayo de 2001.