

Rotación de cultivos forrajeros para ensilar en zonas templado-húmedas

B. de la Roza, A. Martínez Fernández y A. Argamentería

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (Serida).

Asturias

La alimentación del ganado requiere producción de forrajes en cantidad suficiente y con el mayor valor alimenticio posible, y si se destinan a ensilar, con alto contenido en azúcares solubles y baja capacidad tampón. Además, es necesario evitar que durante la fermentación sus efluentes contaminen los cauces de agua y que se genere calor una vez abierto el silo. Por último, y no menos importante, no agotar el suelo, ni exigir elevados aportes de abonos nitrogenados.

Partiendo de estas consideraciones hay que puntualizar que:

- Las rotaciones convencionales de maíz forrajero-raigras italiano tienen altas producciones con elevadas dosis de nitrógeno, pero agotan el suelo.

- El maíz forrajero puede desarrollarse conjuntamente con soja, requiriendo menor fertilización nitrogenada.

- Otras leguminosas de invierno permiten un corte a ensilar antes de sembrar maíz-soja. Destacan alverjón y haboncillos, en monocultivo o asociados a triticale o avena.

El maíz forrajero en las explotaciones de la Cornisa Cantábrica y Galicia

Se siembra en mayo, siempre que la climatología lo permita, tras levantar una pradera o un cultivo de invierno-primavera. Esta última opción facilita disponer de mayor superficie de maíz. Antes era frecuente la veza asociada a un cereal de invierno y aún se sigue utilizando (Castro *et al.*, 2000). Con posterioridad, se fue introduciendo el raigrás italiano, más productivo. Pero, esa rotación de dos gramíneas provoca agotamiento del suelo. Algunas explotaciones cambiaron a sólo maíz con el terreno desnudo en invierno-primavera. Esto disminuye seriamente el rendimiento anual por ha y tampoco es admisible.

¿Cómo intensificar la producción forrajera sin problemas edáficos? Acudiendo a las leguminosas forrajeras, tanto de invierno como de verano.



Foto 1.

Asociación maíz forrajero-soja forrajera

El cultivo de judía grano entutorada por maíz (Fueyo, 1991), sugirió la idea de

una asociación similar de tipo forrajero. Ensayadas diversas leguminosas, resultó aplicable la soja, en concordancia con Jorgensen y Crowley (1971). El cultivo

Cuadro I. Producción del maíz forrajero, solo o asociado a soja, sembrada ésta en líneas o a voleo.

Año	1999			2000			2001			2002	
Cultivo	Maíz	Maíz/soja	p	Maíz	Maíz/soja	p	Maíz	Maíz/soja	Maíz/soja voleo	p	Maíz/soja
Miles de plantas de maíz/ha	91	84	n.s.	72	55	**	118 ^c	37 ^a	73 ^b	*	82
Miles de plantas totales/ha	91	135	***	72	98	***	118 ^a	151 ^a	288 ^b	*	164
t MS/ha de maíz	11,2	8,7	†	13	11,7	†	13,3 ^b	6,2 ^a	15,2 ^b	*	18,2
t MS/ha totales	11,2	9,2	†	13	12,8	n.s.	13,3 ^b	8,3 ^a	17,7 ^c	*	19,1
t MS/ha totales	767	667	n.s.	1.018	1.098	n.s.	1.130 ^b	883 ^a	1.613 ^c	*	1.452
GJ EM/ha total	129	110	†	156	150	n.s.	129 ^b	82 ^a	171 ^c	***	214

a,b,c indican diferencia significativa en una misma fila en el año 2001. ***: p≤0,001; **: p≤0,01; *: p≤0,05; †: p≤0,1; n.s.: p>0,1
MS = Materia seca ; PB = Proteína bruta ; GJ EM = Gigajulios de energía metabolizable

asociado de maíz y soja para forraje se sintetiza a continuación.

Las labores preparatorias del terreno son las mismas que para sólo maíz, con especial cuidado de dejar el suelo bien mullido. La dosis de fertilizante nitrogenado se reducirá a 50 kg N/ha en pre-siembra y no se precisará ninguna cobertura posterior. El fosfato, potasio, calcio y magnesio, se aportarán según resultado de análisis de suelo. Como herbicida de pre-emergencia se utilizará uno a base de pendimetalina a dosis de 6 l/ha de dicha materia activa. Este detalle es sumamente importante, ya que no todos los herbicidas válidos para el maíz son compatibles con la soja. (de Liñán, 1998).

Las dosis de siembra recomendadas serán de 95.000 semillas/ha de maíz más 250.000 semillas/ha de soja. Esta última equivale a 45 kg de semilla/ha y deberá inocularse previamente con *Rhizobium*. Las casas comerciales venden preparados comerciales de este inóculo, en forma sólida o líquida. Hay que seguir meticulosamente las instrucciones de manejo.

Existen diversas posibilidades para efectuar la siembra:

- Esparcir toda la semilla a voleo por la parcela mediante una abonadora y enterrarla con un pase alto de rotovator. Aplicar luego el insecticida y el herbicida.
- Esparcir primero la semilla de soja a voleo, enterrarla con pase alto de rotovator y luego sembrar el maíz en líneas a 70 cm con 15 cm entre semillas. Hay sembradoras que dosifican el insecticida a la vez. Es preciso asegurarse de que se dispondrá para la recolección de una cosechadora de peine frontal, pues las de cabezal en V para una o más hileras de maíz no sirven.
- Sembrar líneas alternadas de maíz y soja. En este caso, habrá que regu-

Cuadro II. Composición química del maíz y soja forrajeros en la semana previa a la recolección. Promedio 1999-2002 (valor medio ± error estándar).

	Maíz (pastoso-vítreo)	Soja (legumbres con grano)
Materia seca (%)	31,97 ± 0,68	25,99 ± 0,73
Cenizas (%MS)	3,61 ± 0,06	9,08 ± 0,18
Proteína bruta (%MS)	7,55 ± 0,11	16,97 ± 0,44
Extracto etéreo (%MS)	2,26 ± 0,08	4,51 ± 0,51
Fibra neutro detergente (%MS)	44,34 ± 0,48	41,61 ± 0,7
Fibra bruta (%MS)	22,06 ± 0,48	25,73 ± 0,39
Fibra ácido detergente (%MS)	26,41 ± 0,45	31,26 ± 1,05
Id.libre de cenizas (%MS)	26,16 ± 0,47	30,42 ± 0,95
Almidón (%MS)	25,71 ± 0,54	4,30 ± 0,35
Azúcares solubles (%MS)	18,77 ± 0,86	7,65 ± 0,29
Capacidad tampón (meq/kg MS)	153,48 ± 4,96	486,36 ± 9,11
DNDC (%)	68,04 ± 0,48	69,07 ± 0,57
Do,vivo (%)	72,34 ± 0,73	68,57 ± 0,31
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	11,16 ± 0,11	9,98 ± 0,05

DNDC=Digestibilidad neutro detergente-celulasa de la materia orgánica.
Do,vivo = Estimación de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica en función del valor anterior.
Energía Metabolizable estimada en función de cenizas y del valor anterior.

Las leguminosas de invierno aprovechan después el *Rhizobium* con que se inoculó la soja

lar muy bien la sembradora para que resulten líneas a 70 cm con maíz en las impares (7,5 cm entre semillas) y soja en las pares (2,5 cm entre semillas). O bien, colocar en las tolvas impares 50% de semilla de maíz + 50% de semilla de soja y en las pares sólo semilla de soja. Sembrando líneas a 70 cm con 4 cm entre semillas tendremos hileras alternadas de maíz/soja y de solamente soja que nos darán la dosis de siembra deseada.

En caso de efectuar siembra directa, se procederá análogamente a la anterior siembra convencional en líneas alternadas. Hay que regular muy bien la sembradora y comprobar previamente la dosis que deposita. Si el terreno de la finca tiene problemas para siembra directa de maíz (muy arcilloso o pedregoso), no será posible la de maíz-soja, ya que ésta es aún más exigente en cuanto a estructura del suelo.

La soja crecerá conjuntamente con el maíz alcanzando menor altura que

Cuadro III. Producción de la asociación triticale-haboncillos, según su estado de desarrollo.

Especie	Corte	Estado	MS (%)	Producción (kg MS/ ha)	Plantas / m ²	Altura (cm)	% Producción total(sobre MS)	
							Total	Especies sembradas
Triticale	C1	Espigado	23,4 ^a	2000 ^a	111	57,7 ^a	54	65
	C2	Grano incipiente	32,1 ^b	3065 ^b	110	61,5 ^a	50	62
	C3	Grano lechoso	35,3 ^c	3476 ^b	103	69,6 ^b	55	64
	e.e.m.		0,3	194	6,3	1,5	2,3	2,4
	P		***	*	n.s	*	n.s	n.s
Haboncillos	C1	Floración	15,6 ^a	943 ^a	20	64,1	28	35
	C2	Legumbres inmaduras	17,1 ^b	1560 ^b	19	64,7	28	38
	C3	Vainas con grano	18,4 ^c	1929 ^b	18	65,6	32	36
	e.e.m.		0,2	122	0,9	1,9	2,3	2,4
	P		***	*	n.s	n.s	n.s	n.s
Adventicias	C1	Vegetativo	15,6 ^a	669 ^a			18	
	C2	Floración	22,3 ^b	1279 ^b			22	
	C3	Fructificación	15,7 ^c	850 ^a			13	
	e.e.m.		0,3	118			2,2	
	P		***	*			n.s	

e.e.m.: error estándar de la media.; MS: materia seca. ***: p ≤ 0,001; **: p ≤ 0,01; *: p ≤ 0,05; n.s: p > 0,1
a,b,c en la misma columna al nivel de P indicado dentro de cada especie señalan diferencias significativas.

Cuadro IV. Contenido en proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), almidón y energía metabolizable del triticale y de los haboncillos en función de su estado de desarrollo.

Especie	Corte	Proteína bruta(%MS)	Fibra neutro detergente (%MS)	Almidón (%MS)	EM (MJ/kg MS)
Triticale	C1	12,14	58,34	2,35	10,0
	C2	9,39	53,88	4,41	10,2
	C3	8,36	53,29	11,53	10,4
Haboncillos	C1	18,60	25,52	10,24	11,1
	C2	15,54	24,28	15,86	11,3
	C3	17,80	27,68	14,43	11,3
e.e.m.		0,14	0,31	0,18	0,06
Corte		***	*	***	n.s.
Especie		***	***	**	***
Corte*/Especie		**	*	***	n.s.

e.e.m.: error estándar de la media.; MS: materia seca. ***: p ≤ 0,001; **: p ≤ 0,01; *: p ≤ 0,05; n.s: p > 0,1
C1, C2, C3 (triticale/haboncillos): Espigado/Floración, Grano incipiente/Legumbres inmaduras, Grano lechoso/Vainas con grano.

Cuadro V. Ensilabilidad de monocultivos de haboncillos y raigrás italiano en el momento del corte.

	Materia seca (MS, %)	Azúcares solubles (% MS)	Capacidad tampón (meq/ kg MS)
Raigrás italiano- 1er corte	15,7	26,1 ^a	384
Raigrás italiano- 2º corte	15,6	9,8 ^b	220
Haboncillos- corte único	16,5	21,3 ^a	283

a, b: en la misma columna indican diferencias significativas para p ≤ 0,05

éste (**Foto 1**). Según los resultados obtenidos en el Serida en el año 1999, excepcionalmente seco en verano, hubo competencia por el agua y la mayor densidad de plantas redujo la producción (**Cuadro I**). En el resto de los años

no fue así y resultó preferible la siembra a voleo. Aunque en estos ensayos hubo una menor cantidad de plantas de soja frente a la deseada, se debió a que el suelo de la finca donde se efectuaron las experiencias era muy arcilloso y, por

tanto, no ideal para la soja. Aún así, aparte del verano seco mencionado, se obtuvo una producción igual o incluso superior, con menos abono nitrogenado.

El forraje cosechado tendrá un mayor contenido en cenizas, proteína y extracto etéreo y menor en fibra neutro detergente y almidón que si fuera sólo maíz. También se reduce su contenido en azúcares solubles y se eleva su capacidad tampón, pero sin llegar a límites críticos gracias a la excepcional ensilabilidad del maíz (**Cuadro II**). Esta asociación presenta las siguientes ventajas nutricionales:

- Suministrado al ganado bajo forma de ensilado, se consigue entre un 5-10% más de ingestión voluntaria (o bien, un 5-10% menos de valor lastre).
- La presencia de una leguminosa provoca una menor emisión de metano al medio ambiente (Australian Greenhouse Office, 2001), lo que supone una ventaja añadida para no incrementar el efecto invernadero.

Cultivo forrajero de invierno-primavera

Se ensayaron el triticale (*xTriticosecale* Wittm.) y avena (*Avena sativa* L.) asociadas a las leguminosas *Vicia sativa* L. (veza sativa), *Vicia villosa* Roth. (veza villosa), *Pisum sativum* L. (guisante), *Lupinus albus* L. (altramuz), *Vicia ervilia* L. (yeros), *Vicia narvonensis* L.



Cuadro VI. Monocultivo de haboncillos versus raigrás italiano: calidad nutritiva de los forrajes verdes y sus ensilados.

	pH	Cenizas (%MS)	Proteína bruta (%MS)	Fibra neutro detergente (%MS)	DNDC (%)	EM (MJ/ kg MS)
Forrajes verdes						
Raigrás italiano- 1er corte	4,95 ^b	9,2 ^{ab}	8,6 ^b	53,7 ^{ab}	63,30	10,1 ^{ab}
Raigrás italiano- 2º corte	6,02 ^a	12,6 ^a	18,5 ^a	55,3 ^a	65,39	9,9 ^b
Haboncillos- corte único	5,17 ^b	6,0 ^b	18,9 ^a	38,9 ^b	72,41	11,2 ^a
Ensilados						
Raigrás italiano- 1er corte (MS = 26,1 %)	4,02	10,7	10,3	59,0	59,97 ^a	9,4
Haboncillos- corte único (MS = 22,7 %)	3,91	12,7	15,6	59,8	553,09 ^b	9,2

DNDC: Digestibilidad enzimática de la materia orgánica; EM: Energía metabolizable estimada; a, b: en la misma columna indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$

(alverjón) y *Vicia faba* L. (haboncillos). Resultaron muy prometedoras las asociaciones de triticale con alverjón y haboncillos, y sobre todo esta última (**Cuadro III**). El contenido en principios nutritivos de los haboncillos es muy superior al del triticale y mucho más estable (**Cuadro IV**), además, no necesitan un cereal que les sirva de tutor; ya que son de porte erguido. Su contenido en azúcares solubles es elevado y su capacidad tampón es baja, por lo que su ensilabilidad es alta. (de la Roza *et al.*, 2004).

El único problema de esta leguminosa es su contenido en agua. Recolectados en estado de vainas con grano mediante corte directo tienen una elevada pérdida de jugo ya en los remolques, lo que conlleva una pérdida sensible de nutrientes solubles que hace que el valor nutritivo del ensilado resulte muy inferior al del forraje verde original.

Así pues, la mejor opción es sembrar triticale-haboncillos (**Foto 2**) para corte directo o sólo haboncillos (**Foto 3**) para ensilar con prehenificación previa (hay que conseguir más del 30% de materia seca). Las dosis de siembra serán de 65 kg de semilla de triticale/ha

y 150 de haboncillos (respectivamente, 159 y 26 semillas/m²). Se obtendrá la misma producción en ambos casos, que es equivalente a la que tendría lugar con dos o tres cortes de raigrás italiano en primavera o invierno-primavera, pero con un solo corte y con los efectos beneficiosos de una leguminosa sobre el suelo.

En caso de sembrar solamente haboncillos (26 semillas/m²), las plantas tendrán un mayor número de tallos y una mayor tendencia a encamar, pero no hay problema cosechando en vainas con grano. Insistimos en la necesidad de prehenificar. El ensilado toma color negro, pero no es ningún inconveniente y es perfectamente aceptado por el ganado. Su estabilidad aeróbica (resistencia a elevarse el pH y la temperatura una vez abierto el silo) es superior a la del raigrás italiano. Los **Cuadros V y VI**, muestran la ensilabilidad de este forraje, así como su valor nutritivo en verde y tras ensilar. Resulta ideal para asociar con el ensilado de maíz si la explotación dispone de carro mezclador.

También existe otra posibilidad interesante, y es que tanto los haboncillos

como el alverjón pueden crecer en presencia de raigrás italiano. Así pues, es posible sembrar conjuntamente raigrás italiano no alternativo con haboncillos sin aporte de fertilizante nitrogenado y obtener dos cortes sucesivos en primavera, uno de raigrás italiano-haboncillos y otro de sólo raigrás italiano.

Conclusión

Los problemas que plantea la rotación de maíz forrajero con un cultivo de invierno pueden evitarse con la introducción de leguminosas forrajeras: soja en verano y haboncillos o alverjón en invierno-primavera. Adicionalmente, podemos mejorar la calidad del forraje obtenido y sin mayor riesgo de problemas de mala fermentación de los ensilados.

Agradecimientos

La información aquí expuesta se obtuvo gracias a la financiación INIA concedida para la ejecución de los proyectos de I+D SC - 99 - 032 y RTA - 03 - 042. ●

Bibliografía en poder de la redacción: mundoganadero@eumedia.es