

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ALFALFA POR MENOR POTENCIAL METEORIZANTE

Daniel H. Basigalup, Claudia V. Castell y Valeria Arolfo. 2002. E.E.A INTA Manfredi.
www.produccion-animal.com.ar

[Volver a: Pasturas cultivadas: alfalfa](#)

El empaste, timpanismo o meteorismo espumoso es una disfunción digestiva de los rumiantes que se origina cuando los gases liberados por la fermentación microbiana de los alimentos en el rumen quedan atrapados en minúsculas burbujas y no pueden ser eliminados por eructación. Este problema se asocia con el consumo de especies forrajeras de alta digestibilidad y alto contenido de proteínas solubles, como la alfalfa y los tréboles blanco y rojo.

El objetivo de este programa de mejoramiento es desarrollar una variedad de alfalfa sin reposo invernal (GRI = 8) con menor riesgo de empaste y con buenas características agronómicas: alto rendimiento de forraje y persistencia, adecuada resistencia a plagas y enfermedades y buena calidad forrajera.

Los trabajos se iniciaron en la E.E.A Manfredi-INTA en 1991, partiendo de una población de 2000 plantas de las variedades Monarca SP INTA, 5929, Mecca y Sequel (500 plantas de cada una). El criterio de selección fue una menor velocidad inicial de desaparición ruminal (medida a las 4 hs de permanencia en el rumen de novillos fistulados), medida *in situ* a través de la técnica de la “bolsa de nylon modificada”. El método de mejoramiento combinó la selección fenotípica y genotípica en un proceso cíclico o recurrente, que incluyó la interpolinización de los individuos seleccionados en jaulas de policruzamiento. En cada ciclo de selección se evaluaron entre 1200 y 1850 plantas en forma individual, con tres repeticiones y en dos épocas del año (primavera y verano). De acuerdo con las investigaciones desarrolladas en Canadá, debe procurarse disminuir la desaparición inicial (4 hs) en aproximadamente 25 % a fin de reducir significativamente el potencial timpanizante.

Después de 3 ciclos de selección, se consiguió reducir la desaparición ruminal inicial en aproximadamente 22 % (valor promedio). Con la población originada en el tercer ciclo de selección, se inscribió la variedad *PROINTA CARMINA* en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (Res. 125/01 de la SAGPyA). (ver en este informe el punto 6- “Nuevas variedades comerciales de alfalfa”).

En el otoño de 2000 se implantaron en algunas unidades del INTA ensayos de evaluación agronómica de ProINTA Carmina, a fin de comparar su comportamiento frente a otras variedades de alfalfa de uso comercial. La información preliminar generada hasta el presente indica que *PROINTA CARMINA* tiene un rendimiento de forraje muy similar a otras variedades de su grupo de reposo en Manfredi (*TABLA 1*) y bastante inferior en Rafaela. Sin embargo, esta menor producción de forraje es totalmente esperable dado que el único criterio de selección de ProINTA Carmina ha sido su menor velocidad inicial de desaparición ruminal. Comparada con BÁRBARA SP INTA, posee un mayor contenido de fibra (FDA y FDN), y proporciones similares de proteína bruta (PB) y relación hoja:tallo (H:T) (*TABLAS 2 y 3*).

TABLA 1.- Producción (tn MS/ha) de forraje acumulada (8 cortes) durante la primera temporada (2000/01) en un ensayo de evaluación de cultivares y líneas experimentales de GRI= 8-9 establecido en la E.E.A Manfredi. Las SIMAs seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente (Duncan, 0.05).

Cv / Línea Exp.	Tn MS/ha (8 cortes)
ROSILLO	18,72 a
SALADO	18,54 a
ALAZÁN	18,20 a
MONARCA SP INTA	17,97 a
BÁRBARA SP INTA	17,73 a
Media	17,69
LE I	17,67 a
5939	17,48 a
LE II	17,47 a
PROINTA CARMINA	17,25 a
TOPPER	16,91 a
Media	17,69
CV (%)	11,03

TABLA 2.- Comparación de la calidad forrajera en pre-botón floral bajo condiciones de pastoreo entre ProINTA Carmina y Bárbara SP INTA (testigo). E.E.A Marcos Juárez. Temporada 2000/1. Los promedios seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (Duncan, $p= 0.05$). Fecha evaluación: 29/11/2000.

		% MS	Kg MS/ha	PB	FDN	FDA
Bárbara	1	15.1	2520.0	26.40	37.90	26.80
	2	16.1	2760.0	30.01	33.15	22.68
	3	13.3	2520.0	30.36	28.64	21.73
	4	15.5	2640.0	27.00	28.91	21.30
	5	16.0	2860.0	31.09	30.32	23.55
	Promedio	15.2	2660.0 a	28.97 a	31.78 a	23.21 a
		%	Kg MS/ha	PB	FDN	FDA
Carmina	1	16.5	2380.0	27.93	35.58	27.25
	2	16.0	2160.0	28.81	32.63	25.18
	3	15.9	2040.0	26.56	41.54	30.27
	4	15.8	2640.0	24.78	35.56	28.01
	5	15.0	2560.0	28.98	33.15	27.13
	Promedio	15.8	2356.0 a	27.41 a	35.69 a	27.57 b

Referencias: PB = proteína bruta (%); FDN = fibra detergente neutra (%) y FDA = fibra detergente ácida (%).

TABLA 3.- Comparación de la relación hoja-tallo (H/T) en dos estados de madurez (prebotón floral y 10 % de floración) entre la población original y los distintos ciclos de selección (C-1 a C-3) producidos en el programa de desarrollo de un cv de alfalfa con menor potencial timpanizante. E.E.A Manfredi. Temporada 2000/1.

ESTADO DE PREBOTÓN FLORAL		
Ciclo	Valores H/T (gr MS Hojas/gr MS Tallos)	Promedio
Original	1.81 ; 1.55 ; 1.78 ; 1.64 ; 1.68	1.69 a ^(*)
C-1	1.59 ; 1.42 ; 1.46 ; 1.72 ; 1.63	1.56 a
C-2	1.61 ; 1.51 ; 2.01 ; 1.69 ; 1.90	1.74 a
C-3	1.63 ; 1.49 ; 1.43 ; 2.02 ; 1.84	1.68 a
ESTADO DE 10 % FLORACIÓN		
Ciclo	Valores H/T (gr MS Hojas/gr MS Tallos)	Promedio
Original	1.82 ; 1.67 ; 1.77 ; 1.70 ; 1.73	1.74 a
C-1	1.58 ; 1.51 ; 1.68 ; 1.81 ; 1.59	1.63 a
C-2	1.76 ; 1.51 ; 1.83 ; 1.73 ; 1.58	1.68 a
C-3	1.93 ; 1.67 ; 1.63 ; 1.69 ; 1.39	1.66 a

Referencias: Original = población original (sin seleccionar); C-1 a C-3 = 1º, 2º, y 3º ciclos de selección por menor velocidad inicial de desaparición ruminal *in situ* (4 hs de permanencia en el rumen de novillos fistulados). C-3 corresponde a ProINTA CARMINA.

(*) Los promedios seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (Duncan, $p= 0.05$).

El 14/4/00, con la única semilla prebásica disponible de ProINTA Carmina (designada con el código LEC-3), se estableció en la E.E.A Marcos Juárez un ensayo a campo para determinar su capacidad meteorizante. Se utilizó un diseño de parcelas apareadas (0,33 ha cada una), utilizando al cv Bárbara SP INTA como testigo. Las parcelas fueron perimetradadas con alambrados eléctricos y se utilizaron 10 novillos Aberdeen Angus por tratamiento, con un peso promedio de 354 Kg de peso vivo (PV) y una asignación de forraje al inicio de los desafíos de 35,1 g de MS/Kg de PV en Bárbara SP INTA y de 32,4 g de MS/Kg de PV en ProINTA Carmina. Se emplea la determinación visual del grado de meteorización, de acuerdo a una escala de 6 grados adaptada de H. Lippke, J.L. Reaves y N. L. Jacobson (1972), a saber:

0: normal (sin timpanización).

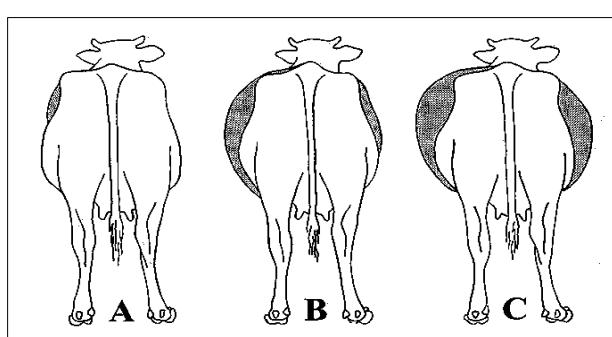
1: ligera timpanización (leve distensión del flanco izquierdo).

2: timpanización moderada (creciente distensión del flanco izquierdo y leve en el derecho).

3: timpanización severa (muy distendido en flanco izquierdo y lleno y firme el derecho, con micción y defecaciones frecuentes).

4: timpanización peligrosa (ambos flancos muy distendidos y a nivel de espina dorsal, animal angustiado, inquieto, regurgitación de alimento, prolapo de recto, violentos movimientos de cola).

5: tratamiento o muerte.



La primera semana de desafíos se inició el 3/11/00, con 29 días de crecimiento en las parcelas y sin ayuno previo de los animales, y siguió el 6/11 (animales con 17 hs de ayuno) y 7/11 (también con 17 hs de ayuno), no registrándose casos de timpanismo significativo en ninguno de los dos tratamientos. La segunda semana de desafíos (con 20 días de crecimiento de la alfalfa) se inició el 29/11 (17 hs de ayuno y abundante rocío) y continuó el 30/11 (19 hs de ayuno) y 30/12 (animales permaneciendo en las parcelas desde el día anterior), no registrándose tampoco ningún caso de timpanismo significativo. Los desafíos se repitieron en los meses de marzo, abril y mayo con los mismos resultados.

Vale decir que, pese a las condiciones altamente predisponentes para el empaste en alguna parte de la temporada (como la segunda semana de desafíos), no se produjeron casos de animales empastados. En consecuencia, resta todavía determinar la supuesta menor capacidad meteorizante de ProINTA Carmina. Los desafíos continuarán durante la temporada 2001/02. También, de acuerdo a disponibilidad de semilla y recursos financieros, se planea implementar otro ensayo a campo con un diseño experimental similar al anterior en una localidad a designar y bajo estrictas medidas de seguridad y confidencialidad.

DISCUSIÓN

En Canadá, siguiendo un esquema de mejoramiento similar al previamente descripto y después de 4 ciclos de selección, se obtuvo una variedad de alfalfa con 15 % menos de velocidad inicial de desaparición ruminal. En ensayos de pastoreo, esa variedad disminuyó en 62 % el número de animales empastados. Respecto de otras variedades comerciales, exhibió similares rendimientos de forraje, mayores contenidos de fibra (FDA y FDN) y similares contenidos de PB y H:T. Los resultados del CVT Alfalfa INTA-PRODUSEM son hasta el momento, muy semejantes a los del programa de mejoramiento canadiense, con la excepción de haber podido determinarse hasta el momento –por razones ambientales- su menor propensión timpanizante en ensayos de pastoreo.

PROINTA CARMINA fue desarrollado a partir de 500 plantas de cada uno de los siguientes cultivares: Monarca SP INTA, 5929, Mecca y Sequel. El objetivo de mejoramiento fue producir una variedad sin reposo invernal con una significativamente menor propensión para causar empaste o timpanismo. Para ello se utilizó una combinación de selección recurrente fenotípica y genotípica (prueba de progenie de policruza o “polycross”) por menor desaparición ruminal inicial (DRI) *in situ*, empleando la técnica de la “bolsa de nylon modificada”. Se realizaron tres (3) ciclos de selección. En cada ciclo de selección se efectuaron dos evaluaciones de la DRI: en primavera y en otoño. En cada ciclo se seleccionaron los individuos que consistentemente exhibieron los menores valores de desaparición inicial (después de 4 h de permanencia en el rumen de animales fistulados) en ambas evaluaciones. Los individuos seleccionados en cada ciclo se intercruzaron entre sí en condiciones de aislamiento (jaulas de polinización) con abejas melíferas.

La producción de semilla prebásica (Sin-1) se realizó en la E.E.A Manfredi-INTA en condiciones de aislamiento (jaulas de policruzamiento) con polinización forzada por abejas melíferas. Posteriormente, en la E.E.A San Juan-INTA y también en jaulas de polinización, se produjo la semilla básica o fundación (Sin-2).

F) Grado de reposo invernal: Determinado en plantas utilizando como patrón de comparación 3 cultivares testigos elegidos de manera tal que pertenezcan a grados similares al del cultivar en inscripción.

1. Datos de evaluación

Promedio o Ranking

Sintético Sembrado	Fecha de Siembra	Ultimo Corte	Fecha Medición	Este cultiv.	Testigo 1 Monarca	Testigo 2 5929	Testigo 3 5683	L.S.D. (0.05)	CV (%)
Sin 2	19/2/99	12/5/99	23/06/99	20.9	21.2	22.7	16.2	1.8	9.1

Prueba realizada en: Manfredi, Córdoba, por: E.E.A Manfredi-INTA

Sistema de evaluación usado: altura del rebrote en cm

PROINTA CARMINA tiene una tasa inicial de desaparición ruminal *in situ* 22.6 % menor respecto de la registrada en la población original, con valores promedio de desaparición inicial de 48,22 % (n = 1.300 plantas) para el Ciclo II de selección y de 62.53 % (n = 1.860 plantas) para la Original (Ciclo 0). Estas determinaciones fueron realizadas en la E.E.A Manfredi-INTA con la técnica de la “bolsa de nylon (dacron) modificada” y el empleo de novillos con fístula ruminal.

COMPORTAMIENTO FRENTE A PESTES

Los datos de comportamiento frente a plagas, enfermedades o nemátodes deben provenir de ensayos conducidos por empresas privadas o instituciones públicas. Estos ensayos deben utilizar la metodología estándar de la “North American Alfalfa Improvement Conference” (NAAIC) publicados en los “Standard Tests to Characterize Alfalfa Cultivars”. La evaluación puede ampliarse con ensayos de campo que posean testigos apropiados. Los niveles de resistencia pueden caracterizarse utilizando los porcentajes promedio de plantas resistentes de acuerdo a la siguiente escala: S (susceptible): < 5%; BR (baja resistencia): 6-14%; MR (moderadamente resistente): 15-30%; R (resistente): 31-50%; y AR (altamente resistente): >51%. También puede usarse el Índice de Severidad de Ataque (ISA), en cuyo caso los datos deben estar referidos a la reacción del testigo susceptible y del testigo resistente presentes en el mismo ensayo.

1. Antracnosis (*Colletotrichum trifolii* Bain & Essary)

Prueba realizada por: Crop Characteristics, Inc. en Farmington, MN, USA.

Material	% R	% R
	(% sobrevivencia)	(ajustado a Arc)
PROINTA CARMINA	8	10
Saranac (S)	2	2
Arc (R raza 1)	52	65
Saranac AR (R raz. 1 y 2)	42	52
Promedio ensayo	22.0	27.5
C.V. (%)	25.5	25.5
L.S.D. (0.05)	8.0	10.0

Prueba realizada en cámara de cría e invernáculo

2. Podredumbre húmeda (*Phytophthora megasperma* Drechs.)

Prueba realizada por: Crop Characteristics, Inc. en Farmington, MN, USA.

Material	% R	% R
	(% sobrevivencia)	(ajustado a Agate)
PROINTA CARMINA	15	17
Saranac (S)	6	7
Agate	39	43
Promedio ensayo	18.7	20.6
C.V. (%)	27.3	27.3
L.S.D. (0.05)	7.3	8.0

Prueba realizada en condiciones de campo.

3. Pulgón Moteado (*Therioaphis maculata* Buckton)

Prueba realizada por Crop Characteristics, Inc. en Farmington, MN, USA.

Material	% R	ISA
	(ajustado a CUF 101)	(1-5; 5=muerta)
PROINTA CARMINA	51	2.7
Caliverde (S)	0.4	5.0
CUF 101	60	2.4
Promedio ensayo	46.1	3.0
C.V. (%)	18.3	9.4
L.S.D. (0.05)	12.4	0.4
Prueba realizada en cámara de cría e invernáculo		

4. Pulgón Verde (*Acyrthosiphon pisum* Harris)

Prueba realizada por Crop Characteristics, Inc. en Farmington, MN, USA.

Material	% R	ISA
	(ajustado a CUF 101)	(1-5; 5=muerta)
PROINTA CARMINA	21	3.7
Moapa 69 (S)	10	3.9
CUF 101 (R)	55	3.1
PA-1	56	3.0
Promedio ensayo	37.6	3.4
C.V. (%)	16.4	4.4
L.S.D. (0.05)	8.8	0.2
Prueba realizada en cámara de cría e invernáculo		

5. Pulgón Azul (*Acyrthosiphon kondoi* Shinji)

Prueba realizada por Crop Characteristics, Inc. en Farmington, MN, USA.

Material	% R	ISA
	(ajustado a CUF 101)	(1-5; 5=muerta)
PROINTA CARMINA	22	3.6
Caliverde (S)	4	4.0
CUF 101	55	3.1
PA-1 (S)	16	3.7
Promedio ensayo	26.1	3.5
C.V. (%)	24.1	5.3
L.S.D. (0.05)	8.8	0.3
Prueba realizada en cámara de cría e invernáculo		

6. Fusariosis (*Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp.*medicaginis*)

Prueba realizada por Crop Characteristics, Inc. en Farmington, MN, USA.

Material	% R	ISA
	(ajustado a Agate)	(1-5; 5=muerta)
PROINTA Carmina	55.5	2.6
MNGN-1 (S)	7.2	3.7
Agate (R)	54	2.7
Moapa 69 (R)	61.3	2.6
Promedio ensayo	59.1	2.6
C.V. (%)	11.3	11.9
L.S.D. (0.05)	9.4	0.4
Prueba realizada en invernáculo y campo.		

**COMPARACIÓN DE LA CALIDAD FORRAJERA EN PREBOTÓN FLORAL BAJO CONDICIONES
DE PASTOREO ENTRE BÁRBARA SP INTA Y PROINTA CARMINA. E.E.A MARCOS JUÁREZ.
TEMPORADA 2000/1**

Fecha de corte: 29/11/2000						
		% MS	kgs Ms/ha	PB	FDN	FDA
Bárbara	1	15.1	2520.0	26.40	37.90	26.80
	2	16.1	2760.0	30.01	33.15	22.68
	3	13.3	2520.0	30.36	28.64	21.73
	4	15.5	2640.0	27.00	28.91	21.30
	5	16.0	2860.0	31.09	30.32	23.55
	promedio	15.2	2660.0 a ^(*)	28.97 a	31.78 a	23.21 a
		%	kgs Ms/ha	PB	FDN	FDA
Carmina	1	16.5	2380.0	27.93	35.58	27.25
	2	16.0	2160.0	28.81	32.63	25.18
	3	15.9	2040.0	26.56	41.54	30.27
	4	15.8	2640.0	24.78	35.56	28.01
	5	15.0	2560.0	28.98	33.15	27.13
	promedio	15.8	2356.0 a	27.41 a	35.69 a	27.57 b

(*) Para las comparaciones entre cultivares, los promedios seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (Duncan, p= 0.05).

**COMPARACIÓN DE VALORES DE RELACIÓN HOJA/TALLO (H/T) ENTRE LOS DISTINTOS
CICLOS DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA POR MENOR POTENCIAL TIMPANIZANTE**

1- ESTADO DE PREBOTÓN FLORAL

Ciclo ^(*) Valores H/T (gr MS Hojas/gr MS Tallos)	Promedio
Original 1.81 ; 1.55 ; 1.78 ; 1.64 ; 1.68	1.69 a ^(**)
C-1 1.59 ; 1.42 ; 1.46 ; 1.72 ; 1.63	1.56 a
C-2 1.61 ; 1.51 ; 2.01 ; 1.69 ; 1.90	1.74 a
C-3 1.63 ; 1.49 ; 1.43 ; 2.02 ; 1.84	1.68 a

2- ESTADO DE 10 % FLORACIÓN

Ciclo Valores H/T (gr MS Hojas/gr MS Tallos)	Promedio
Original 1.82 ; 1.67 ; 1.77 ; 1.70 ; 1.73	1.74 a
C-1 1.58 ; 1.51 ; 1.68 ; 1.81 ; 1.59	1.63 a
C-2 1.76 ; 1.51 ; 1.83 ; 1.73 ; 1.58	1.68 a
C-3 1.93 ; 1.67 ; 1.63 ; 1.69 ; 1.39	1.66 a

(*) El C-3 corresponde a PROINTA CARMINA.

(*) Los promedios seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (Duncan, p= 0.05).

REFERENCES

- 1-INDEC. 1996. Encuesta Nacional Agropecuaria. Argentina.
- 2-Howarth, R.E., B.P. Goplen and A.C. Fesser. 1978. A possible role for leaf cell rupture in legume pasture bloat. *Crop Sci.* 18: 129-133.
- 3-Howarth, R.E. 1988. Antiquality factors and nonnutritive chemicals components. p 493-514. *In* A. A. Hanson, D. K. Barnes and R. R. Hill, Jr. (ed) Alfalfa and Alfalfa Improvement, *Agronomy 29*, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- 4- Howarth, R.E., K.-J. Cheng, J.P. Fay, W. Majak, G.L. Lees, B.P. Goplen and J.W. Costerton. 1982. Initial rate of digestion in legume pasture bloat. p. 719-722. *In* J. A. Smith and V. W. Hays (ed) *Proc. 14th Int. Grassl. Congr.*, Westview Press, Boulder, CO
- 5-Goplen, B.P., R.E. Howarth, G.L. Lees, W. Majak, J.P. Fay and K.-J. Cheng. 1983. Evolution of selection techniques in breeding for bloat-safe alfalfa. p. 221-223. *In* J. A. Smith and V. W. Hays (ed) *Proc. 14th Int. Grassl. Congr.*, Westview Press, Boulder, CO.
- 6-Goplen, B.P., R.E. Howarth and G.L. Lees. 1993. Selection of alfalfa for a lower initial rate of digestion and corresponding changes in epidermal and mesophyl cell wall thickness. *Can. J. Plant Sci.* 73: 111-122.

- 7-Hall, J.W., W. Majak, D.G. Stout, K.-J. Cheng, B.P. Goplen and R.E. Howarth. 1994. Bloat in cattle fed alfalfa selected for a low initial rate of digestion. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 451-456.
- 8-Coulman, B.E., W. Majak, T. McAllister, B. Berg, D. McCartney, K.-J. Cheng, J.W. Hall and B.P. Goplen. 1996. Reduced bloat incidence in grazing trials of alfalfa selected for low initial rate of digestion (LIRD). Report of the 35th North American Alfalfa Improvement Conference, Oklahoma City, OK., July 16-20.
- 9-Fick, G.W. and S.C. Mueller. 1989. Alfalfa: quality, maturity, and mean stage of development. *Information Bull.* 217, Dept. of Agronomy. Cornell Univ., Ithaca, NY.
- 10-Coulman, B.E., C. Duncan and B.P. Goplen. 1998. Response to four cycles of selection for low initial rate of digestion in alfalfa. Report of the 36th North American Alfalfa Improvement Conference, Bozeman, MT, August 2-6.
- 12-S.A.S. Institute. 1979. *SAS/STAT User's Guide, Version 6 (4th edition)*, Vol. 2.
- 13-Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. *Principles and procedures of Statistics. A biometrical approach (2nd edition)*, McGraw-Hill, Inc., USA.
- 14-Van Soest, P.J., D. Mertens and B. Deinum. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *J. Anim. Sci.* 47: 712-720.
- 15-Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *USDA-ARS Agriculture Handbook 379*. Washington, D.C.: US Gov. Printing Office.
- 16-Linn, J. and N.P. Martin. 1985. Using forage test results in dairy rations. *Agric. Ext. Serv. Bull.*, Univ of Minnesota, St. Paul, MN.
- 17-Anonymous. 1984. Nutrients requirements of beef cattle (6th edition). Subcommittee on Beef Cattle Nutrition, National Research Council, National Academy Press. Washington, D.C.

[**Volver a: Pasturas cultivadas: alfalfa**](#)