



# CONTRIBUTION OF THE GENETIC IMPROVEMENT OF TALL FESCUE (*Festuca arundinacea* SCHREB.) IN ARGENTINA: SYNTHESIS OF ACHIEVEMENTS AND ADVANCES



## CONTRIBUCIÓN DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE FESTUCA ALTA (*Festuca arundinacea* SCHREB.) EN ARGENTINA: SÍNTESIS DE LOS LOGROS Y AVANCES

Rimieri P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

Corresponding author:  
Pedro Rimieri  
primieri730@gmail.com

ORCID 0000-0002-6291-8998

### ABSTRACT

Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) is represented in Argentina by adapted populations of the continental morphotype, which are long persistent. It is the main perennial forage species cultivated in the temperate region of the country, producing forage for extensive grazing. The development of fescue plant breeding and its contribution to the achievement of higher productivity and better nutritional value with modern synthetic cultivars was the aim of this project. The characters considered were: adaptation and persistence in adverse environments, digestibility, leaf softness and tolerance to rust. The most representative cultivars of the stages and selection criteria considered in this work were: *Pergamino El Palenque MAG*, *Palenque Plus INTA*, *Brava INTA*, *Baquala* and *Luján INTA*.

**Key words:** tall fescue, plant breeding, cultivars, germplasm.

### RESUMEN

La festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.), está representada en la Argentina por poblaciones adaptadas del morfotipo continental, que son largamente persistentes. Es la principal especie forrajera perenne cultivada en la región templada en el país, productora de forraje en pastoreo directo. En este trabajo se presenta el desarrollo del mejoramiento genético y la contribución del mismo para el logro de una mayor productividad y mejor valor nutritivo con cultivares sintéticos modernos. Los caracteres considerados fueron: adaptación y persistencia en ambientes adversos, digestibilidad, flexibilidad de lámina de la hoja, y tolerancia a roya. Los cultivares más representativos de las etapas y criterios de selección considerados en este trabajo fueron: *Pergamino El Palenque MAG*, *Palenque Plus INTA*, *Brava INTA*, *Baquala* y *Luján INTA*.

**Palabras clave:** festuca alta, mejoramiento genético, cultivares, germoplasma.

### Cite this article as:

Rimieri P. 2021. CONTRIBUTION OF THE GENETIC IMPROVEMENT OF TALL FESCUE (*Festuca arundinacea* SCHREB.) IN ARGENTINA: SYNTHESIS OF ACHIEVEMENTS AND ADVANCES. BAG: Journal of Basic and Applied Genetics Vol XXXII Issue 2: 9-13.

Received: 11/12/2020

Accepted: 03/09/2021

General Editor: Elsa Camadro

DOI: 10.35407/bag.2021.32.02.01

ISSN online version: 1852-6322

## LA ESPECIE

La festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) es la gramínea forrajera perenne de clima templado de mayor importancia y difusión en la Argentina. Alógama, alopoliploide de origen y hexaploide que se comporta como diploide. Las poblaciones adaptadas, del morfotipo continental, son largamente persistentes, resistentes a las sequías e inundaciones periódicas, con sistema radical profundo mejorador de la estructura del suelo, tolerantes a enfermedades y resistentes a plagas. El valor nutritivo es de bueno a mediano según el estado fenológico, el manejo agronómico aplicado y la categoría de animales utilizada, principalmente en la producción de carne. En otros países es común su utilización en estado reproductivo para heno y silaje.

## PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN

Desde hace casi 70 años, la festuca se convirtió en la principal especie forrajera perenne cultivada de la región templada de Argentina, productora de forraje en pastoreo directo, en estado vegetativo o comienzo de elongación de los tallos, para producción extensiva de carne.

La proporción de forraje utilizado sobre el total de la dieta varía según el tipo de actividad ganadera (cría, recría, invernada o ciclo completo) y según el grado de intensificación. El pasto es el recurso más barato disponible y en el caso de la carne bovina, muy pocas regiones en el mundo pueden producir sobre pasturas templadas durante todo el año. La festuca alta en Argentina es la especie que mejor responde a ese rol.

Desde 1951, en la Chacra Experimental Pergamino se produjo lo que podríamos denominar el “despegue de la forrajicultura argentina” (Villar y Serrano, 1963; Serrano, 1985). Se inició con la introducción de poblaciones y formación de colecciones para estudiar la adaptación de las mismas a los ambientes edafoclimáticos de la región pampeana (Boelcke y Echeverría, 1950). En la actualidad, dentro de un marco de sostenibilidad, se revaloriza la producción primaria de forraje de pasturas perennes en suelos de aptitud ganadera, lo que tiene implicancias en el mejoramiento genético de la festuca para lograr más productividad y mejor valor nutritivo.

La difusión de la festuca alta en la Argentina se inició en 1953, con la liberación al mercado nacional de la variedad denominada *Pergamino El Palenque MAG*.

La producción forrajera en base a ese cultivar de festuca en la región pampeana osciló entre 7.000 y 14.000 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> de materia seca (MS), ya sea en cultivo puro y principalmente en mezclas con trébol blanco, cebadilla criolla y alfalfa (Maddaloni, 1987). *Pergamino El Palenque MAG* fue el único cultivar difundido en ese período que estaba libre del hongo endófito *Acremonium coenophialum* Morgan-Jones y Gams, que provoca la

denominada festucosis, una intoxicación del ganado que generó perjuicios durante 30 años a la producción forrajera y a la utilización de la especie.

Desde 1990, la selección en germoplasma adaptado a los ambientes edafoclimáticos de la región pampeana permitió mejorar la producción y digestibilidad del forraje de festuca, con producciones significativamente superiores, entre 13 y 15%, y con mejoras en el valor nutritivo (3 a 7% DIVMS). De ese proceso selectivo se obtuvo el cultivar *Palenque Plus INTA* (Rimieri, 1995), con el que se generó un protocolo de manejo agronómico y del pastoreo para la producción de carne mediante ensayos de pastoreo en parcelas experimentales y en campos de productores. Ese proceso, vigente hasta la publicación de este trabajo, resultó en la implementación de sistemas pastoriles más eficientes con la combinación de manejo del pastoreo y la utilización de los nuevos cultivares del programa de mejoramiento iniciado en 1990 (Carrete, 2006; Scheneiter, 2006).

## HISTORIA DEL MEJORAMIENTO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PERGAMINO INTA

*Pergamino El Palenque MAG*, una población uniforme fenotípicamente, fue obtenida por H. Serrano en 1953, mediante selección para adaptación y persistencia en el germoplasma introducido en la década anterior, con predominio de las variedades Alta, Kentucky 31 y Goar, pertenecientes al morfotipo continental (Maddaloni y Ferrari, 2005).

En 1990 se inició un programa para la obtención y difusión de nuevos cultivares. Con los parámetros productivos y de adaptación conocidos de *Pergamino El Palenque MAG* y para determinar la variabilidad genética existente, se iniciaron estudios que permitieran conocer su potencial como fuente de nuevos cultivares (Ceroni, 1993). En 1995 se obtuvo el primer cultivar sintético de Argentina, *Palenque Plus INTA* (Rimieri, 1995). Entre 1995 y 2006 se seleccionaron y evaluaron genotipos derivados de este cultivar (Rimieri y Wolff, 2010) (Figura 1). Los nuevos cultivares desarrollados, *Brava INTA*, *Baguala* y *Luján INTA*, tuvieron mayor producción, sin afectar la adaptación y rusticidad del germoplasma de origen. *Brava INTA* y *Luján INTA* fueron los primeros cultivares sintéticos con flexibilidad de lámina de la hoja comprobada y con mayor digestibilidad *in vitro* e *in situ* del forraje.

La evaluación agronómica y de calidad forrajera se complementó con marcadores moleculares basados en microsatélites (SSR) (Holton, 2001; Rosso, Pagano y Rimieri, 2001; Rosso *et al.*, 2007; Cuyeu, 2008).

Desde 2008, se incorporaron al programa: a) la selección sobre un pool génico de una colección núcleo de germoplasma para aumentar la diversidad genética



**Figura 1.** Ensayo de evaluación y selección de cultivares sintéticos experimentales.

del germoplasma disponible y adaptado a la región pampeana, y b) el mejoramiento por adaptación a suelo salino-sódico en los cultivares del programa, mediante la implantación y evaluación durante 10 años en ese ambiente. A continuación se efectuó selección de genotipos tolerantes a la salinidad y la selección de familias de medios hermanos (FMH) generadas con esos genotipos para mejorar la *performance* en suelo salino-sódico.

## CULTIVARES

### *Pergamino El Palenque MAG (1953)*

Cultivar Población (\*) (selección masal) de poblaciones introducidas y adaptadas, con adaptación general y persistencia.

### *Palenque Plus INTA (1995)*

Cultivar sintético (\*\*) de 40 genotipos paternos derivados de *Pergamino El Palenque MAG*.

Primer cultivar sintético obtenido e inscripto en el Registro Nacional de Cultivares (RNC), Instituto Nacional de Semillas (INASE) con calidad forrajera superior a *Pergamino El Palenque MAG*.

Cultivar representativo de una nueva etapa del mejoramiento con cultivares sintéticos modernos y con caracteres de adaptación general conservados y mejorados.

### *Brava INTA (2009)*

Cultivar sintético de siete genotipos paternos derivados de *Palenque Plus INTA*.

Primer cultivar con flexibilidad de lámina de hoja inscripto en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (RNPC), INASE.

(\*) Variedad población o cultivar población: En plantas alógamas, variedad constituida por una población de base genética amplia resultante de una selección generalmente masal (Gallais y Bannerot, 1992).

(\*\*) Cultivar sintético: Población artificial resultante de la multiplicación durante dos o tres generaciones de la descendencia de un inter cruzamiento entre clones, líneas o familias de medios hermanos seleccionados por su valor propio (*per se*) o en combinación (Gallais y Bannerot, 1992).

Este cultivar sintético tiene mayor relación lámina/tallo que *Palenque Plus INTA* y láminas más anchas (13 mm vs. 11 mm), de mayor flexibilidad (0,84 vs. 0,92), carácter asociado a mayor digestibilidad y calidad forrajera. Entre 2009 y 2016, con *Brava INTA* en pastoreo en suelos salinos con bajo carbono orgánico, se evaluó y confirmó la adaptación a esos suelos (Figura 2). En ese período, toleró dos sequías y tres inundaciones. En seis años de producción con manejo agronómico del pastoreo combinado con henificación eventual (Figura 3), que consideró el ambiente edáfico con limitantes, se lograron producciones de materia seca entre 4.500 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> y 7.000 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>, que superó entre cuatro y seis veces la producción de la vegetación natural o naturalizada y con un rango de digestibilidad *in vitro* entre 55,9% y 71,7%.

### *Luján INTA (2013)*

Cultivar sintético de 35 genotipos paternos derivados de *Palenque Plus INTA*.

Cultivar con flexibilidad de lámina de hoja y semierecto, inscripto en el RNPC, INASE. Es de base genética intermedia y se destaca por la mayor producción invernal y por el mayor valor nutritivo del forraje. Es compatible con alfalfa y otras mezclas, por el porte semierecto. En cultivo puro o consociado con leguminosas, muestra un excelente potencial productivo con más de 14.000 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> de MSy se destaca, además, por tolerar sequías temporarias.

### *Baguala (2009)*

Cultivar sintético de 50 genotipos paternos derivados de selección recurrente en FMH intervarietales de la colección de trabajo del programa, para producción, sanidad y adaptación general. El cultivar *Baguala* tiene las láminas de las hojas rígidas similar a *Pergamino El Palenque MAG*, de similar adaptación general, muy macollador, con altura de planta menor, y panoja larga y piramidal.

Todos los cultivares obtenidos por el autor de este artículo, fueron distinguibles morfológicamente, agronómicamente y bioquímicamente (HPLC),

pertenecen al morfotipo continental y están libres de festucosis. La cromatografía HPLC complementó la diferenciación fenotípica y permitió un control preciso de la pureza varietal (Borrás y Rimieri, 1994).



**Figura 2.** Cultivar Brava INTA en suelo salino con bajo carbono orgánico, dos años después de implantado.



**Figura 3.** Rollo de heno del crecimiento estival de Brava INTA. Se observa el rebrote otoñal de la pastura

## CARACTERES MEJORADOS

En el germoplasma de origen: adaptación y persistencia en ambientes adversos.

En los nuevos cultivares: digestibilidad, flexibilidad de hoja y tolerancia a roya, manteniendo adaptación y persistencia.

Re-seleccionados en *Brava INTA* y *Baguala*: adaptación a suelos con limitantes edáficas físicoquímicas como textura, estructura, condición de drenaje y salino-sódicos con inundaciones periódicas.

## MÉTODOS UTILIZADOS

Se aplicaron principios y métodos de la genética y de la biometría, además de criterios propios relacionados al “arte” del mejoramiento, que fueron comprobados y complementados con herramientas bioquímicas y moleculares.

Los criterios de selección y los métodos, se aplicaron para la obtención de poblaciones mejoradas por policruzamiento de genotipos paternos (Syn 0) para generar un cultivar sintético, Syn 1, con incremento de semilla en dos generaciones (Syn 2 y Syn 3). La Syn 3 fue la semilla comercial (\*\*\*)

## PERSPECTIVAS DEL MEJORAMIENTO

Para el futuro, el programa de mejoramiento de festuca tendrá que lograr nuevas combinaciones de genes favorables en los nuevos cultivares sintéticos. Para tal fin y asistido por marcadores moleculares, habrá que seleccionar genotipos en el germoplasma de la colección núcleo y estimar la aptitud combinatoria con los genotipos selectos y adaptados del programa actual, complementados con ciclos de selección recurrente en poblaciones y FMH.

Con los resultados promisorios obtenidos en el cultivar *Brava INTA* en situaciones reales de estrés salino, habrá que formular criterios de selección en ambientes edáficos con limitantes físicoquímicas con los genotipos superiores (Martínez, 2020), mediante la implementación de ciclos de selección recurrente de genotipos y FMH: En ese proceso selectivo y en esos ambientes se podrán definir genotipos y familias para la obtención de nuevos cultivares sintéticos experimentales, aptos para esos suelos con limitantes, algunos de los cuales podrían ser inscriptos como cultivares comerciales más específicos para esos ambientes.

(\*\*\*) Syn 0: Generación del intercrucamiento en diseño *polyross* o policruzamiento.

Syn 1, 2 y 3 Generaciones del cultivar sintético.

La festuca del tipo continental está mejor adaptada a los sistemas productivos de la región pampeana. Los únicos caracteres a mejorar están relacionados con el valor nutritivo del forraje y la tolerancia a suelos con limitantes físicoquímicas, ya que este germoplasma adaptado es tolerante a sequías e inundaciones periódicas aun estando libre de festucosis. Existe una gran diversidad de germoplasma naturalizado altamente contaminado con festucosis, resultado de introducciones incontroladas de poblaciones de menor valor agronómico que las del programa aquí mencionado y sin ventajas para programas de mejoramiento genético.

Por otro lado, con los cruzamientos intergenéricos entre *Lolium* y *Festuca*, los llamados festulolium, donde hay complementaciones teóricas por la calidad forrajera de *Lolium* y la rusticidad de *Festuca*, no se han logrado ni la persistencia ni el vigor de la festuca alta necesarios en sistemas pastoriles de la región pampeana.

Finalmente, podemos afirmar que tanto los cultivares de festuca aquí mencionados y descritos, como los nuevos cultivares de similar o superior comportamiento agronómico que sigan acumulando genes favorables provenientes de germoplasma adaptado y probado, permitirán mejorar los sistemas productivos ganaderos de la región pampeana basados en festuca alta en pastoreo directo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Boelcke O., Echeverría I. (1950) Valor y comportamiento de mezclas forrajeras comerciales para praderas permanentes en la región de Pergamino. Publicación, Estación Experimental Pergamino Vol. 26.
- Borrás F.S., Rimieri P. (1994) Identificación de cultivares comerciales de festuca alta por cromatografía líquida de alta performance de las prolaminas seminales. RIA, Revista de Investigaciones Agropecuarias, 25 (3): 55-60.
- Carrete J., Scheneiter O., Colabianchi B., Amendola C. (2006) Utilización de pasturas de alfalfa-festuca alta con dos sistemas de pastoreo II. Carga animal y producción de carne. Revista de Investigaciones Agropecuarias 35 (3): 19-28. INTA, Argentina.
- Cerono J.C. (1993) Variabilidad genética e identificación varietal en la población de *Festuca El Palenque M.A.G.* Tesis para optar al Grado de Magister. V Curso de Postgrado en Mejoramiento Genético Vegetal (INTA - UNR), Argentina.
- Cuyeu A.R. (2008) Aplicación de Marcadores Moleculares a estudios de Variabilidad Genética en Poáceas Forrajeras Templadas. Tesis para optar el título de Doctor en Ciencias Aplicadas, UN de Luján, Bs. As., Argentina.
- Gallais A., Bannerot H. (1992) Amélioration des espèces végétales cultivées: objectifs et critères de sélection. Éditions Quæ, Paris.
- Holton T.A. (2001) Plant genotyping by analysis of microsatellites. En: Henry R.J. (Ed.), Plant genotyping. The DNA fingerprinting of plants. CABI Cambridge, UK, pp. 15-27.
- Maddaloni J. (1987) La festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) y la producción de carne bovina en la región templada de la Argentina. En: Molestina C.J. (Ed.) Diálogo XIX, IICA/BID/PROCISUR, Montevideo, Uruguay.
- Maddaloni J, Ferrari L. (2005) Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. U.N. de Lomas de Zamora, Facultad de Cs. Agrarias, Argentina.
- Martínez E.S. (2020) Respuesta a la selección en festuca alta para suelo salino-sódico. Tesis para optar al título de Magister en Genética Vegetal, INTA-UNR, Argentina.
- Rimieri P. (1995) <https://inta.gob.ar/variedades/palenque-plus-inta>. Expte. INASE N° 3780, 29/05/95.
- Rimieri P., Wolff R. (2010) La genética y el estado actual de la obtención y adopción de cultivares forrajeros en Argentina. BAG. Journal of Basic & Applied Genetics 21 (2): 1-7. <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/bag/issue/view/4>.
- Rosso B., Pagano E., Rimieri P. (2001) Evaluation and utilization of the tall fescue germplasm collection at Pergamino INTA, Argentina. Proceedings of the XIX International Grassland Congress, Brasil, pp. 504.
- Rosso B.S., Rimieri P., Carrete J.R., Cattoni M.I., Cuyeu A.R., Pagano E.M. (2007) Caracterización agronómica, molecular y de la calidad nutricional de una colección de festuca alta [*Festuca arundinacea* Schreb.] del banco de germoplasma de Pergamino, Argentina. PROCISUR avances de investigación en Recursos Genéticos en el Cono Sur II, PROCISUR/IICA, Montevideo, Uruguay, pp. 169-175.
- Serrano H. (1985) Premio Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. <http://bibliotecadigital.bolsadecereales.com.ar/greenstone/collect/pubper/index/assoc/HASH1bob/d2948809.dir/Ejercicio%201986.pdf>, pp. 134-141.
- Scheneiter O., Carrete J., Amendola C. (2006) Utilización de pasturas de alfalfa-festuca alta con dos sistemas de pastoreo. Disponibilidad, composición y digestibilidad del forraje RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 35 (3): 3-18, INTA, Argentina.
- Villar A.D, Serrano H. (1963) Praderas permanentes para la región pampeana húmeda. Boletín de Divulgación Técnica N° 2, EEA Rafaela INTA, Santa Fe, Argentina.