



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

REGIÓN NEA

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ACROCERAS MACRUM (PASTO NILO)

Autora: Dra. Silvana Consuelo Ferrari Usandizaga

ferrariusandizaga.s@inta.gob.ar

Corrección de texto y Publicación: Lic. Violeta Isabel Hauck

hauck.violeta@inta.gob.ar

Grupo Ganadería Subtropical. EEA INTA Corrientes

Antecedentes sobre Pasto Nilo

Acroceras macrum (Pasto Nilo) es una gramínea forrajera nativa de África, recomendada para el NEA, por su adaptación a suelos húmedos con deficiente drenaje y tendencia al anegamiento. Su mayor limitación como potencial forrajera comercial, es la calidad de la producción de semillas. Debido a la imposibilidad de obtener semilla comercial, los productores la propagan plantando los rizomas, con lo cual obtienen plantaciones de material genéticamente uniforme, pero bajo un sistema de plantación manual. Una característica destacada de esta especie es su persistencia (más de 20 años en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) EEA Corrientes).

En este sentido la calidad genética, es promisoría gracias a los trabajos pioneros en África por parte del ARC (Agricultural Research Center) y en la Argentina, con el INTA Corrientes respectivamente.

En la década del 70' el Agricultural Research Council (ARC) desarrolló un programa de mejoramiento a partir del cual se colectó material de distintas poblaciones africanas, se realizaron evaluaciones agronómicas y se lograron cruzamientos fértiles, aunque de baja eficiencia reproductiva. Como producto de ese programa, lograron inscribir el único cultivar comercial de la especie que existe hasta la actualidad, que recibió el nombre "Cedara Select", de propagación clonal (Rhind y Goodenough, 1976; 1979; Theron y Arnott, 1979). Luego el programa sudafricano se discontinuó y no se reiniciaron las actividades de mejoramiento en la especie.

Durante las décadas de los 80'- 90', productores del nordeste de Argentina, importaron el cultivar (cv) Cedara Select y comenzaron las primeras evaluaciones en las EEA Corrientes y Mercedes. De estas evaluaciones se pudo obtener importante información, como las diferencias en producción de carne posible de obtener con *Pasto Nilo*, respecto de los pastizales naturales en la zona de malezales



del NEA: **256Kg/ha/año con Pasto Nilo contra 30 y 90 Kg/ha/año obtenida con los pastizales naturales** (Royo Pallares y Altuve, 2000).

Muy pocas gramíneas de calidad (nativas como pasturas comerciales), están adaptadas a las condiciones de anegamiento y las pocas que se pueden encontrar en los humedales de las regiones subtropicales, contribuyen muy poco en la composición botánica de estos ambientes. El *Pasto Nilo* es una de las pocas gramíneas subtropicales, con una calidad nutricional similar al de las gramíneas templadas (C3). En este sentido se destaca su contenido proteico, digestibilidad, que sumados a su persistencia, palatabilidad y rendimientos de biomasa, hace que sea una alternativa interesante para aumentar la productividad de los sistemas ganaderos de la región NEA.

Con el cv Cedara Select (Fig.1), dependiendo de las condiciones ambientales y el manejo se puede alcanzar los 5.000 Kg/ha (Royo Pallares y Goldfarb, 2000). En cuanto a la calidad nutricional, el cv Cedara Select, presentó contenidos de PB de 17% promedio en hojas, 7% promedio en tallo y 10,5% promedio de la porción aérea; con un 2.85 Mcal/Kg promedio de Energía digestible (Gándara et al., 2016).



Figura 1. Potrero con Cv Cedara Select de *A. macrum* de la EEA INTA Corrientes.

En 1995, profesionales del INTA introducen 57 líneas experimentales del ARC en Corrientes. Recién en 2011, se inician los estudios básicos necesarios para dar inicio al programa de mejoramiento de *Acroceras macrum* del INTA Corrientes, incluyendo los niveles de ploidía, la diversidad genética del material y estudios reproductivos (fertilidad, modo de reproducción, sistema de polinización) (Ferrari

Usandizaga, 2015). Hasta ese momento, los pocos antecedentes de estudios realizados en la especie, se limitaban a algunos conteos cromosómicos (Rhind y Goodenough, 1976; Moffett y Hurcombe, 1949), las evaluaciones de los cruzamientos realizadas en Sud África con fines de mejoramiento (Rhind y Goodenough, 1976) y algunas evaluaciones agronómicas, casi siempre utilizando el cultivar Cedara Select (Rhind y Goodenough, 1979; Theron y Arnott, 1979; Brockett y Gray, 1984; Rethman y de Witt, 1988; Gertenbach et al., 1995; Gertenbach y van Henning, 1995a, 1995b; Van Schalkwyk y Gertenbach, 2000; Royo Pallares y Altuve, 2000; Royo Pallares y Goldfarb, 2000; Cassel Rodriguez et al., 2004; Cassel Rodriguez et al., 2005). Hasta entonces no se habían hecho los estudios básicos completos de los aspectos reproductivos y la diversidad genética del material, necesarios para iniciar adecuadamente el mejoramiento de la especie.

Los estudios realizados de 2011 a 2015 con los materiales del INTA Corrientes, concluyeron que se pudieron recuperar 27 líneas genéticamente diferentes (Fig.2), 22 de las cuales fueron tetraploides ($2n=4x=36$) y 5 hexaploides ($2n=6x=54$). Nuestros resultados (Ferrari Usandizaga et al, 2012, 2013, 2014, 2015; Ferrari Usandizaga, 2012, 2015, Schedler et al., 2013, 2014; Weiss et al., 2013) indicaron que esta colección de germoplasma contenía una importante diversidad genética y que son plantas alógamas.



Figura 2. Lote de evaluación-cruzamiento conteniendo la colección de germoplasma de *A. macrum* en la EEA INTA Corrientes. El lote está compuesto de 27 diferentes genotipos proveniente del ARC de Sudáfrica.

A pesar de la dificultad en la producción de semillas de los materiales, se diseñaron cruzamientos (dentro de la misma especie) para obtener familias de hermanos completos. Estos cruzamientos resultaron en una población conteniendo en total

160 híbridos (Fig.3). Esta población fue evaluada en 2015 y 2016, y los resultados obtenidos indican que los rendimientos en materia seca, están en un rango de 1500 - 8.000 kg/ha, en mediciones con cortes cada 45 días durante el periodo primavera-verano. Estos rendimientos llegan a ser casi tres veces superiores a los obtenidos con el cultivar Cedara Select en el NEA, lo que indica que dentro de nuestros materiales híbridos existen materiales superiores con mejores rendimientos que los materiales difundidos en nuestra región y utilizados en otras partes del mundo. Los híbridos tienen también una importante variabilidad agronómica, por ejemplo: porte (diferentes relaciones altura/base), relación hoja/tallo, ancho y largo de hoja y tallo, densidad de macollos y longitud de los entrenudos.



Figura 3. Lote base de evaluación-selección de líneas para multiplicación clonal de *A. macrum* de la EEA INTA Corrientes. El lote está compuesto por 160 diferentes híbridos pertenecientes a 16 familias (hermanos completos) generadas por cruzamiento dirigido entre genotipos del germoplasma base (Figura 2).

Proyectos de avance en el mejoramiento de la especie

El trabajo de mejoramiento, se planificó para llevarse a cabo sobre dos poblaciones.

- 1) Una población donde se trabajará exclusivamente para la obtención de materiales superiores que serán de multiplicación agámica (estolones y rizomas) y estarán disponibles a mediano plazo (dentro de 6 años en adelante).
- 2) La segunda población, se destinará a mejorar los inconvenientes reproductivos para la producción de semillas, a fines de ofrecer a largo plazo

(entre 10 a 20 años aproximadamente), un material comercial que pueda ser sembrado.

1 - Proyecto mediano plazo de materiales de multiplicación agámica.

En vista de los resultados, de las evaluaciones de los nuevos materiales, producidos por INTA Corrientes, se planteó, seleccionar líneas promisorias de multiplicación clonal (agámica vía estolones).

Las mismas se seleccionaran en base a su rendimiento agronómico y la producción secundaria. Dicha selección se llevará a cabo sobre una población de 160 híbridos (Fig.3) que están caracterizadas en varias características morfológicas, fenológicas y agronómicas (Ferrari Usandizaga et al., 2016). Esta selección a mediano plazo es posible porque los resultados de nuestras evaluaciones indican que algunos híbridos presentaron una performance muy optimizada dentro la población de hermanos completos y es probable que algunos de ellos pueden mantener ese comportamiento al multiplicarse clonalmente. La comprobación de esta capacidad de mantener los atributos agronómicos se comprobará en ensayos multiambientales.

Más allá de que el material disponible, no pueda sembrarse por semillas, este mejoramiento se enfocará hacia materiales que se establezcan rápidamente y toleren períodos largos de anegamiento. Resulta interesante esta contribución, puesto que la siembra por semilla, presenta más complicaciones que el establecimiento de materiales por plantación en ambientes que requieren ser drenados y preparados a este fin.

2 - Proyecto de largo plazo para obtención de materiales por semilla.

Las variables reproductivas relacionadas con la producción de semillas en general no tienen una herencia genética simple y suelen estar muy afectados por diversos factores no genéticos. Para asegurar que las mejoras en las mismas se mantengan a lo largo de las generaciones, se requiere iniciar un proceso de selección a partir de una población de base genética amplia y con distribución normal de las características de interés. En cada ciclo de selección sólo se pueden descartar unos pocos materiales de bajo rendimiento y se requerirán de numerosos ciclos de cruzamiento y selección hasta obtener una población mejorada. En este caso también es conveniente realizar evaluaciones multiambientales y/o con repeticiones en diferentes años. Los productos del mejoramiento, por lo tanto, se obtendrán a más largo plazo que para la selección de líneas clonales por su calidad forrajera.

Actualmente contamos con una población base de 400 genotipos (Fig. 4) para iniciar el mejoramiento de la calidad de producción de semillas por cruzamiento y selección. La misma se ha generado a partir de semilla obtenida por polinización abierta, con lo cual se espera que la diversidad sea continua (y normal). Nuestro grupo de trabajo realiza estudios sobre la distribución de la diversidad de

características de interés para el mejoramiento, evaluando las variables con mejor heredabilidad, de modo de incluirlas en un índice que se utilizará como criterio de selección. Nuestros resultados parciales indican que muchos de los atributos de calidad de semilla son mejorables, al igual que el rendimiento, el porte de la planta, y la resistencia a factores como los cambios estacionales en la humedad del suelo, bajas temperaturas invernales y enfermedades.

La evaluación de la misma llevará a cabo tanto por caracteres fenotípicos relacionados a la fertilidad como por marcadores moleculares. La técnica molecular que se utilice para ello debe permitir detectar los polimorfismos genéticos y su distribución en todo el genoma. Debido a que no se cuenta con técnicas moleculares adecuadas desarrolladas para esta especie, se transferirán las desarrolladas en otras especies gramíneas en particular marcadores microsatélites (SSRs) y polimorfismos de nucleótidos simples (SNPs). Tanto la transferencia de marcadores como la información que se obtenga a partir de las técnicas moleculares aplicadas serán de utilidad a futuro para encarar mapeo de genes en *A. macrum*, la selección asistida por marcadores, controles de calidad genética, etc. Estos estudios generarán información muy valiosa e innovadora.

En este caso los materiales que se obtengan, producirán semillas que serán de utilidad para la siembra en ambientes que en un determinado período del año, puedan ser preparados para tal fin. Esto es común, en suelos bajos que pasan por períodos de sequías como así también de anegamientos. Por lo tanto es muy importante que el material resultante esté adaptado a los cambios de humedad y pueda ser establecido durante el período seco.



Figura 4. Lote base para inicio de los ciclos de evaluación-selección-policruzamiento, orientado a obtener líneas de producción de semillas de *A. macrum*, en la EEA INTA

pasan por periodos de anegamiento pero se encuentran drenados durante la etapa de implantación.

Es por estas cuestiones que el mejoramiento se realizará considerando las dos situaciones que son comunes en la región NEA.

Tal como se ha dicho, una de las líneas de mejoramiento es hacia plantas que estarán adaptadas a pasar por periodos donde la humedad es baja y por otra parte sus semillas, deberán tener periodos de latencia apropiados para sembrarse cuando el terreno está seco y germinar cuando se dan las condiciones para el desarrollo de las plántulas.

Por su parte, la segunda línea de mejoramiento, se enfoca en plantas de multiplicación clonal, que se utilicen sobre áreas permanentemente anegadas y que deberán tolerar esa condición.

En la actualidad el INTA Corrientes, analiza convenios con organismos públicos – privados para el desarrollo de las maquinarias requeridas.

Más información del tema: investigadora Dra. Silvana Consuelo Ferrari Usandizaga INTA "El Sombrerito" Corrientes ferrariusandizaga.s@inta.gob.ar Cel. Corp. 11 6849-6328

Referencias

- Brockett, G., & Gray, N. (1984). The performance of tropical pastures in the drier phase of the Highland Sourveld of Natal. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa*, 1(2), 4-8.
- Cassel Rodrigues, R., Leite Reis, J., & Waltrick Coelho, R. (2004). Avaliação Químico-Bromatológica da Silagem Pré-Secada de Capim Nilo (*Acroceras macrum*), Cortado em Três Idades de Corte e Três Tempos de Emurchecimento. *Comunicado Técnico Embrapa*, 95, 1-2.
- Cassel Rodrigues, R., Waltrick Coelho, R., Leite Reis, J., & Lopes da Costa, N. (2005). Qualidade do feno de capim nilo (*Acroceras macrum*) cortado em diferentes épocas. *Comunicado Técnico Embrapa*, 108, 1-2.
- Ferrari Usandizaga, S. C. (Octubre 2012). Advances in the genetic characterization of *Acroceras macrum*. Zaballa, Santa Fé, Argentina: III Ciclo de seminarios sobre el avance y la caracterización genética y molecular de la apomixis en gramíneas forrajeras.
- Ferrari Usandizaga, S. C., Cuarín, C. L., Martinez, E. J., Goldfarb, M. C., & Acuña, C. A. (Octubre de 2012). Niveles de Ploidía y Asociaciones Cromosómicas durante la Meiosis de *Acroceras macrum* Stapf. Rosario, Santa Fé, Argentina: XV Congreso Latinoamericano de Genética. XLI Congreso Argentino de Genética. XLV Congreso de la Sociedad de Genética de Chile.
- Ferrari Usandizaga, S. C., Schedler, M., Brugnolli, E. A., Zilli, A. L., Martínez, E. J., & Acuña, C. A. (Octubre 2013). Diversidad genética en *Acroceras macrum* Stapf. Salta, Salta, Argentina: XLII Congreso Argentino de Genética .
- Ferrari Usandizaga, S. C., Brugnoli, E. A., Weiss, A. I., Zilli, A. L., Shedler, M., Pagano, E. M., Martínez, E.J; Acuña, C. A. (2014). Genetic and morphological characterization of *Acroceras macrum* Stapf. *Grass and Forage Science*, 70(4), 695–704. doi:10.1111/gfs.1214

- Ferrari Usandizaga, S. C., Schedler, M., Ledesma, D., Martínez, E. J., & Acuña, C. A. (Octubre de 2015). Reproductive behavior of *Acroceras macrum* Stapf. Ciudad Autónoma de Bs. As., Buenos Aires, Argentina: V International Symposium of Forage Breeding.
- Ferrari Usandizaga, S. C. (2015). *Estudios sobre sistemas genéticos y diversidad en Acroceras macrum Stapf*. Facultad de Cs. Agrarias. UNR, Doctorado en Cs. Agrarias. Tesis para optar por el título Dr. en Cs. Agrarias: Doctorado en Cs. Agrarias. Facultad de Cs. Agrarias. Universidad Nac. de Rosario. Argentina.
- Ferrari Usandizaga, S. C., Acuña, C.A.; Brugnoli, E.A.; Gándara, L.; Maidana, C.E.; May Petroff, N.; Cetour, D. (Noviembre de 2016). Avances en la evaluación de variabilidad en rasgos morfológicos, agronómicos y fisiológicos de híbridos de *Acroceras macrum* (Pasto Nilo). Corrientes, Corrientes, Argentina: XXXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal.
- Gándara, L., Ferrari Usandizaga, S., Pereira, M., Cetour, D., Maidana, C., & Nuñez, F. (2016). Efectos de la densidad de plantas y la fertilización en la implantación del Pasto Nilo (*Acroceras macrum*). *Revista Argentina de Producción animal. 39º Congreso de producción Animal. vol 36: Suplemento1*, (pág. 364).
- Gertenbach, W., & van H. Henning, P. (1995). Energy supplementation of yearling steers at different stocking rates on Nile grass pasture. *South African Journal of Animal Science*, 25(4), 105-108.
- Gertenbach, W., & van H. Henning, P. (1995). Performance of beef steers on Smuts finger grass and Nile grass pasture in northern Natal 2. Feedlot performance following summer grazing. *South African Journal of Animal Science*, 25(4), 101-104.
- Gertenbach, W., van H. Henning, P., & van Schalkwyk, A. (1995). Performance of beef steers on Smuts finger grass and Nile grass pasture in northern Natal 1. Effect of overwintering level and summer stocking rate. *South African Journal of Animal Science*, 25(4), 95-100.
- Moffett, A., & Hurcombe, R. (1949). Chromosome numbers in South African grasses. *Heredity*, 3, 369-73.
- Rethman, N., & de Witt, C. (1988). The yield potential and crude protein content of five rhizomatous and stoloniferous grass pastures in the escarpment areas of the eastern Transvaal. *South African Journal of Plant and Soil*, 5(4), 222-224.
- Rhind, J.M., & Goodenough, D.C. (1976). The assesment and breeding of *Acroceras macrum* Stapf. *Proceedings of the Annual Congresses of the Grassland Society of Southern Africa*, 11, 115-117.
- Rhind, J.M., & Goodenough, D.C. (1979). *Acroceras macrum* Stapf (Nile grass)-A review. *Proceedings of the Annual Congresses of the Grassland Society of Southern Africa*, 14(1), 27-33.
- Romero, L. (2008). Pasturas templadas y tropicales. *XXI Curso Internacional de Lechería para Profesionales de América Latina*. Rafaela, Santa Fe. Argentina: INTA.
- Royo Pallares, O., & Altuve, E. (Abril de 2000). Forrajeras subtropicales para la Provincia de Corrientes. *Noticias y Comentarios*(337).
- Royo Pallarés, O., & Altuve, S. (2000). Forrajeras subtropicales. *Agromercado*, 185, 42-44.
- Royo Pallarés, O., & Goldfarb, C. (2000). Experiencias con pasturas subtropicales cultivadas en la Provincia de Corrientes. *Jornada de Actualización en Forrajeras Subtropicales* (págs. 1-10). Mercedes, Corrientes. Argentina: INTA.

- Schedler, M., Ferrari, S. C., Brugnoli, E. A., Zilli, A. L., Weiss, A. I., Acuña, C. A., & Martínez, E. J. (Octubre 2013). Sistema de polinización, fertilidad e hibridación en *Acroceras macrum* Stapf. Salta, Salta, Argentina: XLII Congreso Argentino de Genética .
- Schedler, M., Ledesma, D. A., & Ferrari Usandizaga, S. C. (Junio 2014). Hibridación y eficiencia reproductiva en *Acroceras macrum*. Corrientes, Corrientes, Argentina: XX Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste.
- Theron, E., & Arnott, J. (1979). Notes on the performance of *Acroceras macrum* Stapf. cv. Cedara select in Natal. *African Journal of Range and Forage Science*, 14(1), 23-25.
- Van Schalkwyk, A., & Gertenbach, W. (2000). The effect of closing date on the performance of beef weaners grazing foggaged *Digitaria eriantha* and *Acroceras macrum*. *South African Journal of Animal Science* , 30(1), 82-86.
- Weiss, A. I., Ferrari Usandizaga, S. C., Brugnoli, E. A., Schedler, M., Martínez, E. J., & Acuña, C. A. (Octubre 2013). Variabilidad Morfológica y Fenológica en *Acroceras macrum* Stapf. Salta, Salta, Argentina: XLII Congreso Argentino de Genética.