

ProINTA CARMINA

Variedad de Alfalfa con Menor Potencial Timpanizante

● **Ing. Agr. D. H. Basigalup, Ing. Agr. J. Martínez Ferrer, A. Odorizzi, V. Arolfo y Ing. Agr. E. Ustarroz L.,**
INTA Manfredi

● **Ing. Agr. Bernáldez,**
Universidad Austral de Chile

● **M. V. N. Latimori, M. V. A. Kloster,**
INTA Marcos Juárez

● **P. Davies, D. Méndez,**
INTA Gral. Villegas

● **M.V. M. Correa Luna,**
INTA Venado Tuerto

El cultivar de alfalfa ProINTA Carmina fue seleccionado por su menor potencial timpanizante. El timpanismo es la causa más importante de pérdidas en la producción bovina de la región pampeana y su control constituye una seria preocupación para los ganaderos.

- 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.

De la comparación entre leguminosas timpanizantes y no timpanizantes, surge que una de las maneras de desarrollar variedades de alfalfa tolerantes al empaste es la selección de plantas con menor tasa de desaparición inicial ruminal (DIR). Esta vía se basa en las teorías conocidas como de "ruptura de la pared celular" y de "velocidad inicial de digestión", que parten del hecho de que hay leguminosas que son no-timpanizantes porque sus hojas poseen paredes celulares más gruesas, lo que retarda la acción de la microflora ruminal e impide una liberación explosiva de los contenidos celulares al rumen. De esta

manera, al tener una tasa de degradación 25-30% más lenta, se puede mantener una relativamente baja concentración de agentes espumógenos (proteínas solubles, restos de cloroplastos, etc.) en el rumen, haciendo que la producción de gas por la fermentación microbiana se mantenga por debajo de los umbrales críticos para causar meteorismo.

En 1991 se inició en el INTA Manfredi un programa de mejoramiento con el objetivo de desarrollar un cultivar de alfalfa sin reposo invernal con menor DIR. El método de mejoramiento incluyó una combinación de selección recurrente fenotípica y genotípica –prueba de progenie de policruza o *polycross- in situ* por menor DIR en un estado de madurez intermedio entre vegetativo tardío y botón floral y empleando la técnica *in situ* de la "bolsa de nylon modificada". Se realizaron tres ciclos de selección. En cada ciclo de selección, se efectuaron dos evaluaciones de la DIR (primavera y otoño) y se seleccionaron los individuos que consistentemente exhibieron los menores valores, luego de 4 horas de permanencia en el rumen de



animales fistulados. Los individuos seleccionados en cada ciclo se interpolinizaron en condiciones de aislamiento con abejas melíferas. Después de varios años de labor, se obtuvo el cultivar **ProINTA Carmina**, cuya semilla prebásica (Sin-1) se produjo en la estación Experimental Agropecuaria del INTA en Manfredi, en jaulas de policruzamiento con abejas melíferas. Posteriormente, las mismas condiciones se utilizaron en el INTA San Juan, para la producción de la semilla básica o fundación (Sin-2).

En 2001, se inscribió la variedad en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (RNPC) y se estableció en el legajo que –según determinaciones *in situ* realizadas en el INTA Manfredi– tiene 22,6% menos de DIR que la población original. Su uso está recomendado para la producción intensiva de leche y carne en todas las áreas alfalferas del país. Es una variedad sin reposo invernal (GRI 8), de porte erecto, coronas de tamaño intermedio y buena cantidad de tallos de regular a buena foliosidad. El color de las flores es predominantemente púrpura oscuro, con presencia de flores púrpura claro y variegado (púrpura oscuro). Posee alta resistencia a la fusariosis y al pulgón moteado; moderada resistencia a la podredumbre húmeda (fitóftora) y a los pulgones verde y azul; y baja resistencia a la antracnosis.

Fueron realizados diferentes ensayos de evaluación, entre ellos:

Pastoreo. Los ensayos de pastoreo en sistemas de producción de carne para evaluar el comportamiento de ProINTA Carmina, tanto en unidades del INTA como en campos de productores,

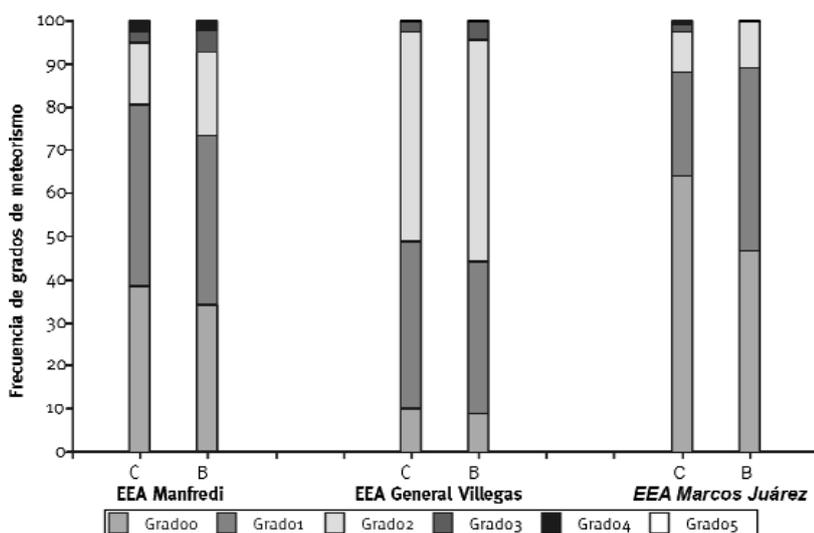
tuvieron como finalidad medir la incidencia de la variedad en la ocurrencia de empaste y su impacto productivo. A continuación se presenta un resumen de la información generada.

En el INTA, entre 2003 y 2006, se condujeron ensayos idénticos en las estaciones experimentales de Marcos Juárez (Cba.), General Villegas (Bs. As.) y Manfredi (Cba.), donde se implantaron parcelas de 0,5 a 1 ha de ProINTA Carmina y de Bárbara SP INTA como testigo, con dos repeticiones por cultivar asignadas al azar.

Durante los desafíos, los animales conformaron grupos “cerrados” que entraron y salieron de las parcelas en forma simultánea. Dos veces al día los novillos fueron individualmente calificados por su grado de meteorización, de acuerdo con la siguiente escala: **0: Normal**; **1: Ligera timpanización o llenado ruminal**: leve distensión del flanco izquierdo; **2: Timpanización moderada**: creciente distensión del flanco izquierdo, leve distensión del flanco derecho; **3: Timpanización severa**: muy distendido el flanco izquierdo, lleno y firme el flanco derecho, micción y defecación frecuentes; **4: Timpanización peligrosa**: ambos flancos muy distendidos y a nivel con la espina dorsal; animal angustiado, con intentos de patearse el vientre e incapaz de permanecer quieto; regurgitación de alimento; prolapso de recto; y movimientos violentos de la cola; y **5: Timpanización crítica**: inminente muerte si no hay tratamiento.

Los resultados obtenidos en los ensayos del INTA se resumen en la Figura 1. De los 10 desafíos realizados en la EEA Manfredi y de los 15 realizados en la EEA General Villegas, se aprecia que ProINTA Carmina presentó más casos de no

● *Figura 1: Frecuencia de grados de meteorismo (escala 0=no empaste a 5=tratamiento o muerte) registrados en ensayos de evaluación conducidos en las EEA de Manfredi, General Villegas y Marcos Juárez.*



empaste (grados 0 y 1), menores frecuencias de animales con sintomatología moderada (grados 2 y 3) y ninguna diferencia en las escasas manifestaciones severas (grados 4 y 5) que se registraron. El análisis estadístico detectó que los animales pastoreando ProINTA Carmina presentaron una menor incidencia de meteorismo que aquellos que pastorearon el cultivar testigo ($p < 0,05$). Por otro lado, el efecto tratamiento (cultivares) no interactuó con los desafíos ($p > 0,10$), lo que equivale a decir que las diferencias entre ambos cultivares fueron en general consistentes a lo largo de los desafíos.

Por su parte, el análisis binomial de la información generada en los 2 desafíos conducidos en la EEA Marcos Juárez no detectó diferencias entre los cultivares para las proporciones de animales que no manifestaron empaste (grados 0 y 1) ni para las que manifestaron clínicamente el problema (grados 2 y 3). Tampoco existió interacción cultivar*desafío ($p > 0,10$). Sin embargo, cuando se efectuó el análisis individual de cada grado de meteorismo, se detectó que ProINTA Carmina tuvo un significativamente ($p < 0,0042$) mayor número de animales con grado 0 y un menor número con grado 1; para los restantes grados no se detectaron diferencias.

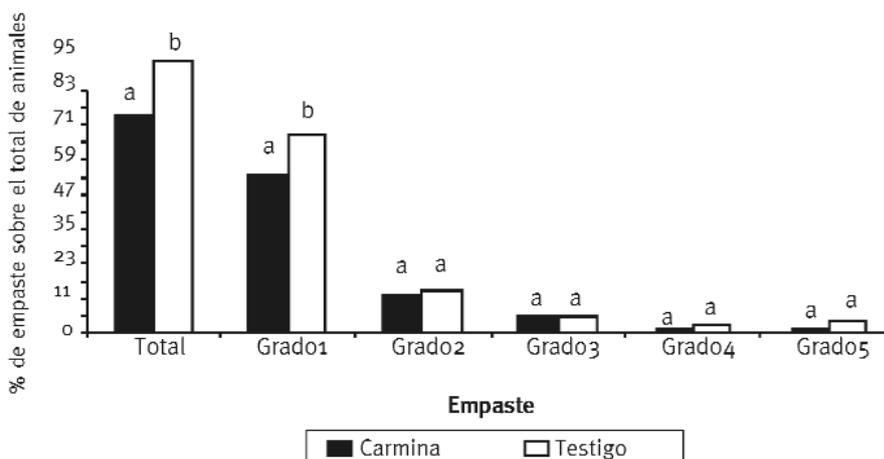
Entre 2004 y 2006 se implantaron dos ensayos de evaluación en campos de productores, que fueron diseñados y coordinados por Martín Correa Luna del INTA Venado Tuerto. La finalidad fue evaluar el comportamiento de ProINTA Carmina en condiciones de producción comercial y de acuerdo a las prácticas usuales de cada establecimiento. A continuación de resumen los datos obtenidos en cada uno de estos trabajos:



El ensayo en la cabaña "Las Lilas", ubicada en Pasteur, provincia de Buenos Aires, en el otoño de 2004, incluyó la siembra de un potrero de 25 ha de ProINTA Carmina y otro de 25 ha de una alfalfa testigo (cultivar comercial). La comparación de los grados de meteorismo entre los tratamientos se puede ver en la figura 2, donde se aprecia que en el cultivar testigo se presentó mayor frecuencia de animales meteorizados que en ProINTA Carmina. Entre los animales que manifestaron el problema, ProINTA Carmina exhibió 22,73% menos de incidencia ($p < 0,05$), fundamentalmente en los grados 1 y 2.

El otro ensayo se realizó en la estancia "La Angelita", ubicada en Buchardo, Córdoba, en marzo de 2006. Se implantó según un diseño que incluyó un potrero de 25 ha de ProINTA Carmina y otro potrero de 25 ha de un cultivar testigo. Las pasturas fueron una consociación de 7,5 kg ha⁻¹

● *Figura 2. Frecuencia de grados positivos de meteorismo (1= empaste leve a 5= tratamiento o muerte) en el ensayo de Cabaña "Las Lilas" durante la temporada 2004/2005. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).*



de alfalfa con 3 kg ha⁻¹ de festuca alta y 3 kg ha⁻¹ de cebadilla criolla. También se incluyeron 30 kg ha⁻¹ de trigo (cv. Onix) como cultivo acompañante, por ser una práctica común en el establecimiento. Se utilizaron dos tropas de 100 novillos cada una (una para cada potrero) de las razas Brangus y Bradford y de un peso promedio de 280 kg animal⁻¹. Los resultados se exponen en la figura 3. Se detectó que los animales que pastorearon ProINTA Carmina, en comparación con los que pastorearon el testigo, mostraron no sólo un significativamente menor número de empastados (16% vs. 32%, respectivamente) sino también una menor incidencia de casos moderados a graves (grados 2 a 4).

Asimismo, se efectuaron ensayos de producción secundaria en unidades del INTA, entre 2003 y 2006, se llevaron a cabo ensayos para medir la producción de carne en condiciones de pastoreo directo de acuerdo a un diseño de bloques completos aleatorizados (BCA) con dos tratamientos: ProINTACarmina y una variedad testigo (Bárbara SP INTA o Monarca SP INTA).

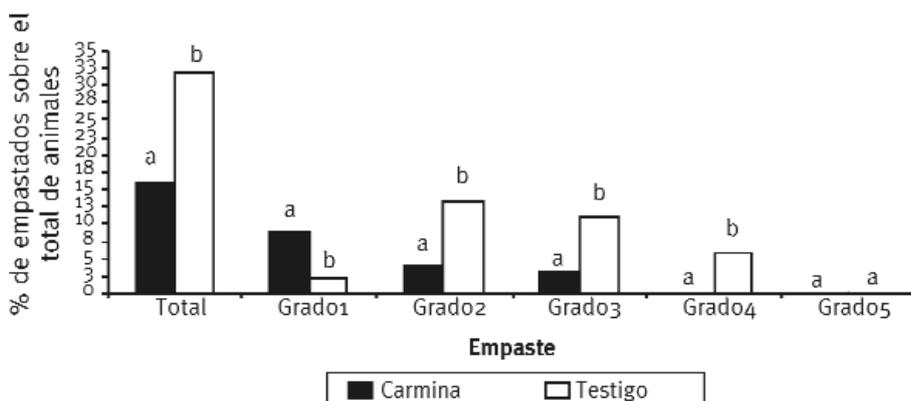
El ensayo en la EEA Marcos Juárez, se sembró en abril de 2003 y determina que, en todo el período de evaluación, no se registraron casos de empaste ni se detectaron diferencias de calidad entre los tratamientos (variedades). Tampoco se registraron diferencias en la disponibilidad de forraje, aunque ProINTA Carmina evidenció una ligeramente menor producción promedio que Bárbara SPI (2.274 kg MS ha⁻¹ y 2.558 kg MS ha⁻¹, respectivamente). No obstante, no se registraron diferencias de producción secundaria (Cuadro 1). Se concluyó que en ausencia de empaste, ProINTA Carmina no evidenció diferencias en el aumento diario de peso vivo ni en la producción de carne por hectárea respecto del testigo.

En el otoño de 2005 se realizó un ensayo en la EEA Manfredi. A lo largo del período experimental no se observaron grandes diferencias en la severidad de meteorismo hasta el 23/1/2006 en la que se registraron tres animales perdidos en el testigo Monarca SPI (todos en la misma repetición) y sólo uno en ProINTA Carmina. Esto último afectó grandemente los valores de producción secundaria entre los cultivares (Cuadro 2).

Durante el ciclo de evaluación, ProINTA Carmina tuvo una significativamente (p=0,0029) menor producción de forraje que Monarca SPI (promedios de 2124,5 y 2499,8 kg MS ha⁻¹ corte⁻¹, respectivamente). No obstante, al igual que en M. Juárez, esto no se reflejó en diferencias individuales de aumento diario de peso vivo ni de peso final de los animales, ya que la AF entre tratamientos no difirió en todo el período experimental (media: 3,49 ± 0,1 kg MS 100 kg PV⁻¹ día⁻¹) ni tampoco se detectaron diferencias de calidad entre los cultivares (datos no presentados). Sin embargo, el episodio grave de empaste registrado el 23/1/06 hizo que tanto la carga sostenida como la producción de carne por hectárea fueran mayores –aunque no significativas– en ProINTA Carmina. Es probable que la falta de significancia estadística en las apreciables diferencias de PC que se exhiben en el Cuadro 2 se relacione con la elevada variabilidad que provocó el hecho de que todas las pérdidas en Monarca SPI se registraran en la misma repetición. De todos modos, el impacto de ProINTA Carmina observado en este ensayo deberá ser corroborado en estudios posteriores, a fin de contar con un mayor rango de ambientes y situaciones.

En unidades del INTA también se llevaron a cabo distintos ensayos sobre **calidad forrajera**, tanto bajo condiciones de pastoreo como de corte, para

● *Figura 3: Frecuencia de grados positivos de meteorismo (escala 1= empaste leve a 5= tratamiento o muerte) en el ensayo de Estancia "La Angelita" durante el período octubre 2006/febrero 2007. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Kruskal-Wallis, a = 0,05).*



comparar la calidad forrajera de ProINTA Carmina con la de otras variedades comerciales.

En los ensayos de pastoreo conducidos en las unidades del INTA mencionadas, se tomaron muestras representativas para estío de la entrada de los animales a las franjas en cada desafío. En ningún caso se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos.

En la EEA Manfredi se condujeron **ensayos de corte** para comparar la calidad forrajera de ProINTA Carmina y Bárbara SP INTA (testigo) en tres estados fenológicos: vegetativo tardío, botón floral y 10% de floración. Los resultados obtenidos se resumen en los cuadros 3 y 4. En el

estado de botón floral, se detectó una mayor concentración de fibra y un menor contenido de proteína bruta en ProINTA Carmina respecto del testigo. Este resultado es de alguna manera esperable dado que los genotipos parentales de ProINTA Carmina fueron seleccionados en ese estado de madurez por menor velocidad inicial de desaparición ruminal, carácter que se asocia a una pared celular más gruesa como consecuencia de mayores deposiciones de fibra. A medida que se avanza en la madurez (10% de floración), las diferencias tienden a desaparecer. Esto último es consistente con lo observado por durante la evaluación del cv. Canadiense AC Grazeland Br, seleccionado también por menor desaparición inicial *in situ*.

● Cuadro 1. Pesos vivos inicial (PVI) y final (PVF), aumento diario de pesos vivo (ADPV) y producción de carne por hectárea (PC) en un ensayo de comparación entre ProINTA Carmina y Bárbara SPI conducido en INTA Marcos Juárez durante noviembre 2005/febrero 2006.

| Variable | Carmina (media ± sd) | Bárbara (media±sd) | p |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------|------|
| Peso inicial (kg) | 298,6 ± 18,6 | 293,6 ± 29,6 | 0,57 |
| Peso final (kg) | 381,2 ± 27,8 | 380,4 ± 31,3 | 0,84 |
| Ganancia diaria (g d ⁻¹) | 712,0 ± 118 | 748,1 ± 266 | 0,63 |
| PC (kg ha ⁻¹) | 448 ± 43 | 470 ± 36 | 0,63 |

● Cuadro 2. Aumento diario de peso vivo (ADPV), peso vivo final (PVF), y producción de carne por hectárea (PC) por superficie teórica (ST) y superficie efectiva (SE) en un ensayo de comparación entre ProINTA Carmina y Monarca SP INTA conducido en INTA Manfredi durante la temporada 2005/06.

| Cultivar | ADPV (kg animal ⁻¹ día ⁻¹) | | | PVF (kg) | PC (kg PV ha ⁻¹) | |
|----------------|---|--------|-------|----------|------------------------------|-------|
| | Primav. | Verano | Ciclo | | ST | SE |
| Carmina | 1,017 | 0,823 | 0,963 | 424,9 | 330,6 | 462,1 |
| Monarca | 1,048 | 0,815 | 0,959 | 423,6 | 199,5 | 315,4 |
| Error estándar | 0,032 | 0,014 | 0,009 | 2,15 | 94,4 | 149,3 |
| Valor de p | 0,688 | 0,808 | 0,255 | 0,809 | 0,562 | 0,676 |

● Cuadro 3. Valores promedio (12 cortes) de parámetros de calidad de ProINTA Carmina y de Bárbara SP INTA estimados en tres estados fenológicos en el Ensayo I conducido en la INTA Manfredi durante el período 2002/04.

| E. Fenológico | Cultivar | Digest. (%) | FDN (%) | FDA (%) | PB (%) |
|---------------|----------|-------------|---------|---------|---------|
| Vegetativo | Carmina | 65,20 a | 28,62 a | 20,74 a | 26,15 a |
| | Bárbara | 66,31 a | 28,27 a | 19,68 a | 26,78 a |
| Botón | Carmina | 62,00 a | 32,70 a | 25,60 a | 23,78 a |
| | Bárbara | 62,60 a | 30,72 b | 22,79 b | 25,73 b |
| 10% Flor | Carmina | 60,81 a | 31,62 a | 24,21 a | 22,73 a |
| | Bárbara | 61,17 a | 31,62 a | 23,96 a | 23,56 a |

Dentro de cada estado de madurez, los valores seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (LSD, α = 0,05).

- Cuadro 4. Valores promedio (6 cortes) de parámetros de calidad de ProINTA Carmina y Bárbara SP INTA estimados en tres estados fenológicos en el ensayo II conducido en la INTA Manfredi durante el período 2004/06.

| E. Fenológico | Cultivar | Digest. (%) | FDN (%) | FDA (%) | PB (%) |
|---------------|----------|-------------|---------|---------|---------|
| Vegetativo | Carmina | 73,31 a | 30,17 a | 24,16 a | 22,57 a |
| | Bárbara | 72,46 b | 29,82 a | 23,92 a | 22,99 a |
| Botón | Carmina | 69,26 a | 31,51 a | 24,28 a | 20,68 a |
| | Bárbara | 69,31 a | 29,60 b | 24,16 a | 22,12 b |
| 10% Flor | Carmina | 68,82 a | 31,64 a | 25,11 a | 20,00 a |
| | Bárbara | 68,64 a | 32,26 a | 26,61 b | 20,89 a |

Dentro de cada estado de madurez, los valores seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (DGC, $\alpha = 0,05$).

CONCLUSIONES

De toda la información presentada en este trabajo puede concluirse que:

- En condiciones de sistemas de pastoreo para la producción de carne y en comparación con otras variedades comerciales, ProINTA Carmina ha sido capaz de disminuir la incidencia del meteorismo espumoso en un rango que osciló entre el 5% y el 23%.
- En ensayos de producción secundaria y en ausencia de empaste, Carmina tuvo la misma capacidad productiva (aumentos individuales y producción de carne ha^{-1}) que los testigos usados.
- En general, no se registraron diferencias de calidad forrajera entre ProINTA Carmina y los testigos utilizados en las comparaciones bajo corte o pastoreo. No obstante, en un ensayo bajo corte,

se detectaron en ProINTA Carmina mayores ($p < 0,05$) concentraciones de fibra en el estado de botón floral. Esta situación, que tendió a desaparecer en otros estados de madurez, estaría asociada al momento de selección de sus genotipos parentales. De todos modos, su digestibilidad final ni su potencial de producción de carne se han visto afectados.

- La contribución de ProINTA Carmina al control del empaste puede, bajo diversas situaciones, ser importante. De todos modos, es fundamental tener en cuenta que esta variedad no elimina el problema ni significa que el productor que la utilice deba desentenderse del problema. ProINTA Carmina debe usarse en un contexto donde no se excluyan otras medidas de prevención (vigilancia frecuente, ausencia de ayunos prolongados, pastoreo en estados muy inmaduros, y eventualmente otras tecnologías específicas de control). ■

Bibliografía

- Basigalup, D. H., C. V. Castell and C. D. Giaveno, 2004. Response to selection for lower initial rate of dry matter disappearance in the development of a bloat-tolerant non-dormant alfalfa population. *Journal of Genetics and Breeding* 57 (1): 31-38.
- Davies, P., A. Dillon y D. G. Méndez. 2001. Control del empaste en invernada. *Publicación Técnica* N° 34. EEA Gral. Villegas.
- Glophen, B. P., R. E. Howarth and G. L. Lees. 1993. Selection of alfalfa for a lower initial rate of digestion and corresponding changes in the epidermal and mesophyll cell wall thickness. *Can. J. Plant Sci.* 73: 111-122.
- Howarth R. E., B. P. Gopen, A. C. Fesser and S. A. Brandt. 1978. A possible role for leaf cell rupture in legume pasture bloat. *Crop Sci.* 18: 129-133.
- Howarth, R. E., B. P. Gopen, S. A. Brandt and K. J. Cheng. 1982. Disruption of leaf