

RESULTADOS EN CALIDAD Y CANTIDAD EN FORRAJES ECOLÓGICOS FRENTE A FORRAJES CONVENCIONALES

Producción ecológica de pastos y forrajes frente al método convencional

En este trabajo se presenta una síntesis de los primeros resultados obtenidos, con pradera de larga duración de raigrás inglés-trébol blanco (*Lolium perenne* L.-*Trifolium repens* L.), pradera de corta duración de raigrás italiano-trébol

violeta (*Lolium multiflorum* Lam.-*Trifolium pratense* L.) y maíz forrajero (*Zea mays*, L.), realizado por el equipo investigador sobre pastos y forrajes del Serida, sobre la producción ecológica de praderas y cultivos forrajeros.

Argamentería, A.*; Martínez- Martínez, A.**
y Martínez- Fernández, A.***

*Dr. Ingeniero Agrónomo. **Ingeniero Técnico Agrícola.
***Dra. en Biología.

Los problemas medioambientales planteados por la agricultura intensiva abren paso a la agricultura ecológica. El modelo agrario convencional trata de maximizar la producción por hectárea, mediante variedades vegetales mejoradas uni-

das a fertilizantes y productos fitosanitarios de síntesis. Cumplió su papel de alejar el hambre en una Europa recién salida de la Segunda Guerra Mundial. Pero tiene sus inconvenientes: efectos agresivos sobre el suelo, agua y biodiversidad. La actual política medioambiental europea está apostando en parte por un modelo que, sacrificando algo de rendimiento, evite estas agresiones. Se trata de la producción ecológica.

Durante doce años consecutivos, el Área de Nutrición, Pastos y Forrajes del Serida de Villa-

viciosa, trabajó sobre un modelo de producción convencional con prados, praderas y cultivos forrajeros anuales. La síntesis de producción y composición química de los diversos pastos y forrajes figura en los cuadros I y II (Martínez-Fernández et al., 2008a). Cabe tomar dichos resultados como marco de referencia.

Más recientemente, el equipo investigador sobre pastos y forrajes del Serida emprendió la investigación sobre la producción ecológica de los mismos. En este trabajo se presenta una síntesis de los primeros resultados obtenidos, con pradera de larga duración de raigrás inglés-trébol blanco (*Lolium perenne* L.-*Trifolium repens* L.), pradera de corta duración de raigrás italiano-trébol violeta (*Lolium multiflorum* Lam.-*Trifolium pratense* L.) y maíz forrajero (*Zea mays*, L.).

Pradera de raigrás inglés-trébol blanco

En una parcela experimental sita en Grado (valle interior de Asturias), se delimitaron parcelas experimentales para siembra de pradera de larga duración con raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). A cada mitad de la superficie, al azar, se le asignó manejo convencional o ecológico. Para el primero, se aportaron 207 kg/ha de N (fraccionados en tres aplicaciones) y 120 kg/ha de P₂O₅ y de K₂O bajo forma de abonos químicos. La mitad con manejo ecológico recibió 30 t de estiércol (máximo permitido por el



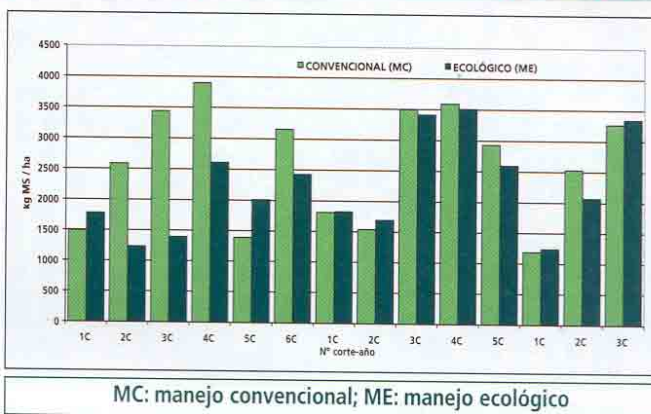
Foto 1. Pradera ecológica (raigrás inglés - trébol blanco).



Foto 2. Pradera ecológica (raigrás italiano - trébol violeta).

FIGURA 1.

Evolución de la producción de materia seca según manejo.



CUADRO I.

Producción de prados, praderas y rotación raigrás italiano-maíz forrajero.

	Total anual				Promedio anual		
	Número de aprovechamientos/año		Utilización (t MS/ha/año)		Velocidad de crecimiento (kg MS/ha/año)		
Prado	7,6	± 0,21 b	5,22	± 0,361 a		16,7	± 1,57 a
Pradera SP	8,8	± 0,10 c	7,27	± 0,211 b		23,7	± 0,92 b
Pradera 1C	7,9	± 0,22 b	8,16	± 0,411 c		31,7	± 1,76 c
Pradera 2C	7,3	± 0,15 a	11,11	± 0,292 d		40,6	± 1,28 d
Rotación	3,3	± 0,46 d	23,35	± 0,775 e	Raigrás italiano	45,8	±3,38 d
					Maíz forrajero	128,5	±3,38 e
p≤ 0,05			p≤ 0,05			p≤ 0,01	
(Medias ajustadas por mínimos cuadrados ± error estándar). MS: materia seca; Pradera SP: pradera en régimen de sólo pastoreo; Pradera 1C: pradera con un corte a ensilar; Pradera 2C: pradera con dos cortes a ensilar; a,b,c,d,e: distinta letra en la misma columna señala diferencia al nivel de significación (p) indicado.							

(Medias ajustadas por mínimos cuadrados ± error estándar). MS: materia seca; Pradera SP: pradera en régimen de sólo pastoreo; Pradera 1C: pradera con un corte a ensilar; Pradera 2C: pradera con dos cortes a ensilar; a,b,c,d,e: distinta letra en la misma columna señala diferencia al nivel de significación (p) indicado.

(Martínez- Martínez et al, en prensa).

Reglamento CE, 2008 de producción ecológica) con 0,58% de N; 0,63% de P_2O_5 ; 0,67 % de K_2O y 0,26 % de MgO .

Desde noviembre de 2006 (siembra) hasta abril de 2009 en que se levantó la pradera para efectuar siembra de maíz, se practicaron 14 cortes. En cada uno se controló la producción de forraje, así como su composición botánica y contenido en principios nutritivos.

La producción de materia seca por cortes se muestra en la **figura 1**. Hubo una tendencia ($p = 0,06$) a menor producción total acumulada de los 14 cortes con manejo ecológico (31,4 t de materia seca) frente a convencional (36,6), pero llama particularmente la atención



Foto 3. Maíz convencional (agosto).



Foto 4. Maíz ecológico (agosto).



Foto 5. Maíz convencional (septiembre).



Foto 6. Maíz ecológico (septiembre).

en la mencionada **figura 1** que, si bien las producciones de los primeros cortes son claramente superiores en manejo convencional, dicha diferencia va atenuándose en el tiempo.

En cuanto a composición botánica, se apreció un incremento significativo de la proporción de trébol blanco en el tiempo, más acusado con manejo ecológico (**foto 1**) (promedio de 28,2% sobre materia seca frente a 18,3 con manejo convencional) (**foto 2**). No se apreciaron diferencias significativas en el

tiempo ni entre ambos manejos para raigrás inglés, adventicias y materia muerta.

En lo que respecta a los principios nutritivos, sólo hubo diferencias significativas entre manejos para proteína bruta, obteniéndose menor promedio general con manejo ecológico (22,3 frente a 21,3% sobre materia seca), a pesar de la mayor proporción de trébol. Pero, dicha diferencia es mínima y no supone ventaja nutricional para el manejo convencional, pues se trata de un contenido proteico en exceso

frente al energético. El mayor contenido en trébol podría traducirse en mayor capacidad de ingestión voluntaria y esa sí que es una ventaja nutricional de sumo interés. (Álvarez Iglesias *et al.*, 2009; Martínez-Fernández *et al.*, 2010).

Pradera de raigrás italiano-trébol violeta

En las fincas experimentales del Serida, sitas en Grado (valle interior) y Villaviciosa (costa centro oriental), se sembró en otoño una pradera de corta duración con las dos especies mencionadas. La superficie se dividió al azar en dos mitades, a manejar de forma convencional o ecológica. La primera recibió 190 kg/ha y año de N, 120 de P₂O₅ y 120 de K₂O bajo forma de abonos químicos. El N se fraccionó en tres aportes a lo largo del año. Con manejo ecológico, se aplicaron 45 m³/ha/año de purín de vacuno con unas concentraciones de 2,7; 1,4; 5,2 y 0,7 kg de N, P₂O₅, K₂O y MgO, respectivamente. Se fraccionaron en tres aplicaciones iguales: presembrado y dos en primavera.

A lo largo del primer año se dieron seis cortes tanto a la parte convencional como a la ecológica, en las mismas fechas.

En cada corte se controló la producción de materia seca (MS), las proporciones de raigrás italiano, trébol violeta, otras especies adventicias y materia muerta sobre la misma y el contenido en principios nutritivos y energía metabolizable estimada del forraje cosechado. Bajo manejo ecológico, se obtuvo menor producción anual (13,1 t MS/ha/año frente a 17,7 t

CUADRO II.

Producción de prados, praderas y rotación raigrás italiano-maíz forrajero.

	MS(%)	Cenizas (%MS)	PB (%MS)	FND (%MS)	FADNOCEN (%MS)	DenzMO ndc(%)	DMOest ndc(%)	EM (MJkgMS ⁻¹)
HIERBA								
Pastoreo								
Primavera	17,9	9,1	25,1	38,9	21,5	77,9	80,0	11,9
Verano	26,8	7,9	27,4	39,6	21,5	74,7	78,3	11,6
Otoño	17,6	6,2	29,7	41,8	23,1	73,1	77,4	11,6
Corte a ensilar								
Primavera	17,8	9,9	16,7	52,4	27,9	64,5	72,9	10,5
Verano	23,1	8,8	16,6	51,6	27,7	60,1	70,5	10,3
RAIGRÁS ITALIANO								
Corte invernal	13,6	9,1	21,0	42,0	22,4	81,7	82,0	11,9
Primer corte (primavera)	16,4	9,2	17,5	42,7	22,4	80,0	81,1	11,8
Segundo corte (primavera)	23,3	9,4	14,7	44,3	22,9	74,6	78,3	11,3
MAÍZ FORRAJERO ⁽¹⁾								
Grano pastoso-vítreo	28,4	4,8	8,9	44,5	24,0	69,3	75,4	11,5

(Valores en %MS salvo especificaciones). MS: materia seca; PB: proteína bruta; FND: fibra neutro detergente; FADNOCEN: fibra ácido detergente libre de cenizas; DenzMOndc: digestibilidad neutro detergente-celulosa de la materia orgánica; DMOestndc: digestibilidad in vivo de la materia orgánica estimada en función de la anterior; EM: energía metabolizable estimada en función de la anterior; (1) Contiene además un 27,2% MS de almidón.

(Martínez-Martínez *et al.*, en prensa)

CUADRO III.

Evolución por cortes de la composición botánica de una pradera de raigrás italiano-trébol violeta según manejo convencional o ecológico.

Nº de corte	Manejo convencional						Manejo ecológico						eem	Significación		
	1	2	3(S)	4(S)	5	6	1	2	3(S)	4(S)	5	6		C	M	C*M
Raigrás italiano	69	63	95	90	60	3	68	68	87	52	30	1	1,65	***	***	**
Trébol violeta	8	1	2	5	33	78	6	2	9	41	68	88	1,32	***	***	***
Adventicias	21	30	1	2	5	3	22	24	2	3	1	1	0,97	***	n.s.	n.s.
Materia muerta	2	6	2	3	2	16	4	6	2	4	1	10	0,29	***	n.s.	**

(Valores medios en % sobre materia seca). C: número de corte; (S): corte para ensilado; M: manejo. eem: Error estándar de la media; ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p \leq 0,05$; n.s.: $p > 0,05$.

CUADRO IV.

Composición química y energía metabolizable estimada del forraje de raigrás italiano y trébol violeta cosechado según manejo convencional o ecológico.

	Manejo convencional	Manejo ecológico	eem	Significación					
				C	M	L	C*M	C*L	M*L
MS (%)	16,8	14,1	0,12	***	***	***	***	***	***
Cenizas	10,3	10,3	0,01	***	n.s.	***	n.s.	***	n.s.
Proteína bruta	17,6	17,2	0,02	***	n.s.	***	***	***	n.s.
Fibra neutro detergente	47,1	43,7	0,04	***	***	***	n.s.	***	n.s.
Fibra ácido detergente libre de cenizas	26,8	25,1	0,02	***	***	*	*	***	n.s.
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	10,5	10,4	0,03	***	n.s.	***	***	***	*

(Medias ponderadas anuales; valores en % sobre materia seca salvo especificaciones). MS: materia seca; C: número de corte; L: localidad (Grado o Villaviciosa); M: manejo. eem: Error estándar de la media; ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p \leq 0,05$; n.s.: $p > 0,05$.

CUADRO V.

Ensilabilidad del forraje de raigrás italiano-trébol violeta procedente de los dos cortes para ensilar en primavera (3(S) y 4 (S)) según manejo convencional o ecológico.

Corte a ensilar	Manejo convencional		Manejo ecológico		eem	Significación		
	3(S)	4(S)	3(S)	4(S)		C	M	C*M
MS (%)	13,7	18,6	16,1	18,8	0,08	*	n.s.	n.s.
Azúcares solubles (%MS)	13,0	10,8	16,8	13,2	0,06	*	*	n.s.
CT (meq NaOH/ kg MS)	360	434	402	401	1,95	n.s.	n.s.	n.s.
CF	18	23	21	24	1,16	n.s.	n.s.	n.s.

MS: materia seca; CT: capacidad tampón; CF: coeficiente de fermentabilidad. C: número de corte; (S): corte para ensilado; M: manejo. eem: Error estándar de la media; ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p \leq 0,05$; n.s.: $p > 0,05$.

MS/ha y año en convencional; $p < 0,001$). Hubo menor proporción de raigrás italiano y mayor de trébol, sin diferencias para especies adventicias y materia muerta (**cuadro III**). El forraje ecológico tuvo, a su vez, menor contenido en fibra neutro detergente, a igualdad de cenizas, proteína bruta y energía metabolizable estimada (**cuadro IV**). El porcentaje de materia seca estuvo muy influenciado por el efecto localidad (Grado o Villaviciosa).

Adicionalmente, con los dos cortes de primavera en Villaviciosa, se determinó la ensilabilidad del forraje cosechado y se elaboraron

ensilados a escala de laboratorio, para contrastar pérdidas durante el proceso fermentativo y calidad nutritiva y fermentativa de los microensilados obtenidos, así como su estabilidad aeróbica. Véanse los resultados en el **cuadro V**. Con manejo ecológico, se logró un forraje de mayor ensilabilidad en cuanto a mayor contenido en materia seca (a diferencia de lo observado en Grado) y azúcares solubles, sin que, a pesar del mayor contenido en trébol violeta, presente mayor capacidad tampón o menor coeficiente de fermentabilidad (Martínez-Fernández *et al.*, 2008b). Los ensilados re-

sultantes con manejo ecológico, al igual que el forraje de partida, siguieron presentando mayor contenido en materia seca y menor en fibra neutro y ácido detergente. Lo primero tuvo como consecuencia menor producción de efluente, aspecto medioambiental muy importante, además de contribuir a un 20% menos de pérdidas durante el proceso de elaboración. En cuanto a calidad fermentativa, presentaron menos proteolisis (menos N soluble) y menos ácido acético. También menos ácido láctico a igualdad de pH final. En cuanto a estabilidad aeróbica, hay mejor comportamiento, en cuanto a evolución en el tiempo del pH y temperatura una vez abierto el microsilos. (Martínez-Fernández *et al.*, 2008c). Todo ello concuerda con los resultados de Weissbach (1999).

Maíz forrajero

Los ensayos se realizaron dos años sucesivos en zona interior baja (Serida de Grado), con una temperatura media de marzo a septiembre de $17,15 \pm 0,15^\circ\text{C}$ y $386,5 \pm 58,45$ mm de precipitación total en ese período.

Con manejo convencional, se efectuó abonado de fondo de 125 kg/ha de N, 150 de P_2O_5 y 250 de K_2O con fertilizantes químicos, más posterior cobertura de 50 kg/ha de N. Los tratamientos fitosanitarios incluyeron herbicida mezcla de alacloro + atrazina y también sulcotriona como herbicida de postemergencia en el segundo año, así como insecticida sintético.

Con manejo ecológico, se aportaron 30 t/ha de estiércol (máximo permitido por el Reglamento de producción ecológica mencionado anteriormente) con 0,42% de N, 0,45% de P_2O_5 y 0,64% de K_2O , enterrado con los restos del cultivo anterior: haboncillos en el primer año y raigrás italiano + trébol violeta en el segundo. Para control de adventicias, se dieron pases de grada binadora.

CUADRO VI.

Características productivas del maíz cultivado con manejo convencional o ecológico.

	Manejo						Significaciones				
	Convencional			Ecológico			2007	2008	Ambos años		
Año	2007	2008	Ambos años	2007	2008	Ambos años	M	M	M	Año	M x Año
Miles de plantas/ha	87,9	96,4	92,2	82,6	85,0	83,8	n.s.	**	***	*	n.s.
Altura de la planta (cm)	302	327	315	278	271	275	n.s.	***	***	n.s.	n.s.
t materia verde/ha de maíz	66,6	75,7	71,1	48,6	42,2	45,4	*	***	***	n.s.	*
Índice de verdor	49,5	37,2	43,3	50,3	52,4	51,3	n.s.	*	**	*	**
Follaje (% MS)	58,1	52,6	55,3	51,2	51,5	51,3	***	n.s.	**	*	*
Mazorca (% MS)	41,9	47,4	44,7	48,8	48,5	48,7	***	n.s.	**	*	*
t MS/ha de maíz	23,9	21,0	22,4	18,9	14,8	16,9	†	***	***	*	n.s.
Adventicias (t MS/ha)	1,6	0,2	0,9	9,4	4,3	6,8	***	**	***	***	*
Biomasa total (t MS/ha)	25,5	21,1	23,3	28,3	19,1	23,7	n.s.	†	n.s.	***	+

MS: materia seca; M: manejo. eem: Error estándar de la media; ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p \leq 0,05$; †: $p < 0,1$; n.s.: $p > 0,1$.

CUADRO VII.

Composición química y energía metabolizable estimada del maíz cultivado de forma convencional o ecológica.

	Manejo						Significaciones				
	Convencional			Ecológico			2007	2008	Ambos años		
Año	2007	2008	Media	2007	2008	Media	M	M	M	Año	M x Año
MS del follaje (%)	28,3	19,5	23,9	29,5	27,2	28,3	n.s.	**	***	***	**
MS de la mazorca (%)	57,1	52,4	54,8	58,7	52,1	55,4	*	n.s.	n.s.	***	n.s.
Cenizas (% MS)	4,1	4,5	4,3	3,6	3,6	3,6	***	**	***	†	n.s.
PB (% MS)	6,8	8,9	7,8	5,4	6,6	6,0	**	***	***	***	†
FND (% MS)	47,2	46,3	46,7	44,4	44,9	44,6	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
ALM (% MS)	24,4	24,2	24,3	30,9	27,8	29,4	***	**	***	*	*
DMOestndc (%)	73,5	73,4	73,5	74,6	74,7	74,6	*	*	***	n.s.	n.s.
EM (MJ/kg MS)	11,3	11,2	11,2	11,5	11,5	11,5	**	**	***	n.s.	n.s.
UFL/kg MS	0,93	0,93	0,93	0,95	0,96	0,95	**	*	***	n.s.	n.s.

M: manejo; MS: materia seca; PB: proteína bruta; FND: fibra neutro detergente; ALM: almidón; DMOestndc: digestibilidad in vivo predicha de la materia orgánica; EM: energía metabolizable eem: Error estándar de la media; ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p \leq 0,05$; †: $p < 0,1$; n.s.: $p > 0,1$.

Para ambos manejos, la dosis de siembra fue de 97.000 plantas/ha.

El **cuadro VI** recoge los resultados de producción. Con manejo ecológico se obtuvieron menos plantas de maíz por ha y con menor altura (**fotos 3 y 4**). En consecuencia, menor producción, unida a mayor biomasa de adventicias (**fotos 5 y 6**) (Pedrol y Martínez, 2005). Hubo mayor producción de mazorca sobre materia seca y mayor índice de verdor.

En cuanto a composición química del maíz, véase el **cuadro VII**, en concordancia con el mayor contenido en mazorca e índice de verdor,

con manejo ecológico hubo mayor contenido en almidón y menor en fibra neutro detergente, resultando un mayor contenido energético estimado pero que no compensa la menor producción. (Martínez-Martínez et al, 2009).

Conclusiones

Con praderas, es posible el cambio a cultivo ecológico con una merma de producción aceptable y compensada por una mayor calidad alimenticia del forraje.

El cultivo ecológico del maíz presenta más

problemas, debido a la gran competencia de la flora adventicia. Es preciso investigar más sobre este aspecto. ●

Agradecimientos

La información aquí expuesta se obtuvo gracias a la financiación INIA otorgada para la ejecución del proyecto RTA2006-00082-CO2 y a la colaboración del personal técnico y de campo del Serida.

Bibliografía ▼

- Álvarez Iglesias, L., Martínez-Martínez, A., Pedrol, N., Martínez-Fernández, A. (2009). Incidencia del tipo de manejo sobre las características agronómicas y ecofisiológicas de praderas de raigrás inglés-trébol blanco. En: *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*. Actas de la XLVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. pp. 335-341. Ed: R. Reiné, O. Barrantes, A. Broca, C. Ferrer. Huesca ISBN: 978-84-612-9337-7 (España).
- Martínez-Fernández, A.; de la Roza Delgado, B.; Modroño Lozano, S.; Argamentería, A. (2008a). Producción y contenido en principios nutritivos de prados, praderas y de la rotación raigrás italiano-maíz en la rasa marítima centro-oriental de Asturias. *Pastos*, 38(2) (En prensa).
- Martínez-Fernández, A., Pedrol, N., Martínez, A., Soldado, A., Vicente, F., Roza-Delgado, B. de la (2008b). *Effects of different management systems of sown meadows*. En: *Biodiversity and Animal Feed. Future Challenges for Grassland Production*. 22nd General Meeting of the European Grassland Federation. EGF2008. Volumen: 13. pp 607-609. Ed.: A. Hopkins; T. Gustafsson; J. Bertilsson; G. Dalin; N. Nilsdotter-Linde; E. Spöndly: 978-91-85911-47-9 (Suecia).
- Martínez-Fernández, A., Soldado, A.; Morales, E.; Vicente, F., Roza-Delgado, B. de la. (2008c). Caracterización de ensilados de pradera de raigrás italiano-trébol violeta en manejo convencional vs ecológico. En: *Pastos, clave en la gestión de los territorios: Integrando disciplinas*. Actas de la XLVII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. pp. 347-353. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla (España).
- Martínez-Fernández, A., Soldado, A., Argamentería, A., González, A., Pedrol, N., Martínez-Martínez, A. (2010). Comparación de dos sistemas de manejo en una pradera de raigrás inglés-trébol blanco. En: *IV Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. (En prensa).
- Martínez-Martínez, A., Pedrol, N., Martínez-Fernández, A. (2009). Maíz para ensilar cultivado en sistemas de producción convencional o ecológica. En: *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*. Actas de la XLVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. pp 391-397. Ed. R. Reiné, O. Barrantes, A. Broca, C. Ferrer. Huesca ISBN: 978-84-612-9337-7 (España).
- Pedrol, N.; Martínez, A. (2005). Control de la flora arvense en rotaciones ecológicas con maíz forrajero. En: *Producciones agro-ganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*. XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Vol. 2, pp. 665-671. Gijón, Asturias, España.
- Weissbach, F. (1999). Consequences of grassland de-intensification for ensilability and feeding value of herbage. In: *Contributions of Grassland and Forage Research to the development of Systems of Sustainable Land Use*. Institute of Crop and Grassland Science of the Federal Agriculture Research Centre (FAL), Braunschweig, Germany, pp. 41-53.