

# ANÁLISIS DE LOS NIVELES FOLIARES EN PARCELAS DE ENSAYO DE CLONES DE *POPULUS X EURAMERICANA* Y *P. X INTERAMERICANA*: COMPARACIÓN CON LOS CRECIMIENTOS

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](mailto:Jesus.Rueda@cma.jcyl.es)

## RESUMEN

En este trabajo se estudia la relación entre los niveles foliares de varios clones de chopo (*Populus x euramericana* y *P. x interamericana*) y su crecimiento en diámetro. El nutriente que presenta mayor correlación nivel foliar – crecimiento en diámetro es el magnesio. Considerando dos nutrientes de forma simultánea, el nitrógeno junto con el potasio son los que mejor correlación presentan con el diámetro, con la particularidad de que la correlación potasio - diámetro es negativa. Se proponen algunas explicaciones a este hecho.

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

## SUMMARY

In this paper, relation between leaf nutrient levels and diameter increment is analyzed in several poplar clones of *Populus x euramericana* and *P. x interamericana*. Magnesium shows the best relation with growth although if two variables are considered, nitrogen and potassium together are a better predictor of growth. It results remarkable that potassium level and growth are negatively correlated.

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

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

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 otras dos comunicaciones presentadas en este Simposio (BENGOA & RUEDA, 2001a, BENGOA & RUEDA, 2001b) se presentan algunos de los resultados obtenidos en este estudio, referentes a la variabilidad y fiabilidad de las estimaciones de los niveles foliares, al estudio de su variación a lo largo del periodo vegetativo y a las diferencias de los niveles

foliares entre clones y entre parcelas. El objetivo del presente trabajo complementa a los anteriores y es el de estudiar la relación entre los niveles foliares encontrados y el crecimiento de los clones.

## 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 según las indicaciones que se detallan en BENGUA & RUEDA (2001b).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los niveles foliares se recogen en BENGUA & RUEDA (2001b). Los resultados obtenidos en la medición de crecimientos se recogen en la Tabla. En ella se presenta el diámetro normal medio de los pies de cada clon en cada una de las parcelas cuando éstas tenían tres años de edad. Como no todas las parcelas tienen la misma fecha de plantación, estos datos corresponden a diferentes años de medida. Las diferentes condiciones meteorológicas de unos y otros años podrían condicionar en parte los crecimientos aunque no se considera que ello condicione las conclusiones.

Tabla1. Diámetro normal medio a los tres años de edad, de los pies de cada clon en cada una de las parcelas (en cm)

PARCELA	CLON					
	I-214	I-MC	Triplo	Luisa Avanzo	Flevo	Raspalje
Palenzuela	9,01	8,73		9,02		6,52
Santa Colomba	11,81	12,95	11,37	14,73	10,78	9,93
Zamadueñas	9,40	10,82		12,51		7,76
Celadilla del Río	6,72	8,71		10,01		
Muñoveros	10,86	10,72	9,17	12,29	7,31	5,60
Manganeses	10,27	11,85		12,80		
Villaturde	9,82	9,80	9,04	10,65		
Gradefes	5,78	7,08	4,72	7,92	4,48	3,68
San Cristóbal	9,10	7,84	8,75	10,05	6,49	5,26
Villamelendro	8,03	8,50	5,03	9,52	5,56	5,49

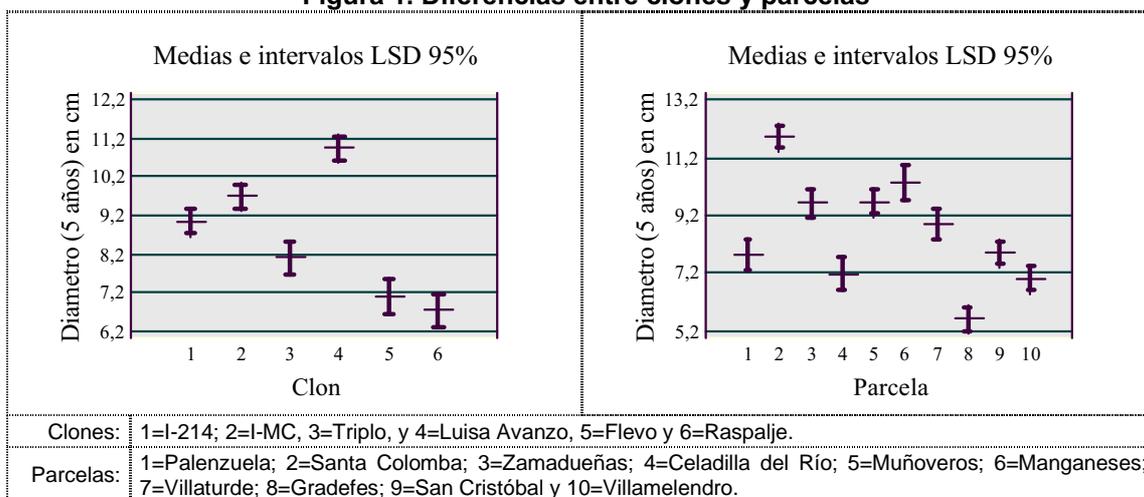
## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### Diferencias de crecimiento entre clones y parcelas

Los diámetros medidos en las distintas parcelas y clones permiten hacer un primer análisis con objeto de valorar las diferencias de crecimiento entre clones y entre parcelas. Dicho análisis de la varianza puede llevarse a cabo con los tres clones presentes en las diez parcelas en cuyo caso el experimento

corresponde a un diseño en bloques completos, de forma que cada bloque es una parcela y la variable estudiada es el crecimiento de cada clon en la parcela (dicho crecimiento se obtiene promediando todos los árboles de dicho clon en la parcela). También se obtiene un diseño en bloques completos si se consideran todos los clones, pero se seleccionan las cinco parcelas en las que todos ellos están presentes. Por último, la consideración de todos los clones y todas las parcelas da lugar a un diseño en bloques incompletos ya que algunos clones no están presentes en algunas parcelas. Los resultados que se obtienen en los distintos análisis de la varianza son consistentes entre sí. En las siguientes figuras se visualizan las diferencias entre clones y parcelas para el análisis con los seis clones y las diez parcelas.

**Figura 1. Diferencias entre clones y parcelas**



A la vista de los análisis de la varianza realizados se concluye lo siguiente:

- Existen diferencias significativas entre el crecimiento de los distintos clones, entre los que destaca Luisa Avanzo con un diámetro medio de 10.9 cm (a los 5 años). También presentan buenos crecimientos los clones I-MC (9.7) e I-214 (9.0 cm). En el extremo opuesto está el clon raspalje, que presenta un diámetro medio de 6.7 cm a los 5 años. En concreto este clon presenta un comportamiento muy malo en la parcela de Gradefes (3.7 cm).
- También existen diferencias significativas entre parcelas. La que mejores crecimientos presenta es la de Santa Colomba con un diámetro medio de 11.9 cm. En ésta parcela, incluso el clon Raspalje presenta crecimientos bastante aceptables. También es en esta parcela donde se presentan los mejores crecimientos de los distintos clones (Luisa Avanzo alcanza los 14.7 cm).
- En el otro extremo está la parcela de Gradefes, con un crecimiento medio de 5.6 cm. En esta parcela, ningún clon tiene buenos crecimientos. Otras parcelas con crecimientos relativamente bajos (7.0-7.9 cm) son San Cristóbal, Villamelendro, Palenzuela y Celadilla del Río. El resto (Zamadueñas, Muñoveros, Manganeses y Villaturde) presentan crecimientos intermedios (8.9-10.3 cm).
- No se aprecian, visualmente, interacciones claras entre las parcelas y los clones. Es decir, en las parcelas malas, todos los clones crecen poco y, viceversa, en las buenas todos los clones tienen buen comportamiento. Apenas hay ligeras desviaciones a esta norma:

- El clon Triplo presenta un comportamiento particularmente malo en Villamelendro (5.0 cm), casi tan malo como en Gradefes.
- En lo que respecta al I-214 muestra un crecimiento particularmente bajo en Celadilla del Río (6.7 cm) aunque esta es una parcela con un crecimiento medio aceptable. Sin embargo en Muñoveros (parcela que también se considera de crecimientos intermedios) tiene un comportamiento particularmente bueno (10.9 cm), al igual que I-MC y Luisa Avanzo y al contrario que Raspalje.

### Relación entre los niveles foliares y el crecimiento

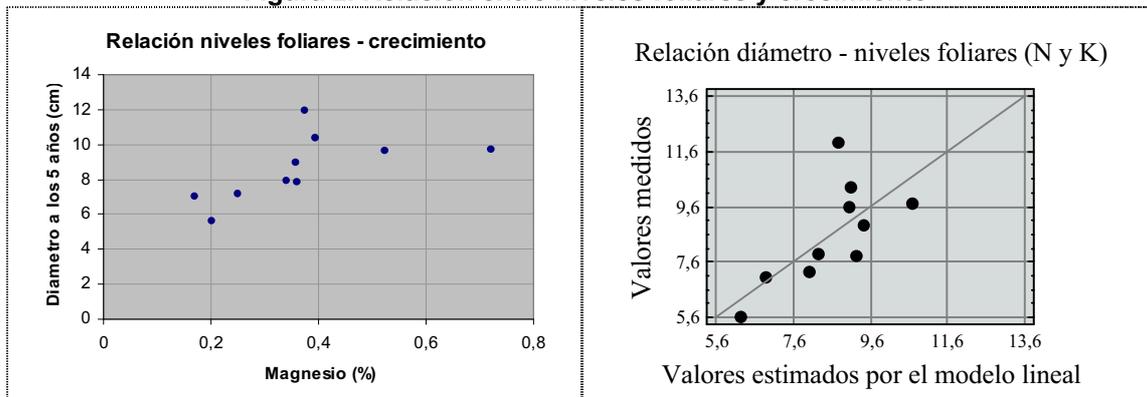
En la Tabla se presentan los coeficientes de correlación entre el diámetro normal a los cinco años de edad y la concentración foliar media de cada nutriente, considerando un dato por cada parcela (total, 10 datos).

**Tabla 2 Coeficiente de correlación de Pearson entre el diámetro a los 5 años de edad y los distintos niveles foliares (un dato por cada parcela)**

	Nutriente					
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro
<b>Coef. correlación</b>	0,2836	0,0764	-0,4863	0,1646	<b>0,6041</b>	-0,176

Considerando un dato de crecimiento medio y de niveles foliares por cada parcela y nutriente (promediando clones), se obtiene una correlación positiva significativa entre el nivel de magnesio y el diámetro medio a los 5 años ( $R^2=36\%$ ). Considerando dos variables explicativas (dos nutrientes) los mejores resultados se obtienen con nitrógeno y potasio ( $R^2=48\%$ ). Con tres variables explicativas (N, P y K) se alcanza el 51% de varianza explicada. Con más de tres variables explicativas se mejoran muy poco los resultados (téngase en cuenta que el número de datos considerados en la regresión es muy pequeño;  $N=10$ ). En la Figura 2 se muestra gráficamente algunas de estas relaciones.

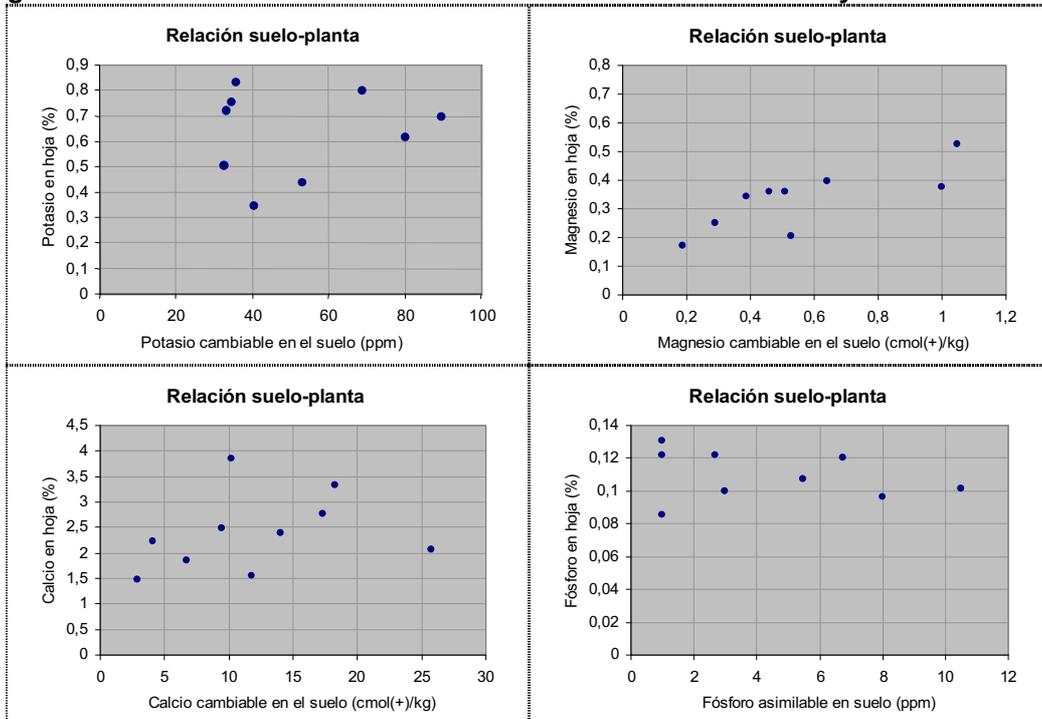
**Figura 2. Relación entre niveles foliares y crecimiento**



Sorprendentemente, en las regresiones, el potasio, presenta coeficiente negativo, ya que tiene una correlación negativa con el crecimiento. Por tratarse de un resultado no esperado, esto requiere una reflexión adicional:

- Las cuatro parcelas con peores crecimientos (Gradefes, Villamelendro, Celadilla del Río y Palenzuela) son las que tienen niveles más altos de potasio, lo cual condiciona bastante la regresión.
- Esto no implica que el bajo crecimiento sea consecuencia de la acumulación de potasio en hoja. Acaso, la relación causa-efecto podría ser la inversa.
- En cualquier caso, lo que sí refleja es que una parcela puede presentar niveles relativamente bajos de potasio y, sin embargo, mostrar crecimientos aceptables o buenos (caso de Muñoveros, con 0.32% de K) o, mejor dicho, los niveles foliares encontrados en las parcelas (superiores a 0.3%) parecen suficientes para los clones estudiados.
- No se aprecia ninguna relación entre el nivel de potasio en hoja y el potasio cambiante en el suelo (ver figura 3), por lo que el elevado nivel de potasio en hoja de las parcelas con peores crecimientos puede deberse a una acumulación de potasio ligada al bajo crecimiento (poca biomasa foliar) que puede calificarse de consumo de lujo.

**Figura 3. Relación entre niveles cambiables o asimilables en suelo y niveles foliares**



Fuente: Bengoa & Miguel, 1999

Todas estas observaciones se consideran verosímiles teniendo en cuenta que las funciones del potasio en la planta están ligadas fundamentalmente a los equilibrios osmóticos; normalmente las deficiencias en este nutriente se manifiestan en una debilidad frente a agentes nocivos como son las heladas o las enfermedades. Aunque son moderados o bajos, los niveles de potasio en suelo parecen suficientes en todas las parcelas y, de hecho, las heladas y enfermedades no son un problema importante en las parcelas estudiadas.

Lo que se ha comentado para el potasio no ocurre con otro catión como el magnesio. La correlación con el crecimiento es claramente positiva (téngase en

cuenta que es un importante componente de la clorofila) y además se aprecia una cierta correlación positiva entre el magnesio en hoja y el magnesio cambiante en el suelo. En el campo hortícola, las respuestas a la fertilización de magnesio suelen desaparecer cuando hay más de 0.4 cmol(+)/kg (en algunos cultivos este límite se reduce a 0.2 cmol(+)/kg) (Wild, 1992), lo que induce a pensar que los chopos son relativamente exigentes en este nutriente. Por su parte, aún cuando los suelos no son ricos en potasio, no parece que las choperas dependan en exceso de este nutriente lo que lleva a pensar que presentan cierta frugalidad para este macronutriente. Todas estas conclusiones no dejan de ser propuestas ya que están avaladas por un número bastante limitado de datos. Por lo tanto sería deseable que se contrastaran con otros trabajos llevados a cabo en otras parcelas y otras zonas.

A pesar de lo comentado sobre las relaciones entre el crecimiento y los niveles foliares, debe señalarse que hay una parcela, la de Santa Colomba, que se diferencia netamente de las demás: aunque cuenta con los mejores crecimientos, no presenta niveles altos de magnesio ni niveles bajos de potasio (presenta niveles intermedios de ambos nutrientes). Ello lleva a pensar que son otros factores de crecimiento los que dan lugar a los buenos crecimientos de Santa Colomba. Entre ellos puede estar el nivel de nitrógeno, aunque no parece ser éste el único factor que dé lugar a los buenos crecimientos de esta parcela. Ninguno de los factores estudiados se revela de forma clara en este sentido.

En lo que respecta al nitrógeno, se aprecia una ligera correlación positiva con el crecimiento, aunque hay parcelas con buenos niveles de nitrógeno en hoja que presentan crecimientos muy mediocres (como la de Palenzuela, con 2.25% de N y un diámetro medio de 7.8 cm a los 5 años). Y viceversa, hay parcelas con buenos crecimientos y niveles normales de nitrógeno (como Manganeses, con 1.72% de N y un diámetro medio de 10.3 cm a los 5 años). Este nutriente no presenta una relación clara con ninguna propiedad edáfica (ni siquiera con el porcentaje de materia orgánica).

El nivel de fósforo en hoja no presenta una relación clara ni con el crecimiento ni con su disponibilidad en suelo. Parece que un nivel foliar de 0.08-0.10% es suficiente para los clones estudiados.

El nivel de calcio en hoja tampoco presenta una relación clara con el crecimiento. En cambio, sí mantiene una cierta relación con el nivel de calcio cambiante en suelo y de carbonatos y caliza activa también en suelo. En este sentido hay una parcela (Villaturde) que presenta un porcentaje de calcio en hoja particularmente alto (con niveles que van de 2.6 a 4.9% según clones) y sin embargo no hay carbonatos en suelo, el pH es ligeramente ácido y el calcio cambiante es medio (10 cmol(+)/kg). No se ha encontrado una explicación a este hecho. En cambio la parcela de Muñoveros, que parece tener una pequeña proporción de caliza y tiene calcio cambiante elevado, presenta un nivel de calcio en hoja intermedio. En este caso, parece que dicha caliza (1-3%) está en forma de arena y no tiene una influencia apreciable sobre la nutrición de este elemento. La cantidad de calcio cambiante está sobreestimada con toda probabilidad, habida cuenta de la capacidad de

intercambio catiónico del suelo (por disolución de parte de la caliza durante la extracción del calcio).

**Tabla 3 Coeficiente de correlación de Pearson entre el diámetro a los 5 años de edad y los distintos niveles foliares (un dato por cada parcela) por separado para cada clon.**

CLON	Nutriente					
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro
I-214	0,16	<b>-0,50</b>	<b>-0,63</b>	0,30	<b>0,63</b>	-0,28
I-MC	0,18	-0,07	-0,30	0,14	<b>0,50</b>	0,14
Triplo	<b>0,86</b>	<b>0,53</b>	<b>-0,56</b>	0,19	<b>0,77</b>	<b>0,67</b>
Luisa Avanzo	-0,09	-0,05	-0,26	-0,38	0,37	-0,43
Flevo	0,43	<b>0,63</b>	-0,16	0,01	0,45	-0,34
Raspalje	0,20	<b>0,77</b>	-0,33	0,22	0,30	0,10

Las diferencias en los niveles foliares de los distintos clones hace recomendable llevar a cabo estos análisis, de forma individual para cada clon. A continuación se analizan los resultados obtenidos para cada clon. En la Tabla 3 se presentan los coeficientes de correlación obtenidos para cada clon.

La correlación negativa entre el crecimiento y el nivel de potasio se presenta en todos los clones, aunque sólo es elevada ( $<-0.5$ ) en el caso de los clones I-214 y Triplo. Por lo tanto se consideran válidos los comentarios anteriormente expuestos para este nutriente.

La correlación positiva entre el crecimiento y el magnesio también se presenta para todos los clones y, especialmente para I-214, I-MC y Triplo. Por lo tanto se consideran válidos los comentarios anteriormente expuestos para este nutriente.

Respecto al nitrógeno, la correlación positiva se presenta en cinco de los seis clones y sólo es evidente para el Triplo. Este resultado también parece coherente con lo expuesto anteriormente.

Respecto al fósforo, los resultados son muy diferentes para los distintos clones estudiados. Para el I-214 se obtiene una correlación negativa, aunque está muy condicionada por un solo valor. Para Triplo, Flevo y Raspalje, se obtienen correlaciones positivas, aunque sólo en Raspalje parece significativa la correlación y no motivada por un solo punto.

El calcio y el hierro presentan en casi todos los casos coeficientes de correlación muy bajos.

La estimación de los coeficientes de correlación, utilizando un valor por cada clon, está destinada a comprobar si crecen más o menos los clones que presentan niveles más altos o más bajos de un o unos determinados nutrientes. Por lo tanto no hace referencia a las diferencias de crecimiento como

consecuencia de los factores del medio. En este análisis se observa una correlación negativa entre el crecimiento y el nivel de calcio y positiva con el nivel de nitrógeno. En los dos extremos de esta escala se encuentra el clon Raspalje, que suele presentar bajos crecimientos con niveles altos de calcio y bajos de nitrógeno y el clon Luisa Avanzo al que lo ocurre lo contrario.

Por último se ha estudiado la correlación entre niveles foliares y crecimientos, utilizando los valores de los niveles foliares y crecimientos de cada clon en cada parcela, es decir, sin tener en cuenta el clon al que pertenece cada subparcela. En la Tabla se presentan los coeficientes de correlación obtenidos (N=48).

**Tabla 4 Coeficiente de correlación de Pearson entre el diámetro a los 5 años de edad y los distintos niveles foliares (un dato por cada parcela)**

	Nutriente					
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro
<b>Coef. correlación</b>	0,3086	0,0716	-0,3652	-0,1147	0,379	0,0093

Con estos datos no se obtienen buenas correlaciones para ninguno de los nutrientes. Las más elevadas son las correlaciones positivas con el magnesio (0.38) y con el nitrógeno (0.31) y la correlación negativa con el potasio (-0.36). Todo ello refleja la importancia de considerar el diferente comportamiento de los clones a la hora de valorar los niveles foliares.

## 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. L. Bengoa, J. Miguel, R. Cabo y M. Sánchez (ITAGRA) para la Junta de Castilla y León y en el informe relativo a la red de parcelas de ensayo de clones de chopo en Castilla y León realizado por J. Rueda y P. Jorrín.

## BIBLIOGRAFÍA

BENGOA, J. L. & MIGUEL, J. 1999. Caracterización edáfica de las parcelas de *Populus x euramericana* y *P. x interamericana*. ITAGRA – Junta de Castilla y León.

BENGOA, J. L. & RUEDA, J. 2001a. 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.

BENGOA, J. L. & RUEDA, J. 2001b. Análisis de los niveles foliares en parcelas

de ensayo de clones de *Populus x euramericana* y *P. x interamericana*: comparación con los crecimientos. I Simposio del Chopo. Zamora, mayo de 2001.

WILD, A. (coord.) 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Mundi-Prensa. Madrid. 1.045 pp.