

## **Desarrollo de ensilados inoculados con bacterias lácticas con actividad esterasa, como suplemento dietario para promover la sustentabilidad de la producción caprina**

Medina R<sup>1,2</sup>, Andrada E<sup>1,2</sup>, Imoberdorf C<sup>1</sup>, Rosa R<sup>1</sup>, Cerviño S<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán (FAZ-UNT); <sup>2</sup>Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET); <sup>3</sup>Subsecretaría de Agricultura Familiar de la Nación, Zona Valles Tucumán (SAF), Argentina. rmedina@cerela.org.ar

El noroeste argentino (NOA) posee más del 35% del total de cabras, con aproximadamente 15.000 cabezas en la provincia de Tucumán. De ellas, más del 70% se encuentran en el departamento Taffí del Valle. La Comunidad India Quilmes (CIQ) es una organización social compuesta por descendientes de los pueblos originarios Diaguitas Calchaquí, que habitan ancestralmente un amplio territorio de dicha zona, conocido como Valles Calchaquíes. La economía familiar está parcialmente basada en la cría caprina, como principal fuente de carne y lácteos para autoconsumo, y comercialización de excesos. El bache forrajero invernal deprime notablemente el estado nutricional de los animales y su capacidad reproductiva, sumado a un deterioro inmunológico. Una alternativa natural para impulsar la producción caprina consiste en el uso de cultivos de bacteria lácticas mixtos con cepas compatibles que combinen diferentes propiedades funcionales, producción de feruloil esterases (FE), con actividad fibrolítica y producción de compuestos con actividad antimicrobiana<sup>1</sup>. El objetivo del trabajo fue evaluar los efectos de bacterias lácticas (BL) con actividad FE (FE+) elevada en silos de maíz. Se evaluaron ocho cepas de BL FE+ aisladas de materia fecal de caprinos jóvenes y de silos. Para cuantificar la actividad enzimática *in-vitro* se empleó el método espectrofotométrico de Yue y col.<sup>2</sup> Cultivos puros de *Lactobacillus* (L.) taiwanensis (cepas LtETQ2 y LtCRL1669) y *L. johnsonii* (LjETQ27), y un inoculante comercial mixto (ICM) FE+ fueron inoculados en silos bolsa de planta entera de maíz híbrido (Pioneer JF60) (n=6). En un segundo ensayo, se realizó la inoculación conjunta de LtCRL1669 y LjETQ27. En ambos casos se prepararon controles asperjados con líquido de suspensión estéril. Para la elaboración de los mini silos se emplearon materiales y metodología en uso por los productores caprinos de la región (NOA). A los 100 días de incubación fueron analizados parámetros microbiológicos y de calidad forrajera mediante metodología convencional, y se cuantificó el ácido ferúlico (AF) y los ácidos orgánicos presentes por HPLC. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y las medias comparadas con el Test de Tukey. Los resultados mostraron que las BL seleccionadas poseen actividad específica FE 5 veces mayor (300-800 U/ g peso seco) que las cepas de *L. plantarum* FE+ aislados de silos ( $p<0,0001$ ). En los silos se observó que LtETQ2 logró un rendimiento de materia seca similar a ICM; todas las inoculaciones redujeron la FDA presente con respecto al control, principalmente LtETQ2 (16%); asimismo la DIVMS se incrementó en un 5%. La cuantificación de AF resultó en valores variables (media=40  $\mu$ M) (Tabla1). La inoculación de los silos con LtCRL1669 y LjETQ27 simultáneamente, resultó en un incremento de la relación láctico/acético ( $p<0,001$ ), mientras que el AF se encontró por debajo del límite de detección y los ensayos microbiológicos no presentaron diferencias significativas con respecto al control (Tabla 2). Los resultados muestran que las BL autóctonas caprinas son capaces de producir cambios beneficiosos en los silos forrajeros, incluso similares a un inoculante comercial mixto; la cuantificación del AF debe optimizarse. En todos los grupos se observaron modificaciones deseables (vs Control) que resultarían en una mayor calidad nutricional. El desarrollo de inoculantes de tercera generación con bacterias lácticas autóctonas, para la formulación de ensilados destinados a la alimentación de caprinos en la CIQ podría ayudar a fomentar la producción caprina sustentable de esta comunidad.

**Tabla 1:** Parámetros físico-químicos y microbiológicos de silos inoculados con BL individuales

| Parámetros                       | Control            | LjETQ27              | LtCRL1669            | LtETQ2             | ICM                | P <sup>10</sup> | SEM <sup>11</sup> |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| pH                               | 3,83 <sup>b</sup>  | 3,77 <sup>a</sup>    | 3,85 <sup>b</sup>    | 3,86 <sup>b</sup>  | 3,78 <sup>a</sup>  | *               | 0,01              |
| %Pérdida MS <sup>1</sup>         | 7,7                | 7,4                  | 7,1                  | 2,05               | 2,4                | ns              | 1,47              |
| %Proteína Cruda                  | 4,5                | 4,7                  | 4,6                  | 4,7                | 5,5                | ns              | 0,18              |
| %FDN <sup>2</sup>                | 56,75              | 55,15                | 54,80                | 49,50              | 50,40              | ns              | 2,23              |
| %FDA <sup>3</sup>                | 26,85 <sup>b</sup> | 25,45 <sup>a,b</sup> | 23,50 <sup>a,b</sup> | 22,55 <sup>a</sup> | 21,90 <sup>a</sup> | t               | 0,81              |
| DMS <sup>4</sup>                 | 68 <sup>b</sup>    | 69,05 <sup>a,b</sup> | 70,55 <sup>a,b</sup> | 71,35 <sup>a</sup> | 71,8 <sup>a</sup>  | T               | 0,63              |
| Log UFC BL/mL <sup>5</sup>       | 5,7                | 5,9                  | 4,9                  | 6,3                | 4,5                | ns              | 0,58              |
| Log UFC MT/mL <sup>6</sup>       | 5,0                | 5,4                  | 5,4                  | 5,3                | 4,5                | ns              | 0,30              |
| Log UFC LV/mL <sup>7</sup>       | 4,8                | 3,8                  | 2,7                  | 3,8                | 3,4                | ns              | 0,78              |
| %Ácido Láctico <sup>8</sup>      | 1,5                | 1,6                  | 1,5                  | 1,6                | 1,9                | ns              | 0,10              |
| %Ácido Acético <sup>8</sup>      | 0,7                | 0,6                  | 0,7                  | 0,6                | 0,5                | ns              | 0,12              |
| %Etanol <sup>8</sup>             | 0,1 <sup>b</sup>   | 0,1 <sup>b</sup>     | 0 <sup>b</sup>       | 0,1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>a</sup>     | *               | 0,20              |
| Láctico/Acético                  | 2,14 <sup>b</sup>  | 2,67 <sup>b</sup>    | 2,14 <sup>b</sup>    | 2,67 <sup>b</sup>  | 3,80 <sup>a</sup>  | ***             | 0,54              |
| Ácido ferúlico (µM) <sup>9</sup> | 19                 | 82                   | 24                   | 30                 | 32                 | ns              | 20                |

<sup>1</sup>Gravimetría a 70°C: 42%. <sup>2</sup>FDN: Fibra Digestible Neutra, por ANKOM. <sup>3</sup>FDA: Fibra Digestible Ácida, por ANKOM. <sup>4</sup>DMS: Digestibilidad de la MS: Por fórmula. <sup>5,6,7,9</sup>Calculados a partir de un extracto acuoso 1/10 (p/v) obtenido por homogenización. <sup>5</sup>Bacterias Lácticas, medio MRS agar con cicloheximida 100 mg/L. <sup>6</sup>Mesófilos aeróbicos totales, medio PCA con cicloheximida 100 mg/L. <sup>7</sup>Levaduras, Agar Sabouraud Dextrosa con 40 mg/L de Gentamicina y 100 mg/L de Ampicilina a 20°C, Hongos filamentosos: <1 Log UFC en todos los casos. <sup>8</sup>g/100 g silo. <sup>10</sup>Valor P. (ns) >0,1; (t) <0,1; (\*) <0,05; (\*\*\*) <0,001. <sup>11</sup>Error estándar

**Tabla 2:** Parámetros físico-químicos y microbiológicos de silos inoculados con mezcla de LtCRL1669 + LjETQ27

| Parámetros                  | Control | MIX   | P <sup>6</sup> | SEM <sup>7</sup> |
|-----------------------------|---------|-------|----------------|------------------|
| pH                          | 3,60    | 3,60  | ns             | 0,10             |
| %Pérdida MS <sup>1</sup>    | 5,73    | 4,63  | ns             | 0,61             |
| %Proteína Cruda             | 8,43    | 8,63  | ns             | 0,24             |
| %FDN <sup>2</sup>           | 52,50   | 51,60 | ns             | 1,29             |
| %FDA <sup>3</sup>           | 26,43   | 25,37 | ns             | 0,62             |
| DMS <sup>4</sup>            | 68,40   | 69,17 | ns             | 0,47             |
| %Ácido Láctico <sup>5</sup> | 2,00    | 2,23  | t              | 0,09             |
| %Ácido Acético <sup>5</sup> | 0,50    | 0,47  | ns             | 0,03             |
| %Etanol <sup>8</sup>        | 1,36    | 0,85  | *              | 0,11             |
| Láctico/Acético             | 4,00    | 4,80  | ***            | 0,08             |

<sup>1</sup>Gravimetría a 70°C: 30%. <sup>2</sup>FDN: Fibra Digestible Neutra, por ANKOM. <sup>3</sup>FDA: Fibra Digestible Ácida, por ANKOM. <sup>4</sup>DMS: Digestibilidad de la MS: Por fórmula. <sup>5</sup>g/100 g silo. <sup>6</sup>Valor P. (ns) >0,1; (t) <0,1; (\*) <0,05; (\*\*\*) <0,001. <sup>7</sup>Error estándar de la media.

## Bibliografía

- 1- Nsereko, V. L.; Smiley, B. K.; Rutherford, W. M.; Spielbauer, A.; Forrester, K. J.; Hettinger, G. H.; Harman, E. K.; Harman, B. R. (2008). Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fibre. *Animal Feed Science and Technology*, 145,122135.
- 2- Yue, Q.; Yang, H.J.; Li, D.H.; Wang, J.Q. (2009). A comparison of HPLC and spectrophotometrical methods to determine the activity of ferulic acid esterase in commercial enzyme products and rumen contents of steers. *Animal Feed Science and Technology*, 153, 169-177.