

## SC99-032. Producción de leche con ensilado de maíz forrajero-leguminosa o dietas mixtas

### Investigador responsable Organismo

Dr. Alejandro Argamentería Gutiérrez SERIDA

### Equipo investigador

Dra. Begoña de la Roza Delgado SERIDA  
Adela Martínez Fernández SERIDA  
Sagrario Modroño Lozano SERIDA  
Antonio Martínez Martínez (asesor) SERIDA

entre semillas. Las tolvas de las líneas 1 y 3 contuvieron 60% de semillas de maíz + 40% de soja y las tolvas de las líneas 2 y 4 contuvieron semillas de soja al 100%. La dosis teórica de siembra fue de 116.279 semillas/ha de maíz + 271.318 semillas/ha de soja.

2. Siembra a voleo de 250.000 semillas de soja/ha, pase de rotovator y siembra en líneas ( 86 x 10 cm ) de 116.279 semillas/ha de maíz (se utilizó la misma sembradora anterior con las tolvas 2 y 4 vacías y con las tolvas 1 y 3 con 100% de semillas de maíz).

### Objetivos

- Contrastar dos diferentes metodologías de siembra de maíz forrajero y soja en asociación.
- Valorar *in vivo* ensilados de maíz *versus* maíz con baja proporción de soja *versus* maíz con alta proporción de soja.
- Predecir la degradabilidad ruminal *in situ* de la proteína bruta de piensos y mezclas mediante la proteasa de *Streptomyces griseus*.

La variedad de maíz utilizada fue "Clarica" y la de soja "Osumi". Esta última se sembró siempre inoculada con *Rizhobium*. Se fertilizó con 80 kg de N/ha y 22 Kg de Mg/ha. La dosis empleada de P y K se ajustó de acuerdo con el análisis de suelo efectuado. Una semana antes de la fecha prevista de recolección se llevó a cabo un control de la producción en seis puntos al azar por cada metodología de siembra: dos en la parte baja, dos en la central y dos más en la zona elevada del terreno, consideradas como bloques cada una de las zonas (baja, central y alta) de muestreo de las parcelas. Y se tomó también muestra para análisis.

### Resultados

#### Contraste de dos diferentes metodologías de siembra de maíz forrajero y soja en asociación

Para este experimento se utilizó una superficie de 4,2 ha, que fue dividida en dos mitades en el sentido de su pendiente, y a cada una de ellas, se le asignó al azar una de las dos metodologías de siembra siguientes:

1. Sembradora neumática de cuatro líneas ajustada a 43 cm entre líneas y 6 cm

De acuerdo con los resultados recogidos en la tabla 1, hay que señalar que no se detectaron diferencias significativas entre ambas metodologías de siembra. No obstante, conviene resaltar que la siembra a voleo resulta más fácil de aplicar en la práctica y permite modificar, con la amplitud que se desee, la dosis de semilla de leguminosa. Sería la recomendable en el caso de laboreo convencional. La siembra con sembradora neumática sería apropiada para siembra directa, adaptando las dosis de semillas de maíz y soja a las características de la sembradora a utilizar.



**Tabla 1.-Producción y principios nutritivos del maíz y soja forrajeros sembrados con las dos diferentes metodologías, denominadas “en líneas” y “soja a voleo”**

	LÍNEAS		VOLEO	
	MAÍZ	SOJA	MAÍZ	SOJA
Plantas/ha	84884	108527	78682	56202
t MS/ha	19,21	0,99	17,09	0,57
% MS	40,23	35,23	39,83	33,37
CEN	2,93	8,38	3,34	8,46
PB	6,97	20,11	7,27	21,23
FND	43,85	43,02	42,81	39,93
EE	1,93	3,54	2,32	4,13
AZSOL	10,02	6,63	8,63	6,75
ALMIDÓN	29,96	2,06	31,38	1,57
DeFNDC	62,32	63,78	64,48	64,65

MS=Materia seca; DeFNDC=Digestibilidad con celulasa; CEN=Cenizas; PB=Proteína bruta; FND=Fibra neutro detergente; EE=Extracto etéreo; AZSOL=Azúcares solubles; ALMIDÓN. Las concentraciones se expresan en %MS.

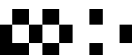
### Valoración in vivo de ensilados de maíz versus maíz con baja proporción de soja versus maíz con alta proporción de soja

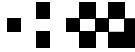
Durante 2001 se habían elaborado dos ensilados de sólo maíz, dos con baja proporción de soja y otros dos con alta. Para ello, dos diferentes parcelas con maíz forrajero (13 tMS/ha) y soja forrajera (7 tMS/ha) en monocultivo dentro de cada una, se cosecharon de la forma siguiente:

- Sólo franjas de maíz forrajero (M)
- Dos franjas de maíz /franja de soja (baja proporción de soja = MBS).
- Franja de maíz / dos franjas de soja (alta proporción de soja = MAS).

En una de las parcelas, el maíz forrajero presentaba grano pastoso, y, en la otra, pastoso-vítreo. Las condiciones particularmente húmedas del año no permitieron llegar a un mayor grado de maduración.

Durante 2002, a cada una de ambas ternas de ensilados M, MBS y MAS, se le asignaron al azar tres grupos de dos vacas frisonas en producción/grupo para consumir los tres ensilados correspondientes en forma de cuadrado latino 3x3 en la nave metabólica y efectuar los respectivos balances en energía y nitrógeno (N). Primero, las tres tandas relativas a una parcela y después las de la otra, para reducir el tiempo en que los silos permanecían abiertos. Cada vaca ingirió el ensilado *ad libitum* suplementado con 5 kg/día de un concentrado rico en proteína, repartido en dos tomas diarias iguales, a fin de evitar trastornos por falta de N.





Utilizando el modelo de análisis de varianza:  $Y = \text{ENSILADO} + \text{PARCELA} + \text{ENSILADO} * \text{PARCELA} + \text{TANDA (PARCELA)} + \text{VACA (PARCELA)} + \text{ERROR}$ , y agregando además la covariable “proporción materia seca de concentrado/materia seca total” en el caso de la digestibilidad, se obtuvieron los resultados de la tabla 2.

La inclusión de soja forrajera incrementó la ingestión voluntaria de materia seca de ensilado, traduciéndose esto en un aumento de la producción de leche y de su contenido en grasa. Este hecho, cabe imputarlo a la mayor velocidad de digestión de los carbohidratos estructurales de las leguminosas, hecho a veri-

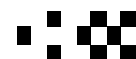
ficar mediante análisis actualmente en curso. Aunque la digestibilidad global de la materia seca no presentó diferencias, es preciso evaluar si las hubo para los diversos principios nutritivos que la integran.

Si se comparan los valores de proteína ( $3,10 \pm 0,02\%$ ) y urea ( $341 \pm 41 \text{ mg/l}$ ) en leche durante la fase pre-experimental, con una dieta teóricamente balanceada, con los valores detectados en este ensayo, se comprueba la existencia de una reducción sensible de ambos. Ello revela un exceso de energía y una restricción proteica. Esta última es significativamente más acusada con ensilado de sólo maíz

**Tabla 2.–Contenido, ingestión voluntaria y digestibilidad aparente de la materia seca de los tres ensilados elaborados a partir de cada parcela. Producción y calidad de la leche obtenida y variación de peso vivo de las vacas**

	Parcela								Interacción p
	Maíz grano pastoso-vítreo Ensilado				Maíz grano pastoso Ensilado				
	M	MBS	MAS	p	M	MBS	MAS	p	
MS (%)	28,3a	27,9b	26,4c	**	25,7a	25,1b	25,0b	***	***
Ingestión voluntaria (kgMS ensilado/día)	13,8a	14,4ab	14,9b	**	12,6a	13,8b	13,5b	*	NS
Digestibilidad de la MS (%)	64,4	63,3	63,3	NS	64,7	66,1	66,3	NS	NS
Leche (kg / vaca / día)	30,4a	31,1ab	32,1b	**	23,9a	26,0b	25,7b	**	NS
Grasa (%)	4,08a	4,34b	4,60c	*	4,37a	4,55ab	4,60b	0,09	NS
Proteína (%)	2,73	2,76	2,76	NS	3,03a	3,03a	2,97b	*	*
Lactosa (%)	5,00	4,96	4,97	NS	4,89	4,88	4,90	NS	NS
Sólidos no grasos (%)	8,45	8,42	8,44	NS	8,65	8,64	8,67	NS	NS
Urea (mg / l)	197a	263b	313c	**	194a	282b	284b	***	NS
Variación de peso (kg / día)	-0,26a	-0,03a	+0,82b	*	+0,90a	-0,36b	+0,51ab	*	0,09

M = Ensilado de solo maíz; MBS = Ensilado de maíz con baja proporción de soja, MAS = Idem con alta proporción de soja. MS = Materia seca (no corregida por pérdida de componentes volátiles). a, b, c: Valores acompañados de distinta letra en la misma fila por separado para cada parcela difieren a : \*\*\*,  $p < 0,001$ ; \*\*,  $p < 0,01$  ; \*,  $p < 0,05$ ; NS:  $p > 0,1$ . Interacción: Ensilado \* Parcela





(<200 mg urea/l) frente a los ensilados de maíz/soja (>250 mg urea/l), los cuales presentan un mayor equilibrio energía/proteína.

Como conclusión preliminar, y a la espera de tener analizados todos los datos, cabe adelantar que el cultivo asociado de maíz/soja frente a sólo maíz, aparte de las ventajas edáficas y medioambientales, también las presenta en el aspecto nutricional.

### Predicción de la degradabilidad ruminal in situ de la proteína bruta de piensos y mezclas mediante la proteasa de *Streptomyces griseus*

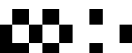
De acuerdo con los datos que se recogen en la tabla 3, se concluye que la posibilidad de

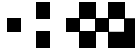
predecir las constantes a, b y c de degradación ruminal según el modelo de Orskov y McDonald [ $D=a+b(1-e^{-ct})$ ], así como la degradabilidad efectiva mediante la proteasa de *Streptomyces griseus*, es superior para 1h frente a 24 h de actuación de dicho enzima, lo que se pone de manifiesto en los coeficientes de correlación estimados para la regresión (0,855 frente a 0,551 para el coeficiente a; y 0,861 frente a 0,495 para el coeficiente b). El coeficiente c sólo parece posible de estimar mediante máxima verosimilitud a partir de los demás parámetros.

Por otro lado, la detección (Tabla 3) en la ecuación de regresión de un efecto significativo de la clase de concentrado (pienso o mezcla) sobre la ordenada en el origen (excepto para la predicción del parámetro b a partir de  $S_{24}$ ), es imputable a diferencias sensibles entre los ingredientes de ambos. En efecto, las mezclas inclu-

**Tabla 3.—Predicción de las constantes de degradabilidad ruminal del nitrógeno según modelo  $D=a+b(1-e^{-ct})$  y de la degradabilidad efectiva calculada para la tasa de flujo de 0,08/h ( $DE_8$ ) en función de la solubilidad con proteasa de *Streptomyces griseus* a 1 y 24 h ( $S_1$  y  $S_{24}$ ) sobre piensos compuestos y mezclas. (Valores en tanto por uno)**

	Recta de regresión		$R^2$	r.s.d.
<b>a =</b>	$0,865 S_1 +$	$(0,096 + )$	0,855	$\pm 0,0073$
	mezclas = -0.081 ; piensos = 0			
<b>a =</b>	$0,815 S_{24} +$	$(-0,074 + )$	0,551	$\pm 0,0129$
	mezclas = -0.061 ; piensos = 0			
<b>b =</b>	$-1,052 S_1 +$	$(0,960 + )$	0,861	$\pm 0,0084$
	mezclas = 0.077 ; piensos = 0			
<b>b =</b>	$-0,985 S_{24} +$	1,186	0,495	$\pm 0,0146$
	Ecuación única para piensos y mezclas			
<b>c =</b>	No presentó regresión estadísticamente significativa			
<b><math>DE_8 =</math></b>	$0,297 S_1 +$	$(0,616 + )$	0,684	$\pm 0,0068$
	mezclas = -0.078 ; piensos = 0			
<b><math>DE_8 =</math></b>	$0,297 S_{24} +$	$(0,548 + )$	0,610	$\pm 0,0076$
	mezclas = -0.071 ; piensos = 0			





yen actualmente semilla de algodón, materia prima muy económica, que por razones tecnológicas no puede emplearse en piensos. Afortunadamente, es perfectamente visualizable

en las muestras de mezclas, y cabe decidir si se debe aplicar o no la corrección sobre la ordenada en el origen. Se continúa trabajando en el desarrollo de calibraciones NIRS al respecto.

## RTA01-144-C5-2. Rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas en la España húmeda

### Investigador responsable

Antonio Martínez Martínez

### Organismo

SERIDA

### Equipo investigador

Dra. Nuria Pedrol Bonjoch

SERIDA

### Resultados

#### Evaluación agronómica de distintos cultivos invernales para rotación con maíz

### Objetivos

- Evaluar agronómicamente distintos cultivos invernales para rotación con maíz.
- Estudiar en rotaciones anuales con el maíz como cultivo de verano:
  - el efecto de la introducción de una leguminosa en el cultivo invernal.
  - el sistema de siembra (directa o laboreo convencional).
  - el tipo de fertilizante (químico o purín).
- Evaluar distintas rotaciones de cultivos para producción ecológica de forrajes.
- Estudiar el uso de insecticidas ecológicos en la producción de maíz forrajero ecológico.

El triticale presentó menor altura de plantas que la avena (65 cm frente a 100 cm;  $P < 0,001$ ), lo que unido a su tallo fuerte le confiere mejores condiciones que ésta para realizar un entutorado correcto de la leguminosa acompañante y evitar así en lo posible el encamado. En este sentido, el haboncillo fue la leguminosa con menor altura de plantas ( $P < 0,05$ ), poseyendo además un tallo fuerte que le confiere unas buenas cualidades para resistir al encamado, a pesar de no tener zarcillos para unirse al cereal. Hay que recordar que el *encamado* es uno de los problemas más graves que presentan este tipo de cultivos, por dificultar en gran medida las labores de recolección y limitar la conservación posterior del forraje por las posibles contaminaciones con tierra. En cuanto a la producción total de materia seca, las medias según cereal no fueron estadísticamente diferentes, si bien las parcelas con triticale tendieron a presentar valores algo más altos (0,4 t MS/ha) que las de avena. Según leguminosas sí hubo diferencias significativas