

Efecto de la época de la cosecha en la composición química, energía bruta, digestibilidad de materia orgánica, valor nutritivo y contenido de amino ácidos de lupino blanco (*Lupinus albus* L.)

P.G. Peiretti¹, F. Daprà¹, V. Zunino² y G. Meineri²

¹Institute of Science of Food Production, National Research Council, Via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO), Italia

²DIPAE Department, Torino University, Via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO), Italia

Correo electrónico: piergiorgio.peiretti@ispa.cnr.it

El objetivo de este estudio fue determinar la composición química, la energía bruta, la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), el valor nutritivo y el contenido de amino ácidos del lupino blanco (*Lupinus albus* L.) durante su ciclo de crecimiento. Las muestras de plantas se recolectaron cuatro veces en etapas morfológicas progresivas desde la etapa de yema tardía hasta la de vaina verde joven. Se realizaron dos réplicas en cada etapa y todos los datos fueron valores medios de los análisis triplicados realizados para cada muestra. La variabilidad en las características de la calidad de las muestras se analizó para su significación estadística mediante el análisis de varianza para comprobar el efecto de la etapa de crecimiento. La materia seca (MS) y las fracciones fibrosas se incrementaron durante la maduración. No se encontraron diferencias significativas en la materia orgánica (MO), la ceniza y el extracto etéreo. La energía bruta osciló entre 17.3 y 17.7 MJ/kg de MS, mientras que la proteína bruta, la DMO y la energía neta para la lactación disminuyeron con el avance de la maduración desde 140 hasta 130 g/kg MS, desde 693 hasta 615 g/kg MO y desde 5.5 hasta 4.9 MJ/kg MS, respectivamente. Las proporciones relativas de los aminoácidos (AA) individuales y totales no fueron afectadas por la fecha de cosecha. Los ácidos aspártico y glutámico fueron los AA más abundantes en la planta durante el crecimiento. El lupino blanco cosechado en la etapa de florecimiento suministra forraje de buena calidad para los rumiantes y puede ayudar a mejorar la autosuficiencia de las granjas en términos de forrajes proteicos domésticos. Se necesitan más estudios para determinar el rendimiento de MS de este cultivo y el consumo de este forraje por los rumiantes.

Palabras clave: *Lupinus albus*, valor nutritivo, forraje, estado morfológico

El desarrollo de cultivos proteicos autóctonos es una solución para mejorar la valorización de productos y forrajes cultivados en la granja y asegurar una mejor trazabilidad de los piensos para el ganado (Froidmont y Bartiaux-Thill 2004). El uso incrementado de leguminosas forrajeras suministra oportunidades para reducir los costos de la producción de leche, mejorar el medioambiente e incrementar la eficiencia en el uso de la tierra (Pahlow *et al.* 2000). De hecho, las leguminosas forrajeras desempeñan un papel importante en los sistemas agrícolas sostenibles de bajo costo debido a su desempeño en la fijación de N y a su alto valor nutricional (Halling *et al.* 2000).

El lupino blanco (*Lupinus albus* L.) es una leguminosa anual cultivada tradicionalmente en la zona del Mediterráneo y a lo largo del Nilo donde se usa para consumo humano, abono verde y como alimento para rumiantes, ya sea como forraje verde en áreas de cultivo tradicional o, cada vez más, como granos introducidos como suplementos proteicos. La variedad de lupino blanco de invierno se puede usar directamente en la granja en la primavera tardía cuando otras fuentes de alimento altas en proteína para el ganado no están disponibles (Noffsinger *et al.* 2000). Se ha invertido considerable esfuerzo en la investigación para definir el valor nutricional de las variedades de lupino para el ganado (Van Barneveld 1999). La suplementación de las dietas para rumiantes con semillas de lupino ha demostrado tener efectos positivos en términos de crecimiento y eficiencia reproductiva y es comparable con los suplementos de granos de cereales (Van Barneveld 1999). Esto

se debe principalmente al aporte de proteína de las variedades de lupino como fuente de N en la síntesis de proteína microbiana, y también posiblemente debido al mayor contenido de energía metabolizable y al menor daño a la digestión de la fibra que a menudo acompaña a la fermentación del almidón de cereal (Dixon y Hosking 1992). Por lo tanto, es un pienso de alta calidad para la alimentación de los rumiantes que evita la acidosis y suministra altas cantidades de energía neta (Froidmont y Bartiaux-Thill 2004).

Comparado con otras leguminosas, tales como los guisantes, la semilla de lupino blanco contiene más lípidos (de 6 hasta 13 %) con alta concentración de ácidos grasos poliinsaturados, más fibra neutro detergente (FDN, 21.4 %) y menos almidón (7.9 %) y posee un contenido de proteína que oscila entre 33 y 47 %, según el genotipo y la ubicación, con una ligera deficiencia en los aminoácidos sulfúricos y la lisina (Froidmont y Bartiaux-Thill 2004). El interés actual por el lupino proviene de recientes avances científicos sobre este cultivo, especialmente la selección genética de variedades bajas en alcaloides, cultivares con alto contenido de proteína y el desarrollo de cultivares de invierno, que ofrecen rendimientos más estables para el productor (Harzic *et al.* 2003).

En el presente, no se dispone de mucha información en lo que respecta a la composición química, el contenido de aminoácidos, la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), la energía bruta, o el valor genético de la planta completa de lupino blanco y el objetivo de este estudio fue determinar cualquier cambio en estos parámetros durante el ciclo de crecimiento de la planta.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en el Valle del Po Occidental cerca de Cuneo, Italia. Los patrones climáticos en el norte de Italia se caracterizan por las limitadas precipitaciones en el verano e invierno y las altas precipitaciones en abril, mayo y octubre. Las temperaturas medias diarias decrecieron desde 22 °C a fines de julio hasta 0.5 °C en enero. El lupino blanco (*Lupinus albus* L.) se sembró el 9 de abril de 2007 y no se aplicó irrigación ni fertilización después de la siembra. Las muestras de plantas se recolectaron con tijeras de podar (0.1 m de ancho de corte) en cuatro etapas morfológicas progresivas desde la yema tardía hasta la vaina verde joven, en sub-parcelas de 1 m² localizadas al azar en parcelas de 2 x 4 m² con dos réplicas cortadas a una altura de 1 a 2 cm para cada etapa. El muestreo se llevó a cabo desde junio hasta julio de 2007. El muestreo no se realizó en los días de lluvia y se llevó a cabo en la mañana después de la desaparición del rocío.

Las muestras completas de las plantas se secaron inmediatamente en una estufa de aire forzado hasta peso constante a 65 °C para determinar el contenido de materia seca (MS) y después se equilibraron con aire, se molieron en molino Cyclotec (Tecator, Herndon, VA, EUA) hasta pasar por tamiz de 1 mm, y se almacenaron para su posterior análisis. Las muestras secas se analizaron para determinar el contenido total de N (AOAC 1990), las cenizas por ignición a 550 °C, el extracto etéreo (EE) mediante el método de Soxhlet (AOAC 1990), la fibra bruta (FB) según el método de Weende, la FDN sin sulfito de sodio y á-amilasa, y la fibra ácido detergente (FDA) según describió Van Soest *et al.* (1991), expresada exclusivamente como ceniza residual, la lignina determinada por solubilización de celulosa con ácido sulfúrico según Robertson y Van Soest (1981) y la energía bruta por medio de una bomba calorimétrica adiabática (IKA C7000, Staufen, Alemania). La DMO se determinó según la técnica de fluido ruminal en dos etapas de Tilley y Terry (1963), expresada relativa a la *in vivo* mediante la ecuación de regresión de Goldman *et al.* (1987). La energía neta para la lactación (ENL) se calculó insertando los valores observados de la DMO y de la energía bruta en las ecuaciones propuestas por Andrieu y Demarquilly (1987).

Los aminoácidos (AA) totales se determinaron según los métodos descritos por Peiretti y Gai (2006), vía la hidrólisis ácida mediante el sistema de cromatografía líquida de alta resolución (Beckman Instruments, Palo Alto, CA, EUA). Las muestras liofilizadas de aproximadamente 60 mg se hidrolizaron en 6 mL de 6M HCl en tubos con tapas de rosca. Los tubos se mantuvieron con flujo con N y después se calentaron a 110 °C durante 24 h. Los hidrolizados se rotoevaporaron hasta su secado al vacío a 40 °C y después se re-disolvieron en una solución amortiguadora de citrato de sodio con pH de

2.2. Los hidrolizados de proteína se analizaron según las recomendaciones del productor (es decir, Beckman Instruments, Palo Alto, CA, EUA). Los aminoácidos se separaron por cromatografía de intercambio de iones en columna de sodio de 20 cm IEX Spherogel de alta resolución (Beckman Instruments, Palo Alto, CA, EUA) y se detectaron siguiendo la derivación post-columna con ninhidrina al medir la absorbencia a 570 nm (440 nm para prolina).

Los AA detectados se identificaron y cuantificaron usando los estándares externos después de los ajustes por regresión. Los AA estándares se compraron de Beckman Instruments (Palo Alto, CA, EUA) como una mezcla sintética de 17 AA estables. No se determinaron las concentraciones de triptófano, cisteína, glutamina y asparagina, puestos que estos AA se degradaron durante la hidrólisis ácida. Glutamina y asparagina se convirtieron en ácido glutámico y aspártico, respectivamente, y el triptófano y la cisteína se hidrolizaron completamente.

Los datos son medias de los valores de los análisis triplicados para cada muestra. La variabilidad en la composición química, la energía bruta, la DMO, la ENL, y los AA del forraje cosechado en las cuatro etapas de maduración se analizaron mediante análisis de varianza simple (ANOVA) con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (v. 11.5, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) para estudiar los efectos de la etapa de crecimiento. Cuando los valores de F fueron significativos ($P < 0.05$), la prueba de Duncan se utilizó para detectar las diferencias entre las medias (Duncan 1955).

Resultados y Discusión

La composición química y el valor nutritivo de las plantas completas de lupino blanco aparecen en la tabla 1 para las cuatro etapas morfológicas. El crecimiento del lupino blanco se caracterizó por la acumulación de MS en el pasto durante su desarrollo. La FB, la FND, la FAD, la lignina y la energía bruta se incrementaron durante la maduración, mientras que la PB, la DMO y la ENL disminuyeron.

El contenido de MS fue de 131 g/kg de materia fresca (MF) en etapa de yema tardía y se incrementó hasta 150 g/kg MF en etapas avanzadas de desarrollo. El contenido de MS obtenido durante este estudio concordó con el informe de Colombini *et al.* (2007) para lupino blanco en similares etapas de crecimiento. En lupino blanco, Fraser *et al.* (2005) encontraron que el contenido de MS de una variedad de otoño (Arthur) se incrementó desde 143 g/kg MF en etapa de vaina establecida hasta 149 g/kg de MF en etapa de yema verde, mientras que la variedad de primavera (Nelly) decreció desde 165 g/kg MS en etapa de yema verde hasta 129 g/kg MF en etapa de vaina verde con membrana dividida.

El contenido de PB disminuyó desde 140 g/kg MS hasta 131 g/kg MS y fue consistentemente menor que lo

Tabla 1. Materia seca (MS, g/kg MF), composición química (g/kg MS), digestibilidad de materia orgánica (DMO, g/kg MO), energía bruta (MJ/kg MS) y energía neta por lactación (NEL, MJ/kg MS) de *Lupinus albus* en cuatro etapas de desarrollo morfológico

Etapas de maduración	Yema tardía	FloreCIMIENTO	Fin del florecimiento	Vaina verde joven	EEM
Fecha de corte	23/06/07	30/06/07	08/07/07	15/07/07	
Materia seca	130.6 ^a	132.0 ^a	133.3 ^a	149.7 ^b	3.0
Materia orgánica	884.8	888.1	885.0	897.8	2.5
Ceniza	115.2	111.9	115.0	102.2	2.5
Proteína bruta	140.4 ^a	138.3 ^{ab}	133.0 ^{ab}	131.4 ^b	1.6
Extracto etéreo	28.6	29.1	27.6	26.4	0.6
Fibra bruta	290.5 ^a	295.9 ^a	332.1 ^{ab}	359.1 ^b	11.4
FDN	409.8 ^a	416.8 ^a	466.6 ^b	518.2 ^c	16.7
FDA	359.5 ^a	363.0 ^a	391.2 ^b	445.1 ^c	13.1
Lignina	57.9 ^a	66.5 ^{ab}	78.6 ^b	87.6 ^c	4.5
DMO	692.7 ^a	685.9 ^a	625.4 ^b	614.9 ^b	13.5
Energía bruta	17.3 ^a	17.3 ^a	17.5 ^{ab}	17.7 ^b	0.1
ENL	5.5 ^a	5.5 ^a	4.9 ^b	4.9 ^b	0.1

Valores letras con diferentes por fila difieren a $P < 0.05$

informado anteriormente para dos cultivares de lupino blanco (Fraser *et al.* 2005), y fue similar a los de evaluaciones anteriores de lupino blanco (Deaville y Givens 2002). Durante el crecimiento, el contenido de PB del lupino blanco disminuyó en 0.5 g/kg MS/d, mientras que la FDN y la FDA se incrementaron en 4.6 y 3.4 g/kg MS/d, respectivamente. Sin embargo, el forraje tuvo menor contenido de PB y mayor de ceniza, FDN y FDA que el lupino blanco cosechado por Colombini *et al.* (2007) en similar etapa de crecimiento. Los cambios en la composición química del lupino blanco fueron similares a los informados para otras leguminosas tales como galega (*Galega officinalis* L.) (Peiretti y Gai 2006), esparceta (*Onobrychis viciifolia* L.) (Borreani *et al.* 2003), y chícharos verdes semi-deshojados (*Pisum sativum* L.) (Borreani *et al.* 2007). Esta reducción se debió al incremento en la masa del tallo, que se caracteriza por el menor contenido de PB que las hojas, como se observó en dos cultivares de lupinos blancos por Fraser *et al.* (2005). Estos autores también encontraron que el contenido de PB de la hoja, el tallo y la vaina de las dos variedades no fue afectado por la etapa de maduración.

La DMO disminuyó desde 693 hasta 615 g/kg MO al incrementarse la etapa de crecimiento. Estos valores de digestibilidad son menores que los de galega (Peiretti y Gai 2006) y en sulla y alfalfa (Borreani *et al.* 2000) y mayores que los de esparceta (Borreani *et al.* 2003) cosechada en similares etapas de crecimiento.

El contenido de energía bruta osciló desde 17.3 hasta 17.7 MJ/kg MS y fue menor que el observado en otras leguminosas forrajeras y en gramíneas. A diferencia de la alfalfa y la sulla, que se caracterizan por valores de energía bruta que son casi constantes a lo largo de todo el ciclo de crecimiento de primavera (Borreani *et al.* 2000), la energía bruta del lupino blanco se incrementó a medida que aumentó el estado de desarrollo de la planta y tuvo una tendencia similar a la encontrada en galega, pero con menores valores que los que normalmente se reportan

en esta leguminosa (Peiretti y Gai 2006). La ENL disminuyó de 5.5 a 4.9 MJ/kg MS a medida que avanzó la maduración, lo que tuvo una tendencia similar a la DMO.

La composición química del lupino blanco estuvo estrechamente asociada con las etapas morfológicas de la planta. De hecho, la maduración es el factor más importante que influye en la calidad del forraje debido a la tasa diferente entre los componentes de tejidos vegetales, el incremento en las fracciones fibrosas en los tejidos vegetales y el incremento en la lignificación durante el desarrollo de la planta de lupino blanco, que es más marcada en tejidos del tallo que en el de las hojas (Fraser *et al.* 2005). La reducción en la calidad del forraje a medida que avanza la maduración concuerda con los resultados en otras leguminosas forrajeras y en gramíneas (Peiretti y Gai 2006, Peiretti y Meineri 2008 y Peiretti y Gai 2009).

La composición de AA, expresada en mmol/g de N del lupino blanco aparece en la tabla 2 para las cuatro etapas morfológicas. Los AA totales y las proporciones relativas de los AA individuales no fueron afectadas por la fecha de cosecha. Los AA esenciales totales (valina, metionina, isoleucina, leucina, fenilalanina, histidina, lisina y arginina) fueron de 14.8, 14.7, 14.1 y 14.1 mmol/g N para la yema tardía, el florecimiento, el final del florecimiento y la etapa de vaina verde joven, respectivamente.

De forma similar, Balde *et al.* (1993) no encontraron tendencias en los AA de alfalfa debido a la etapa de maduración, aunque los AA totales disminuyeron en con la PB en la medida que avanzó el estado de madurez.

El ácido aspártico y el ácido glutámico del lupino blanco mostraron mayor concentración que los otros aminoácidos en todas las etapas muestreadas porque estos dos AA están involucrados en varios procesos enzimáticos y son fundamentales para sintetizar los AA indispensables (Ostrowski y Jakubowska 2008 y Valadier

Tabla 2. Composición de aminoácidos (AA, mmol/g N) y AA totales (mmol/g N) de *Lupinus albus* en cuatro etapas de crecimiento morfológico

Etapa de maduración	Yema tardía	Florecimiento	Fin del florecimiento	Vaina verde joven	EEM
Fecha de corte	23/06/07	30/06/07	08/07/07	15/07/07	
Lisina	2.46	2.19	2.36	2.25	0.06
Histidina	0.75	0.73	0.70	0.71	0.02
Arginina	1.48	1.44	1.35	1.41	0.03
Valina	2.65	2.58	2.50	2.55	0.04
Metionina	0.39	0.51	0.40	0.39	0.03
Isoleucina	1.91	2.29	1.83	1.89	0.09
Leucina	3.50	3.41	3.37	3.36	0.07
Fenilalanina	1.63	1.60	1.55	1.58	0.03
Treonina	1.88	1.82	1.84	1.72	0.06
Ácido aspártico	5.93	5.62	5.51	5.97	0.13
Serina	1.66	1.66	1.60	1.54	0.05
Ácido glutámico	4.22	4.20	4.21	4.07	0.08
Prolina	1.85	1.87	1.71	1.67	0.06
Glicina	3.90	3.79	3.76	3.70	0.07
Alanina	3.37	3.32	3.33	3.26	0.06
Tirosina	0.91	0.89	1.02	0.85	0.05
AA totales	38.47	37.90	37.04	36.93	0.68

et al. 2008). Además, la aspargina y la glutamina constituyen reservas de nitrógeno en la linfa de la planta y se usan como portadoras de nitrógeno en el lupino como en otras especies de plantas (Hartwig y Trommler 2001).

Van Barneveld (1999) señaló las características útiles de las semillas de lupino y su buen valor nutricional, pero notaron que se necesitaba saber la composición de proteína, lípidos y minerales en el lupino si se deseaba optimizar la utilización de esta leguminosa. El mismo autor hizo una importante consideración en lo que respecta al perfil de AA, las semillas de lupino poseen una buena cantidad de proteína, pero son deficientes en lisina y poseen un nivel excesivo de arginina. Esto concuerda con los datos del perfil de AA informados por Benchaar *et al.* (1994) sobre semillas crudas de lupino y también con el perfil de AA de nuestro hallazgo. Sin embargo, si consideramos el perfil de AA de Bechaar *et al.* (1994) y se convierten los datos a mmol/g N, se puede hacer una comparación más precisa entre las semillas y la planta en los respecta los siguientes AA: ácido aspártico, ácido glutámico, lisina, arginina, histidina, valina, metionina, leucina, isoleucina, y treonina. La tasa entre la suma de ácido aspártico más ácido glutámico y la suma de AA esenciales comparables (lisina, arginina, histidina, valina, metionina, leucina, isoleucina y treonina) es 1.06 para las semillas de lupino blanco y de cerca de 1.45 para todos los cortes de lupino blanco, mientras que la tasa de arginina/AA esenciales comparables es 0.23 y 0.10 para las semillas y los cortes, respectivamente y la relación lisina / AA esenciales comparables es 0.11 para las semillas y de cerca de 0.16 para los cortes. Estas tasas muestran que la proteína en la planta completa es ligeramente más rica en AA esenciales y más pobre en aspargina y glutamina que la proteína de las semillas.

Además, la proteína en la planta completa suministra menos arginina y más lisina que la proteína de la semilla.

Por lo tanto, el balance de los AA esenciales en el lupino blanco es ligeramente mejor que el balance de los AA esenciales en las semillas, como se conoce la lisina es a menudo el aminoácido limitante. Los datos recolectados por Erasmus *et al.* (1994) mostraron tasas similares en el heno de alfalfa; el perfil de AA y el contenido de proteína del heno de alfalfa y del lupino blanco son muy similares, por lo tanto, es posible resumir que estas dos plantas son similares desde el punto de vista de la proteína. Se requieren más estudios para lograr un mejor entendimiento de los valores biológicos de la proteína de la planta lupino cruda. Este estudio sólo se centró en la composición de la planta completa como forraje simple.

El primer corte de verano de lupino blanco debe cosecharse en la etapa de florecimiento puesto que su calidad nutricional se deteriora cuando el corte se retrasa con una disminución del contenido de PB y un incremento de las fracciones fibrosas. No hay cambios sustanciales en las proporciones relativas de los AA individuales, ni en la proporción de AA esenciales en los AA totales debido a la etapa de maduración. El lupino blanco cosechado en la etapa de florecimiento suministra forraje de buena calidad para rumiantes y pudiera ayudar a mejorar la auto-suficiencia de las granjas lecheras en términos de producción de forrajes domésticos. Se necesitan otros estudios para determinar el rendimiento de MS de este cultivo y el consumo de este forraje por los rumiantes.

Referencias

- Andrieu, J. & Demarquilly, C. 1987. Valeur nutritive des fourrages: tables et prévision. En: Alimentation des ruminants: révision des systèmes et des tables de l'INRA. Bull. Tech. 70:61
- AOAC 1990. Official Method of Analysis. Ass. Off. Anal. Chem. 15th Ed. Washington, D.C., U.S.A.

- Balde, A.T., Vandersall, J.H., Erdman, R.A., Reeves, J.B. & Glenn, B.P. 1993. Effect of stage of maturity of alfalfa and orchardgrass on in situ dry matter and crude protein degradability and amino acid composition. *Anim. Feed Sci. Technol.* 44:29
- Benchaar, C., Moncoulon, R., Bayourthe, C. & Vernay, M. 1994. Effects of a supply of raw or extruded white lupin seeds on protein digestion and amino acid absorption in dairy cows. *J Anim. Sci.* 72:492
- Borreani, G., Cavallarin, L., Peiretti, P.G., Re, G.A., Roggero, P.P., Sargenti, P., Sulas, L. & Tabacco, E. 2000. Quantifying morphological stage to improve crop management and yield and quality of sulla and lucerne. *Cahiers Options Méditerranéennes* 45:195
- Borreani, G., Peiretti, P.G. & Tabacco, E. 2003. Evolution of yield and quality of sainfoin (*Onobrychis vicifolia* Scop.) in the spring growth cycle. *Agronomie* 23:193
- Borreani, G., Peiretti, P.G. & Tabacco, E. 2007. Effect of harvest time on yield and pre-harvest quality of semi-leafless grain peas (*Pisum sativum* L.) as whole-crop forage. *Field Crop Res.* 100:1
- Colombini, S., Odoardi, M., Paletti, R., Tabacco, E. & Borreani, G. 2007. Effects of wilting and lactic acid bacteria inoculation on fermentation quality of white lupin and fababeen silages. *Ital. J. Anim. Sci.* 6 (suppl. 1):286
- Deaville, E.R. & Givens, D.I. 2002. Chemical composition, digestibility and predicted energy value of whole-crop forage lupins. *Proceedings of the British Society of Animal Science Winter Meeting, Scarborough, UK*, p. 171
- Dixon, R.M. & Hosking, B.J. 1992. Nutritional value of grain legumes for ruminants. *Nutr. Res. Rev.* 5:19
- Duncan, D.B. 1955. Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics* 11:1
- Erasmus, L.J., Botha, P.M., Cruywagen, C.W. & Meissner, H.H. 1994. Amino acid profile and intestinal digestibility in dairy cows of rumen-undegradable protein from various feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 77:541
- Fraser, M., Fychan, R. & Jones, R. 2005. The effect of harvest date and inoculation on the yield and fermentation characteristics of two varieties of white lupin (*Lupinus albus*) when ensiled as a whole-crop. *Anim. Feed Sci. Technol.* 119:307
- Froidmont, E. & Bartiaux-Thill, N. 2004. Suitability of lupin and pea seeds as a substitute for soybean meal in high-producing dairy cow feed. *Anim. Res.* 53:475
- Goldman, A., Genizi, A., Yulzari, A. & Seligman, N.G. 1987. Improving the reliability of the two-stage *in vitro* assay for ruminant feed digestibility by calibration against *in vivo* data from wide range of sources. *Anim. Feed Sci. Technol.* 18:233
- Halling, M.A., Hopkins, A., Nissinen, O. & Sölter, U. 2000. Production and adaptation of five forages legumes for silages in Northern Europe. *Proc. of the 18th General Meeting of the Eur. Grassland Fed., Aalborg, Denmark*, 5:68
- Hartwig, U.A. & Trommler, J. 2001. Increase in the concentrations of amino acids in the vascular tissue of white clover and white lupin after defoliation: An indication of a N feedback regulation of symbiotic N₂ fixation. *Agronomie* 21(6-7):615
- Harzic, N., Beugnon, C. & Gargot, T. 2003. Perspectives de développement du lupin blanc d'hiver en France, AFPP (Ed.), *Fourrages, Protéines, Environnement, de nouveaux équilibres à construire*, Paris, France, p.148
- Noffsinger, S.L., Huyghe, C. & Van Santen, E. 2000. Analysis of grain-yield components and inflorescence levels in winter-type white lupin. *Agron. J.* 92:1195
- Ostrowski, M. & Jakubowska, A. 2008. Identification of enzyme activity that conjugates indole-3-acetic acid to aspartate in immature seeds of pea (*Pisum sativum*). *J. Plant Physiol.* 165:564
- Pahlow, G., Rammer, C., Tuori, M. & Wilkins, R. 2000. LEGSIL: Ensiling of established and novel legumes in Germany, Sweden and Finland. *Proc. of the 18th General Meeting of the Eur. Grassland Fed., Aalborg, Denmark* 5:56
- Peiretti, P.G. 2009. Influence of the growth stage of hemp (*Cannabis sativa* L.) on fatty acid content, chemical composition and gross energy. *Agric. J.* 4(1):27
- Peiretti, P.G. & Gai, F. 2006. Chemical composition, nutritive value, fatty acid and amino acid contents of *Galega officinalis* L. during its growth stage and in regrowth. *Anim. Feed Sci. Technol.* 130:257
- Peiretti, P.G. & Gai, F. 2009. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. *Anim. Feed Sci. Technol.* 148:267
- Peiretti, P.G. & Meineri, G. 2008. Chemical composition, organic matter digestibility and fatty acid content of linseed (*Linum usitatissimum* L.) harvested at five stages of growth. *J. Sci. Food Agric.* 88:1850
- Robertson, J.B. & Van Soest, P.J. 1981. The detergent system of analysis. En: James, W.P.T., Theander, O. (eds.), *The Analysis of Dietary Fibre in Food*. Marcel Dekker, New York, NY, USA. Chapter 9, p.123
- Tilley, J.M.A. & Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops, *J. British Grassl. Soc.* 18:104
- Valadier, M.-H., Yoshida, A., Grandjean, O., Morin, H., Kronenberger, J., Boutet, S., Raballand, A., Hase, T., Yoneyama, T. & Suzuki, A. 2008. Implication of the glutamine synthetaseD glutamate synthase pathway in conditioning the amino acid metabolism in bundle sheath and mesophyll cells of maize leaves. *FEBS J.* 275:3193
- Van Barneveld, R.J. 1999. Understanding the nutritional chemistry of lupin (*Lupinus spp.*) seed to improve livestock production efficiency. *Nutr. Res. Rev.* 12:203
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583

Recibido: 22 de abril de 2009

InterJoven 2012

Cuotas de Inscripción

Delegados: 150 CUC
Acompañantes: 100 CUC

La acreditación al evento incluye:

- *Asistencia a las sesiones científicas*
 - *Memorias del evento*
 - *Materiales de trabajo*
 - *Meriendas*
 - *Almuerzos*
- *Certificado de participación*



Instituto de Ciencia Animal