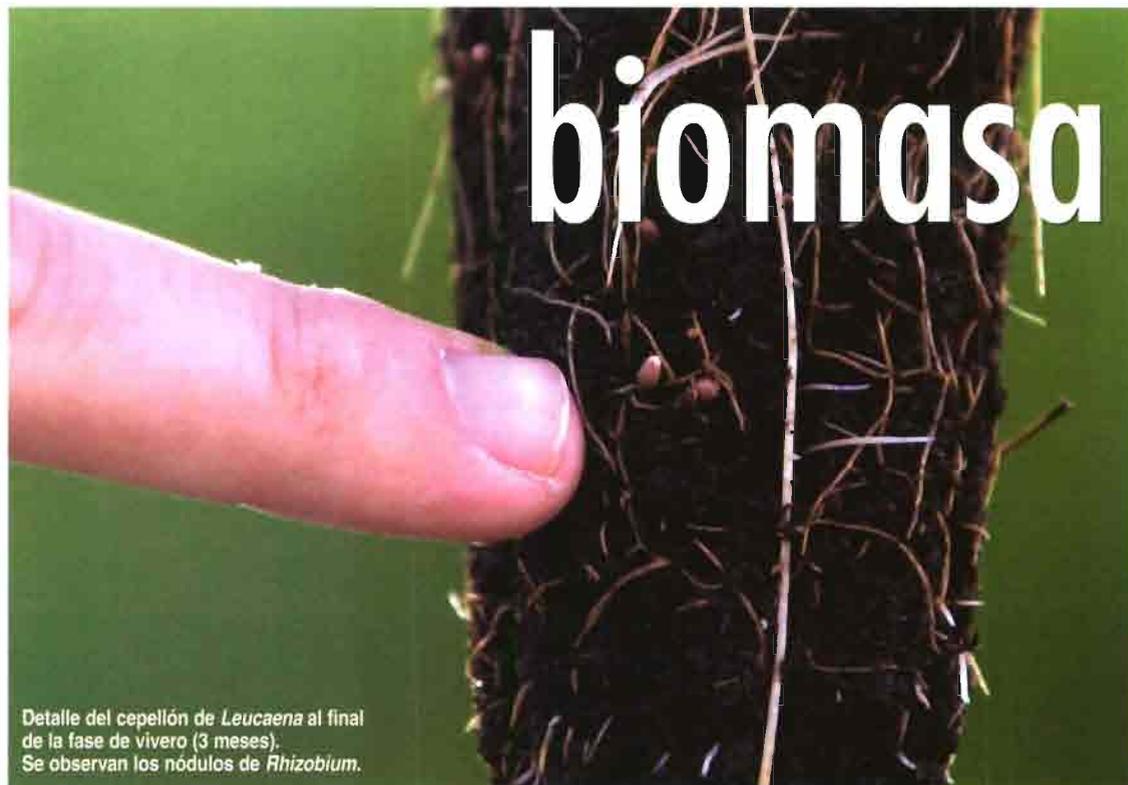


Leguminosas leñosas de rápido crecimiento para la producción de biomasa

Los cultivos para producción de biomasa surgen por la necesidad de reducir los excedentes de los cultivos tradicionales, aumentando el déficit actual de pasta para papel y combustibles. En este sentido, resultan interesantes especies como las leguminosas, que además fijan el nitrógeno atmosférico. Por esto, en la provincia de Huelva se han llevado a cabo ensayos con varias especies de leguminosas leñosas de rápido crecimiento y con posibilidades de uso múltiple.



Detalle del cepellón de *Leucaena* al final de la fase de vivero (3 meses). Se observan los nódulos de *Rhizobium*.

Cultivos alternativos a los alimentarios en el suroeste de la Península Ibérica

Manuel Fernández⁽¹⁾,
Raúl Tapias⁽¹⁾,
Joaquín Alaejos⁽¹⁾,
Laura Salvador⁽¹⁾,
José A. González Duque⁽¹⁾,
Ascensión Alfaro⁽¹⁾,
M. Mar García Gómez⁽²⁾,
Francisco López Baldovín⁽²⁾,
M. Jesús Díaz Blanco⁽²⁾,
y Patricia Alesso⁽³⁾.

Universidad de Huelva.
Departamentos de Ciencias
Agroforestales⁽¹⁾
y de Ingeniería Química⁽²⁾
y Centro de Investigación
y Documentación del
Eucalipto (CIDEU)⁽³⁾.

Los excedentes alimentarios que viene generando la Unión Europea desde hace unas décadas, obligan al sector agrícola a la búsqueda de salidas alternativas que puedan mantener un nivel de rentas apropiado en el ámbito rural. Para ello, los cultivos destinados a producción de biomasa vegetal pueden ayudar a paliar este problema socioeconómico, al tiempo de contribuir a la producción y uso sostenido de materias primas menos contaminantes. La salida a esta situación de crisis excedentaria pasa por apoyarse en tres líneas fundamentales, al menos en su fase de producción (Montero de Espinosa, 1993): a) trabajar en productos de muy alta calidad, a través de la

selección de especies o variedades de crecimiento rápido y alta rentabilidad, apoyada en programas de mejora genética; b) utilizar cultivos que ayuden a recuperar el degradado equilibrio ecológico, en especial para la restauración de suelos agrícolas marginales degradados –en este sentido, muestran interés especies como las leguminosas, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico e incorporarlo posteriormente al suelo junto con la biomasa muerta no recolectada o mediante abonado en verde–; y c) dirigir la agricultura hacia utilidades no alimentarias (energía, papel, tejidos, productos químicos, etc.). Como ejemplos, podemos citar el aumento progresivo del consumo de madera en nuestro

país (Anuario de estadística agraria, 1998), que ha llevado a la búsqueda de nuevas materias primas (residuos agrícolas, plantas alternativas), o el valor medioambiental y estratégico de buscar fuentes energéticas renovables como alternativa a los combustibles fósiles para el abastecimiento de las plantas de cogeneración.

Los cultivos para uso no alimentario pueden ser de tipo herbáceo o leñoso, pero sus técnicas de cultivo varían sensiblemente de las tradicionales y, aún en nuestros días, no están totalmente definidas, así como no lo están las especies a emplear según las condiciones de suelo y clima de cada zona. Más aún, los cultivos alternativos para produc-

ción de biomasa cuentan con algunos inconvenientes como pueden ser un mayor coste de recogida, transporte y manipulación o producciones estacionales que hacen que se deba almacenar de una sola vez la materia prima que se vaya a utilizar durante un año.

De entre los nuevos aprovechamientos que pueden derivarse de cultivos con especies leñosas de crecimiento rápido cabe destacar dos campos: la generación de energía a partir de biomasa y la obtención de pasta celulósica con destino a la industria papelera.

Producción de biomasa en la UE

La producción energética a partir de biomasa en los quince países de la Unión Europea en 2001 fue de 56,6 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo) lo que representa el 61,5% de toda la energía producida a partir de fuentes renovables, pero tan sólo el 3,8% de la producción energética en el global de la Unión Europea. Los objetivos de la Unión Europea son que para el año 2010 la cuota de

consumo del conjunto de energías renovables alcance un 12% del total de producción de energía. Para el caso de energía de biomasa, el objetivo sería alcanzar en dicho año una producción energética de 135 Mtep, lo que supone el aumentar en más del doble la producción actual. Según estas previsiones, gran parte de este aumento de producción energética, el 64,2%, deberá provenir de cultivos energéticos (European Commission, 2003). Pese a la creciente producción energética a partir de residuos, hay una coincidencia en los especialistas de la materia en señalar que los cultivos energéticos constituyen la fuente que puede ofrecer un mayor potencial de producción de biomasa. (Ciemat, 2001; European Comisión, 1998). En la actualidad son diversas las plantas que están siendo utilizadas en diversos países europeos y americanos (*Populus* spp, *Salix* spp, *Betula* ssp, *Eucalyptus* ssp., *Miscanthus* spp, *Cynara cardunculus*, etc.), aunque aún no se ha alcanzado una fase de utilización comercial significativa a nivel mundial.

En la actualidad, la produc-

El ensayo consistió en el cultivo de catorce especies pertenecientes a los géneros *Leucaena*, *Prosopis*, *Sesbania*, *Chamaecytisus* y *Retama*

ción de papel se obtiene casi en su totalidad a partir de especies madereras convencionales dentro de la industria papelera, tales como pino, eucalipto o abedul (Hamberg, 1997). No obstante, son cada vez más numerosos los ensayos con plantaciones de otras especies que posean tanto buenas propiedades de fibra como altos rendimientos. De entre estas especies que pueden ser utilizadas como fuente de materia prima en la industria papelera cabe mencionar: el kenaf (*Hi-*

biscus cannabinus L.), la hierba elefante (*Miscanthus sinensis* Anders) o la caña (*Arundo donax* L.).

Entre las especies a evaluar en el suroeste de España como posibles cultivos no alimentarios, de crecimiento rápido y con posibilidades de uso múltiple (celulosa, energía, forraje, restauración del suelo, etc.) y de adaptación a ambientes distintos (humedad, aridez, salinidad), hemos considerado para este estudio *Chamaecytisus proliferus* var. *palmensis* (tagasaste), *Leucaena leucocephala*, *L. diversifolia*, *L. colinsii*, *Prosopis alba*, *P. juliflora* y *Sesbania sesban*, especies que tradicionalmente se han utilizado como forrajeras pero que se presentan con un futuro muy prometedor en cuanto a su multiplicidad de usos. A estas especies se añadió *Retama monosperma*, por ser una leguminosa ampliamente difundida en esta región. Se incluyeron varias procedencias de algunas de las especies (cuatro de tagasaste y tres de *L. leucocephala*) para evaluar el diferente comportamiento y las posibilidades de mejora. Para el caso concreto del tagasaste, arbusto natural de la isla de La Palma, ya hay realizadas algunas experiencias sobre sus posibilidades de cultivo en el suroeste de España (González Duque, 2000). En estas experiencias se puso de manifiesto la variabilidad existente entre poblaciones y, dentro de cada población, entre individuos.

Metodología

El ensayo consistió en la producción de plantas, a partir de semillas, de *Chamaecytisus proliferus*, *Leucaena leucocephala*, *L. diversifolia*, *L. salvadorensis*, *L. colinsii*, *Prosopis alba*, *P. juliflora*, *Sesbania sesban* y *Retama monosperma*. Las plantas se produjeron en vivero, en envases de 300 cm³, se inocularon con bacterias del género *Rhizobium* y, a los tres meses de edad, se transplantaron a las parcelas de cultivo, situadas en el campo de prácticas de la Escuela Politécnica



Detalle del sistema de cultivo. En primer plano, plantas de tagasaste (*C. proliferus*) de 5 meses de edad (dos meses después del transplante), al fondo plantas de *Leucaena leucocephala*.

Superior, en el Campus de La Rábida (Palos de la Frontera, Huelva). El diseño experimental consistió en dos ensayos (parcelas), cada una de ellas formada por cuatro bloques completos y dieciséis plantas por unidad experimental. El marco de plantación fue de 0,6x1,8 m. Para la estimación de la biomasa, se realizaron tres tipos de aprovechamiento (n° de cortas), todos ellos en época invernal (mes de febrero), obteniéndose datos del crecimiento a un año de edad desde la siembra (1), a dos años de edad desde la siembra (2) y a un año de edad tras rebrotar después de haber sido cortado cuando tenía un año (1+1). Este último tratamiento está precedido de una selección de brotes en el mes de julio en la que se dejaron tres brotes por planta.

El desarrollo de los cultivos se siguió periódicamente con mediciones de altura y diámetro. En el momento de la cosecha se estimó la distribución de biomasa dentro de la planta y los contenidos de humedad de cada órgano en una muestra de cuatro brotes/especie/bloque para poder determinar la biomasa seca. En cada uno se separó y pesó la fracción leñosa y la no leñosa.

Las materias primas utilizadas se caracterizaron química y físicamente en la primera corta. Se aplicaron normas TAPPI para la determinación de las principales características químicas: holocelulosa, lignina, alfa celulosa, y sustancias extraíbles en alcohol-benceno, agua e hidróxido sódico. Para la determinación de la longitud de fibra se ha procedido a la medición de cien fibras individuales.

Resultados

Biomasa seca producida por especie

La especie y el tipo de aprovechamiento (n° de cortas) mostraron diferencias significativas en cuanto a producción, tanto para biomasa leñosa como para biomasa total. Cabe destacar el alto grado de significación obtenido

CUADRO I.

BIOMASA SECA PRODUCIDA EN CADA TIPO DE APROVECHAMIENTO (1: UN AÑO DESPUÉS DE LA SIEMBRA, 2: DOS AÑOS DESPUÉS DE LA SIEMBRA, 1+1: REBROTE DE UN AÑO TRAS HABER SIDO CORTADO EL PRIMER AÑO).

Tipo de aprovechamiento	Producción anual	
	Peso Seco leñoso (t/ha/año)	Peso Seco total (t/ha/año)
1	3,48	5,01
2	10,60	14,12
1+1	13,07	18,78

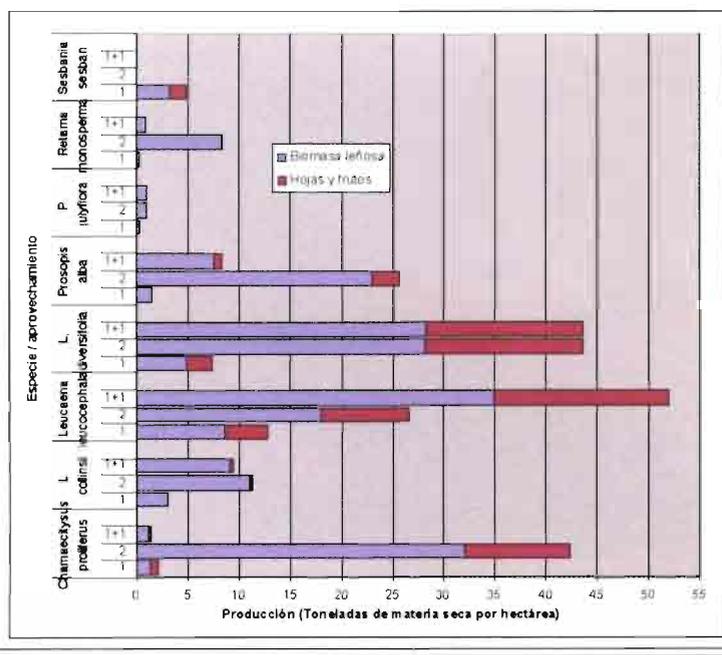


Estado de los cultivos a los 18 meses. Tagasaste delante de las investigadoras y *Leucaena* detrás.

FIGURA 1.

Biomasa seca producida en una cosecha, para cada tipo de aprovechamiento (1: un año después de la siembra, 2: dos años después de la siembra, 1+1: rebrote de un año tras haber sido cortado el primer año).

* Para los tipos de aprovechamiento 1 y 1+1 la producción de peso seco leñoso (biomasa leñosa) y no leñoso (hojas y frutos) se refiere a t/ha/año, mientras que para el tratamiento 2 la producción que aparece es la acumulada en dos años (t/ha/dos años).



para la interacción especie x tipo de aprovechamiento, en función de la capacidad de rebrote tras la corta. Al final del segundo año de edad, para unas especies la producción se vio favorecida por la corta al año de edad (*Leucaena diversifolia* y *L. leucocephala*), para otras se perjudicó (*Chamaecytisus proliferus* y *Prosopis alba*), mientras que para otras resultó indiferente (*Prosopis julyflora*, *Retama monosperma* y *Leucaena colinsii*) (cuadro I y figura 1).

Las especies menos productivas en los tres tipos de aprovechamiento fueron *R. monosperma* y *P. julyflora*, seguidas de *L. colinsii*. Por su parte, *P. alba* fue poco productiva el primer año (1) pero logró superarse durante el segundo año (2), alcanzando los niveles obtenidos para *L. leucocephala*, no obstante, no respondió satisfactoriamente a la corta (1+1). *L. leucocephala* resultó ser la más productiva durante el primer año y presentó la mayor tasa productiva tras la corta anual, seguida en el ranking por *L. diversifolia*. Sin embargo, para el tipo de aprovechamiento (2) destacaron tanto *L. diversifolia* como *Ch. proliferus*, viéndose esta última sensiblemente perjudicada por la corta anual (figura 1).

Tanto *Leucaena* como *Prosopis* mostraron una enérgica capacidad de rebrote tras la corta, mientras que el tagasaste acusó negativamente la corta (cuadro II) presentando, incluso, una tasa de mortalidad del 40%.

Distribución de la biomasa

La distribución de la biomasa (leñosa-no leñosa) en el momento de la corta dependía de la especie y, en menor grado, del tipo de aprovechamiento (figura 1). *Retama monosperma* y *P. julyflora* apenas poseían hojas. *L. colinsii* perdió prácticamente todas las hojas en febrero. Sin embargo, las demás especies mantuvieron la mayor parte de sus hojas (20-50% de la biomasa total). Cabe mencionar que *L. diversifolia*, *L. leucocephala*, *C. proliferus*,

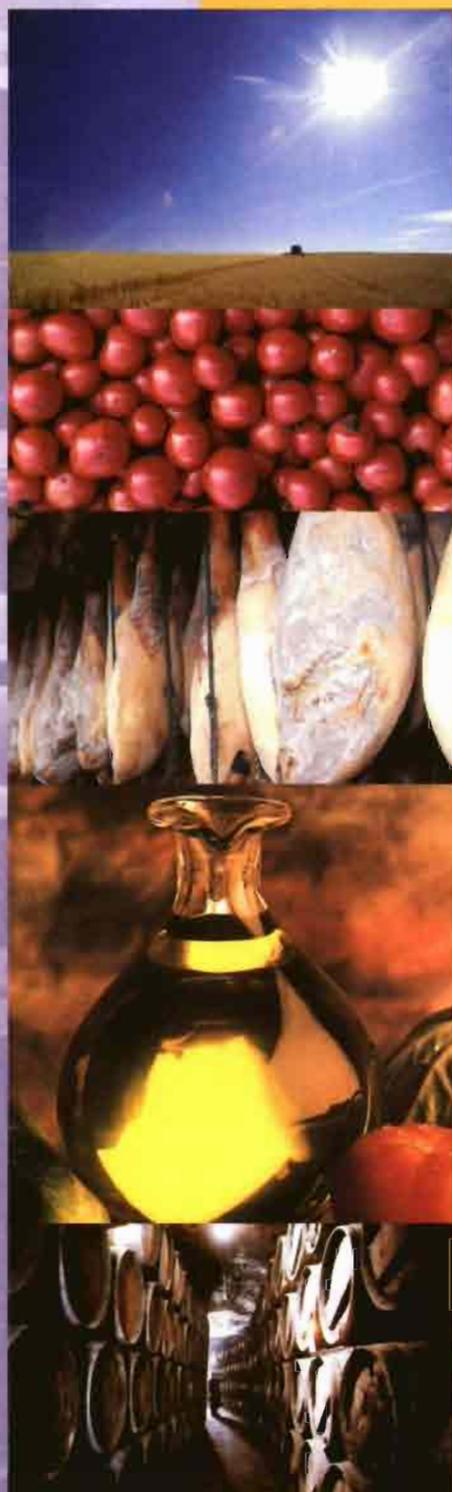
EUMEDIA

AgroNegocios

Información agroalimentaria

Eumedia, a través de AgroNegocios,
le ofrece semana a semana
la mejor información económica del
sector agroalimentario
tanto nacional como internacional.

Un periódico indispensable
para todo aquel profesional que
quiera estar al día.



EUMEDIA

*Expertos en comunicación
agroalimentaria*

www.eumedia.es

R. monosperma y *S. sesban* a los dos años de edad tenían una importante producción de frutos, especialmente *L. leucocephala*, que comenzó su fructificación a los seis meses de edad.

Características física y química de las materias primas

Los resultados de longitud y diámetro de fibra y caracterización química de materia prima para las diferentes especies ensayadas se recogen en el **cuadro III**.

Conclusiones

La producción de biomasa fue superior durante el segundo

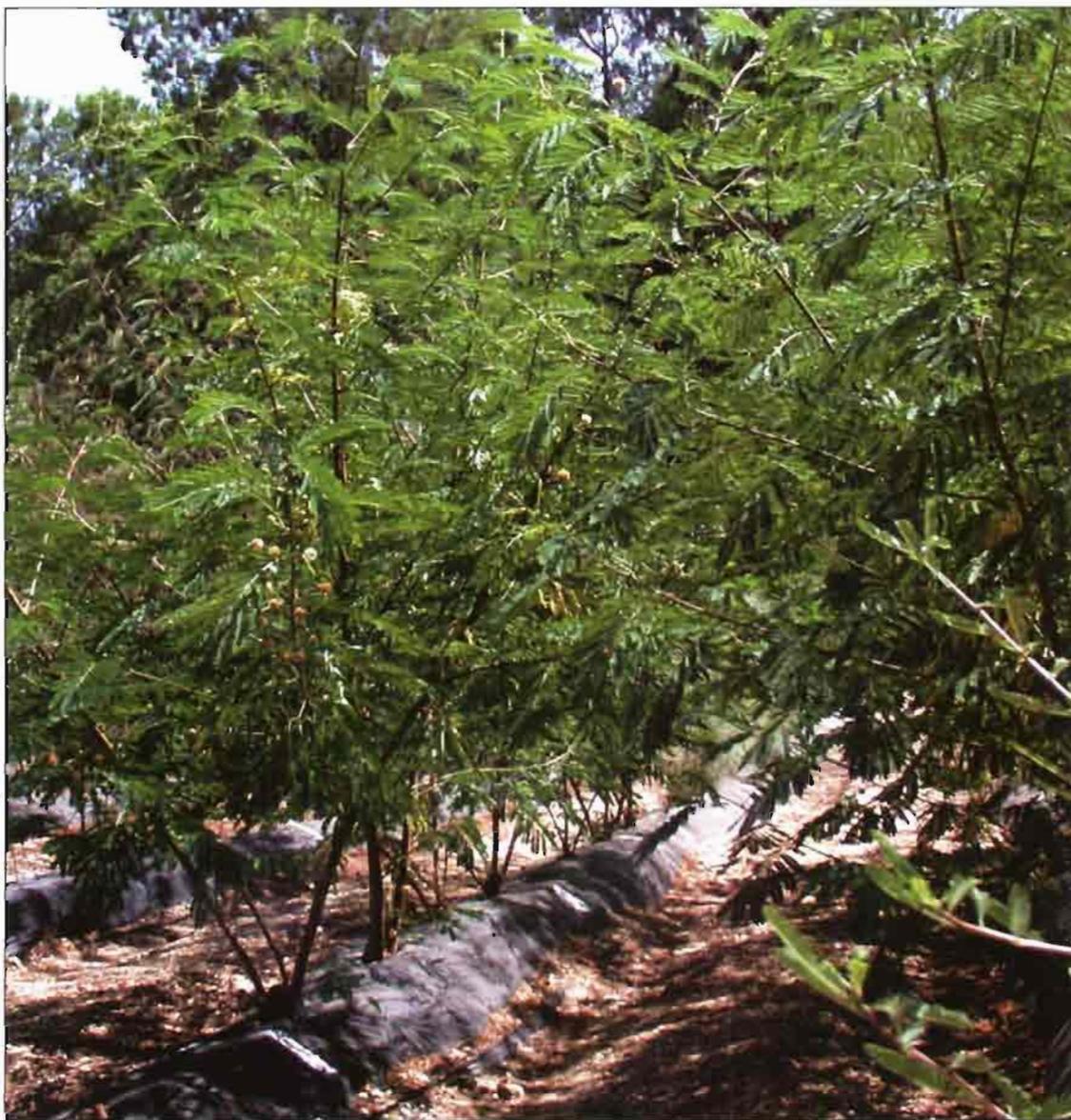
año de edad que durante el primero en todas las especies estudiadas, debido, posiblemente, a una pequeña ralentización del crecimiento motivada por el trasplante, hasta el momento en que las raíces se extienden por el suelo. Cabe añadir que, al menos para *L. leucocephala*, es habitual una desaceleración del crecimiento durante los dos o tres primeros meses de edad (Parotta, 1992).

El hecho anterior nos sugiere que para algunas de las especies ensayadas como *P. alba*, *C. Proliferus* y *R. monosperma* sería preferible el aprovechamiento a turnos más largos que el anual. Por ejemplo, clones productivos de la

primera, aprovechados a turnos cortos de tres años, pueden producir hasta 39 t/ha en un lugar semiárido de Texas (Felker et al., 1989), del mismo orden de magnitud que la biomasa obtenida en nuestro ensayo con turno de dos años. Las referencias que se tienen de turnos menores al año para tagasaste (*C. proliferus*) suelen estar destinadas al uso forrajero (Assefa, 1998), no a biomasa leñosa. En nuestro estudio, el tagasaste ha llegado a producir 42 t/ha con turno de dos años (2 t/ha el primer año) con una gran variación entre las cuatro procedencias estudiadas. Este valor está entre los más altos encontrados en la bibliografía.

No obstante, en nuestro ensayo no soportó bien la corta, posiblemente debido a que el punto de corte se hizo a una altura menor de 50 cm y, además, se vio perjudicado sensiblemente por los períodos de tiempo en que el suelo de las parcelas permanecía encharcado. Por su parte, tanto la especie local incluida en el ensayo, *R. monosperma*, como *P. juliflora* no presentaron producciones que pudieran tener viabilidad económica. El caso de esta segunda especie nos hace pensar en una mala calidad de las semillas utilizadas o en una mala adaptación a las condiciones edafoclimáticas de las parcelas, puesto que es una especie altamente productiva, incluso adaptada a lugares más áridos que las demás especies.

En el caso de *L. leucocephala*, apreciamos que con un turno de corta de dos años no se obtiene un incremento sustancial en la tasa de crecimiento anual, mientras que si se corta con un año de edad, el rebrote producido durante el segundo año incrementa notablemente la producción, llegando a alcanzar 51 t/ha/año (35 leñosas y 16 de forraje). Este resultado está dentro del rango más alto en crecimiento descrito en la bibliografía (Parotta, 1992; Fariamarmol y Morillo, 1997; Sánchez et al., 2003). Para esta especie se pueden utilizar turnos de cortas de hasta tres meses (Zárate, 1987), pero éstos son destinados a la producción de forraje. Si el objetivo fuese la producción leñosa, habría que pensar en turnos algo más largos, entre seis y doce meses, pudiéndose incluso realizar un doble aprovechamiento de forraje y leña. Por otro lado, *L. diversifolia* presentó un buen comportamiento tanto para el turno de corta de un año como para el de dos años, superando a *L. leucocephala* en este último tipo de aprovechamiento. No obstante, el crecimiento inicial desde la siembra resultó menos vigoroso que el de esta última. *L. diversifolia* se ha utilizado como alternativa a *L. leucocephala* en plantaciones de cotas altas (700-2.500



Rebrote de las plantas de *Leucaena* cortadas al final del primer año.

CUADRO II.

CARACTERÍSTICAS MEDIAS DE LAS PLANTAS SEGÚN ESPECIE Y TIPO DE APROVECHAMIENTO (1: UN AÑO DESPUÉS DE LA SIEMBRA, 2: DOS AÑOS DESPUÉS DE LA SIEMBRA, 1+1: REBROTE DE UN AÑO TRAS HABER SIDO CORTADO EL PRIMER AÑO).

Especie aprovechamiento	Altura (m)			Diámetro (cm)		
	1	1+1	2	1	1+1	2
<i>L. diversifolia</i>	2,82	3,48	4,23	2,40	3,03	4,15
<i>L. collinsii</i>	2,04	2,56	2,57	1,92	2,15	2,31
<i>L. leucocephala</i>	2,91	4,01	2,83	2,60	3,41	3,15
<i>Chamaecytisus proliferus</i>	1,92	1,80	3,00	2,04	1,61	2,50
<i>Prosopis alba</i>	1,30	1,61	2,45	1,10	1,09	1,50
<i>Prosopis juliflora</i>	0,67	0,88	0,80	0,62	0,90	0,85
<i>Retama monosperma</i>	0,54	0,61	1,40	0,67	0,71	1,38
<i>Sesbania sesban</i> (1)	1,97	—	—	1,82	—	—

CUADRO III.

CARACTERÍSTICAS FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS. LONGITUDES DE LAS FIBRAS DE LAS ESPECIES ENSAYADAS Y CONTENIDOS (EN %) DE SUSTANCIAS EXTRAÍBLES EN SOSA, HOLOCELULOSA Y LIGNINA.

Especie	Longitud media de las fibras (mm)	Sustancias extraíbles en sosa (%)	Holocelulosa (%)	Lignina (%)
<i>Leucaena diversifolia</i>	0,73	17,4	77,9	19,1
<i>Leucaena leucocephala</i>	0,92	18,4	75,9	21,4
<i>Leucaena colinsi</i>	0,81	20,0	80,8	17,0
<i>Chamaecytisus proliferus</i>	0,81	16,7	79,7	16,8
<i>Prosopis juliflora</i>	0,58	22,6	62,8	20,6
<i>Prosopis Alba</i>	—	20,9	63,6	19,3
<i>Retama monosperma</i>	0,67	16,9	71,8	21,5

m) en su hábitat natural, siempre que esté exenta de heladas; además, su menor contenido en mimosina en hojas incrementa sus posibilidades forrajeras. Por su parte, *L. collinsii* no alcanzó las cotas productivas de las otras dos especies de su género.

Las producciones anuales en materia seca más altas que hemos obtenido en el ensayo igualan a las mayores producciones que presentan otros cultivos alternativos como kenaf, miscanto o sorgo (Montero de Espinosa, 1993; Junta Extremadura, 1996) en la Península Ibérica y superan las obtenidas para cultivos de especies arbóreas como chopo, robinia, sauce, eucalipto o ailanto, que en el mejor de los casos (chopo) no sobrepasan las 20 t/ha/año (Hernández et al., 1996). La particularidad de su condición de fijadoras de nitrógeno atmosférico (por ejemplo, 110 kgN/ha y año para *L. leucocephala*

la (Parotta, 1992) y su uso múltiple (por ejemplo, producción forrajera de hasta 15 t/ha/año para *L. leucocephala* y *L. diversifolia* ó 10 t/ha en turnos de dos años para *C. proliferus*) las convierte en una alternativa interesante de cultivo.

Aptitud para obtención de celulosa

La aptitud del material leñoso para su uso como materia prima para obtener celulosa depende fundamentalmente de las características de la fibra y del rendimiento de celulosa. Las fibras de *Leucaena leucocephala* son las que presentan una longitud mayor entre todas las especies estudiadas, llegando a longitudes cercanas al milímetro. En el polo opuesto *Prosopis juliflora* presenta la longitud de fibra menor, ya que no supera 0,6 mm de longitud media. Habida cuenta de que se trata de ensayos realiza-

ELIJA KUHN, ELIJA LA DIFERENCIA



MASTERDRIVE®

UNA MAYOR VIDA ÚTIL PARA UNA MAYOR SERENIDAD

El futuro pertenece a aquellos que sabrán elegir una máquina con una longevidad y un valor de reventa garantizados. Para hacer frente a este reto, KUHN ha inventado el MASTERDRIVE®, el nuevo cárter de doble estanqueidad que protege la mecánica de

accionamiento de sus rastrillos hileradores monorrotos de gran capacidad.



MASTERDRIVE®

El nuevo cárter de doble estanqueidad. Una exclusividad KUHN.



www.kuhn.es

175
Years of Excellence*

* 175 años de excelencia

Pol. Ind. Los Frailes, 23
28814 DAGANZO (Madrid)

Tel: 91 878 22 60
Fax: 91 878 25 01
E-mail: info@kuhn.es



Cosecha del segundo año.

dos sobre una primera corta, estas fibras tienen dimensiones comparables a las de otras materias primas no madereras como el bagazo, *Cynara cardunculus*, pajas de arroz y de cereales y tallos de algodón cuyas dimensiones oscilan entre 0,6 mm y 1 mm (Jiménez et al., 1990; Gominho et al., 2001); y son inferiores a las fibras de otras especies no madereras usadas en textiles o papeles especiales, como el abacá, el esparto, las fibras de algodón, el sisal, yute y paja de lino, que oscilan entre 1,5 mm y 30 mm, y especies madereras coníferas (entre 2,7 y 4 mm), aunque similares a especies madereras frondosas como el eucalipto y, en general, las maderas duras de clima templado, que oscilan entre 0,7 y 1,3 mm de longitud de fibra (Alaejos, 2004).

La caracterización química de las especies ensayadas ofrece unos resultados de contenidos en lignina en un rango relativamente estrecho y similar a las tradicionales especies de frondosas (López et al., 2004). Las solubilidades en sosa, agua caliente y sustancias extraíbles en mezclas alcohol-benceno apuntan unas potenciales pérdidas de rendimiento en procesados alcalinos de estas materias primas sustancialmente mayores en ambas especies de *Prosopis*. También son menores los contenidos en holocelulosa. Serían pues las especies menos aconsejables para su aprovechamiento como materia prima en la producción de pasta celulósica. Las especies de *Leucaenas* y *tagasaste* presentan contenidos similares y de los más elevados en α -celulo-

sa, de indudable interés en la fabricación de pasta celulósica y papel. ■

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Plan Nacional de I+D+i 2000-2003 (proyectos coordinados PPQ2001-

2489-C03-03 y PPQ 2001-2489-C03-02) y por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (proyecto C01-121).

Los autores agradecen a M. Mar Alcúña, Manolo Blanco, Jessica Heredia, María José Arévalo, Sonia Cruzado, Laura Oliveira, Pedro Llanes y José Ponce su colaboración en el desarrollo del proyecto.

RESUMEN

Este estudio pretende evaluar las posibilidades del empleo de leguminosas leñosas de rápido crecimiento como cultivos alternativos a los alimentarios destinados a la producción de biomasa para la fabricación de pasta para papel y como fuente de energía. Surge por la necesidad de reducir los excedentes de cultivos tradicionales, disminuir el déficit comercial en otros productos como la pasta para papel y los combustibles y mejorar el balance de carbono de estos terrenos. Además, por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico contribuyen con sus restos a mejorar la fertilidad de los suelos.

El ensayo consistió en el cultivo de catorce especies / procedencias de los géneros *Leucaena* (*L. leucocephala*, *L. salvadorensis*, *L. diversifolia*, *L. collinsi*), *Prosopis* (*P. alba* y *P. juliflora*), *Sesbania* (*S. sesban*), *Chamaecytisus* (*C. proliferus* var *palmensis*) y *Retama* (*R. monosperma*). Las plantas fueron producidas a partir de semillas e inoculadas con bacterias del género *Rhizobium*. Tras una fase de vivero, fueron transplantadas en dos parcelas de ensayo sometidas a dos regímenes de riego. Durante el cultivo se monitorizó el crecimiento (altura, diámetro y peso). La producción anual de biomasa se evaluó durante dos años consecutivos bajo dos sistemas de aprovechamiento: cortas anuales y bianuales.

Todas las especies y variedades salvo *Leucaena salvadorensis* mostraron una buena adaptación edafoclimática a las características de la zona de estudio (Huelva). La variación en las tasas de crecimiento entre especies fue muy grande, desde las 0,3 toneladas de materia seca leñosa por hectárea y año (*Retama monosperma*, *Prosopis juliflora*) hasta las 25-35 toneladas por hectárea y año (*Leucaena leucocephala*). Todas las especies soportaron bien las cortas anuales menos *Chamaecytisus proliferus*, que se mostró muy sensible. ■

COSECHADORAS DE OCASION

Importadas de la Unión Europea ¡¡Como a estrenar!!
NEW HOLLAND TX 68, TX 66, TX 64, TX 36, TX 34, 8080, 8070, 8050
Empacadoras gigantes New Holland. Consultar otras marcas y modelos



Enrique Segura, s.l.

Pol. Ind. Sector 4, num. 9
Tel. 976 18 50 20 Fax 976 18 53 74
50830 Villanueva de Gallego (Zaragoza)
E-mail: enrique@enriquesegura.com

Consulte nuestras novedades en: www.enriquesegura.com