

VARIETADES CRIOLLAS DE FORRAJERAS TEMPLADAS: CONSERVACIÓN Y USO EN MEJORAMIENTO GENÉTICO

Rebuffo, M.¹; Condón, F.; Alzugaray, R.

RESUMEN

Los procesos de evolución natural de especies forrajeras templadas han generado un aumento de diversidad genética que se ha capitalizado parcialmente en la colecta y conservación de los recursos genéticos del Cono Sur. La amplia difusión de pocas especies en muy diversos ambientes produjo un incremento en la diferenciación genética intra-específica en el pasado, generándose ecotipos y variedades criollas adaptadas a los sistemas productivos locales. La reciente reducción de diversidad genética ha sido consecuencia de las modificaciones de los ecosistemas impuestas por la agricultura, la globalización del mejoramiento genético en las principales especies cultivadas y el desplazamiento de las pasturas a áreas marginales. En este contexto, se analizan las colecciones de la región y la contribución del conocimiento de los productores en la información de pasaporte, los objetivos de los programas de mejoramiento genético y el rol de las nuevas herramientas biotecnológicas. La caracterización del origen genético de las colecciones *ex situ* no presenta un adecuado equilibrio, destacándose la escasa representación de ecotipos y variedades criollas en la mayoría de las gramíneas y leguminosas cultivadas. La inserción de germoplasma adaptado en los programas de mejoramiento genético se ha analizado mediante ejemplos de adaptación al pastoreo y tolerancia a enfermedades y plagas.

PALABRAS CLAVE: germoplasma, colecta participativa, leguminosas forrajeras, gramíneas, avena.

SUMMARY

TEMPERATE FORAGE LANDVARIETIES: CONSERVATION AND UTILIZATION IN PLANT BREEDING

The processes of natural evolution of temperate forage species have generated an increase of genetic diversity that has been partially capitalized in the collection and conservation of the genetic resources of the Southern Cone. In the past, the wide distribution of few species in different environments produced an increment in the intra-specific genetic differentiation, generating ecotypes and landvarieties adapted to local production systems. The recent reduction of genetic diversity has been consequence of ecosystems modifications imposed by agriculture, the globalization of plant breeding in the main cultivated species and the displacement of pastures to marginal areas. In this context, the collections of the region and the contribution of farmers' knowledge in passport information, the objectives of breeding programs and the role of new biotechnological tools are analyzed. The characterization of the genetic origin of *ex situ* collections shows an inappropriate balance, standing out the scarce representation of ecotypes and landvarieties in most of the cultivated grasses and legumes. The introgression of adapted germplasm in the breeding programs has been analyzed, through examples of grazing adaptation and tolerance to diseases and pests.

KEY WORDS: germplasm, participatory collection, forage legumes, grasses, oats.

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA La Estanzuela, Ruta 50 km 12 Colonia, Uruguay. E-mail.: rebuffo@inia.org.uy

INTRODUCCIÓN

Las pasturas son el componente más barato utilizado en la alimentación de los sistemas pastoriles y además brindan beneficios ambientales. Sin embargo, el aumento de la producción animal en el Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Uruguay) está limitado por la productividad, calidad y extensión de las pasturas actuales, en las cuales más del 70% corresponde a campo natural (FAO, 2005). A pesar del reconocimiento de la alta adaptación de las especies nativas a ecosistemas específicos, su colecta y domesticación no ha tenido ni la continuidad ni el éxito obtenido en el mejoramiento genético de las especies introducidas (Berretta, 1998; Cragnaz, 1990; Rebuffo & Abadie, 2001).

Las pasturas cultivadas de la región están compuestas por especies introducidas que suministran mayor calidad de dieta. Particularmente las leguminosas perennes son el soporte de los sistemas agrícola-ganaderos en áreas marginales (Entz *et al.*, 2005). La mayor estabilidad de ingresos y menores costos de producción de las rotaciones cultivos-pasturas se debe al incremento en el nivel de nutrientes, mejor estructura del suelo, reducción de plagas, malezas y enfermedades (Galantini *et al.*, 2000; Morón y Díaz, 2003). A pesar de sus múltiples ventajas, las rotaciones con pasturas han sido escasamente incorporadas en las principales áreas agrícolas de Argentina y Brasil. En consecuencia, la expansión de los cultivos ha determinado el desplazamiento de las pasturas a zonas marginales de baja fertilidad, donde la habilidad de los genotipos para sobrevivir estreses ambientales se ha tornado una característica esencial del éxito (Rebuffo & Abadie, 2001). En este contexto, el objetivo del presente trabajo es discutir cuales son las principales especies templadas cultivadas para las cuales se han realizado esfuerzos en sus recursos genéticos, y luego analizar las tendencias en los objetivos de mejoramiento genético, los resultados obtenidos en el marco de estos programas y el rol del germoplasma aportado por las variedades criollas en los mismos.

LAS PRINCIPALES ESPECIES FORRAJERAS TEMPLADAS DE LA REGIÓN

Las principales especies perennes que se adaptaron a los sistemas pastoriles son *Medicago sativa*, *Lotus corniculatus*, *L. glaber*, *L. uliginosus*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* (Díaz Lago *et al.*, 1996; García *et al.*, 1991; Maureira *et al.*, 2004; Milan *et al.*, 1990; Rebuffo and Abadie, 2001). Dentro de las anuales se destacan *Lolium multiflorum*, *Avena sativa*/ *A. byzantina*, *Medicago*

polymorpha, *Lotus subbiflorus*, *Trifolium subterraneum* (Del Pozo *et al.*, 2001; García, 2003; Rebuffo, 2001; Risso & Carámbula, 1998). El área de distribución de cada especie está determinada por condiciones edáficas y climáticas, aun cuando su productividad está limitada por estreses bióticos y abióticos, tales como sequía y anegamiento, disponibilidad de macro y micro-nutrientes, pH del suelo, enfermedades y plagas, que afectan su implantación, crecimiento y persistencia (Acuña *et al.*, 1997; Altier *et al.*, 2000; Díaz *et al.*, 2005; Milan *et al.*, 1990). Estas restricciones se contrarrestan con medidas de manejo agronómico integrado, que comprenden la mejora genética y la introducción de nuevas especies. El mejoramiento genético se ha realizado en las forrajeras de mayor retorno económico, aun cuando el número de especies cultivadas se ha incrementado en las últimas décadas, ya sea producto de la domesticación (ej. *Bromus catharticus*; *L. subbiflorus*) (Aulicino & Arturi, 2002; Cragnaz, 1990; Risso & Carámbula, 1998) o introducciones de especies (ej. *Trifolium alexandrinum*, *T. vesiculosum*) (García, 2000; Gonçalves y Quadros, 2003).

GERMOPLASMA ADAPTADO A LA REGIÓN

Los ambientes marginales, caracterizados por una alta presión de estreses ambientales, han generado el proceso de selección natural necesario para formar poblaciones conformadas por genotipos que combinan características de escapes y tolerancia (Frankel *et al.*, 1995). Aun cuando estas poblaciones puedan ser menos productivas que los cultivares mejorados en ambientes de alta fertilidad, diversas investigaciones han demostrado que las variedades criollas y los cultivares desarrollados a partir de ellas pueden sobrepasar a las variedades introducidas cuando las condiciones son adversas o restrictivas (Acuña *et al.*, 2002; Flores *et al.*, 2004; Hijano & Navarro, 1995). La conservación de variedades criollas ha sido prioritaria en los cultivos de grano (Frankel *et al.*, 1995); en contraste, los esfuerzos en especies forrajeras han sido escasos, siendo las excepciones más importantes las colecciones *ex situ* de especies perennes en Europa (Rebuffo & Abadie, 2001). Las actividades orientadas al manejo eficiente de los recursos genéticos de forrajeras templadas han sido esporádicas y específicas (Berretta, 1998; Ferrer & Clausen, 2001; Rebuffo & Abadie, 2001). Ferrer & Clausen (2001) señalan la falta de información y evaluación de recursos genéticos, y la importancia de completar colecciones con variedades criollas. La escasa información de pasaporte de las bases de datos regionales es un obstáculo en el proceso de asignar prioridades de colecta y conservación (Santander,

2001). En paralelo a estas restricciones regionales, la velocidad de degradación de los recursos naturales se incrementó durante el siglo XX, y es en las pasturas naturales sobrepastoreadas donde sucede la mayor pérdida de biodiversidad en un proceso difícil de revertir (Hadley, 1993; Frankel *et al.*, 1995; Pinstруп-Andersen & Pandya-Lorch, 1997). Además, la uniformidad ambiental y genética provocada por la agricultura y la concentración del mejoramiento genético de las especies de mayor importancia agronómica en pocos países y/o empresas son factores que restringen aun más el desarrollo de bases sustentables de recursos genéticos en las especies forrajeras templadas (Rebuffo & Abadie, 2001). La colecta y caracterización del género *Bromus*, financiado por PROCISUR, es un ejemplo de integración regional, donde los Bancos comparten documentación y accesiones (Berretta, 1998).

Las colecciones de respaldo de muchas especies son pequeñas, poco representativas de la variabilidad de la especie o no existen en la región, aun cuando muchas instituciones trabajan en forrajeras templadas (Berretta, 1998; Ferrer & Clausen, 2001; Rebuffo & Abadie, 2001; Knudsen, 2000). Las accesiones de gramíneas con identidad de origen conocido son más numerosas que las leguminosas (1112 y 783 accesiones, respectivamente). En las gramíneas

predominan variedades y líneas mejoradas de *F. arundinacea* y variedades tradicionales de *D. glomerata* y *L. perenne* (Cuadro 1). *L. multiflorum* tiene baja representación, a pesar de su amplia difusión en las praderas de la región. La distribución de leguminosas en las colecciones refleja la importancia de las variedades tradicionales de *M. sativa*, las líneas de mejoramiento en *T. repens* y el material silvestre en *M. polymorpha*. En relación a su importancia regional, el género *Lotus* tiene baja representación, especialmente *L. corniculatus*. Es necesario destacar que la recopilación realizada por Knudsen (2000) solo refleja parcialmente la realidad regional, al no incluir los bancos activos que no tienen respaldo en Bancos de Germoplasma.

ESTRATEGIA DE COLECTA Y CALIDAD DE INFORMACIÓN EN LAS VARIETADES CRIOLLAS

Las especies cultivadas han demostrado tener la flexibilidad necesaria para adaptarse a diferentes nichos ecológicos, incluso reemplazando pastizales y montes nativos. Los factores bióticos y abióticos que afectan especialmente su persistencia son dinámicos, y cambian con

Cuadro 1. Número de accesiones de las principales leguminosas y gramíneas templadas cultivadas almacenados en los Bancos de Germoplasma del Cono Sur y su clasificación de origen, expresado como porcentaje dentro de cada especie (Adaptado de Knudsen, 2000).

Especies	Clasificación de accesiones (%)			Número de Accesiones
	Sin Clasificar	Variedades Tradicionales	Material Silvestre	
Gramíneas				
<i>Festuca arundinacea</i>	4	11	0	685
<i>Dactylis glomerata</i>	15	62	0	213
<i>Bromus catharticus</i>	8	30	62	84
<i>Lolium perenne</i>	42	58	0	194
<i>Lolium multiflorum</i>	24	76	0	111
Leguminosas				
<i>Medicago sativa</i>	34	65	0	371
<i>Trifolium repens</i>	1	19	35	337
<i>Trifolium pratense</i>	81	19	0	154
<i>Medicago polymorpha</i>	1	1	99	152
<i>Lotus uliginosus</i>	98	1	1	110
<i>Lotus corniculatus</i>	53	47	0	64
<i>Trifolium subterraneum</i>	55	45	0	55
<i>Lotus glaber</i>	100	0	0	11

los sistemas de producción y las especies predominantes. Ejemplos de cambios en los estreses bióticos como consecuencia del amplio cultivo de una especie son las alteraciones poblacionales de pulgones en alfalfa o nuevas razas de roya en *Lotus* (Apablaza & Stevenson, 1995; Ciliuti *et al.*, 2003; Hijano & Navarro, 1995). Como respuesta a los mismos, la selección natural y la introgresión de poblaciones locales han conducido al desarrollo de nuevos ecotipos y variedades criollas, constituyéndose en una fuente de variabilidad genética que debería explorarse con continuidad ya que frecuentemente están en riesgo de extinción (Rebuffo & Abadie, 2001).

La bibliografía de la región no permite clasificar con precisión el origen de las accesiones existentes ni identificar los criterios utilizados para asignar prioridades de colecta. La metodología de colecta podría condicionar el valor agronómico potencial y la utilización de los mismos en el mejoramiento genético. En muchos casos las poblaciones han sido muestreadas en áreas poco representativas, como bordes de caminos, tapices sobrepastoreados, etc., por lo que pueden no reflejar la adaptación al sitio de colecta (Greene *et al.*, 2002). En contraposición, el conocimiento de los productores tiene el potencial de aumentar el valor de las colectas aportando información de pasaporte que puede ser útil para mejoramiento. Las colectas de mayor utilidad en mejoramiento genético se basaron en el conocimiento de poblaciones locales provenientes de pasturas viejas (Itria & Tiranti, 1978; Hijano & Navarro, 1995; Olmos, 2004; Ortega *et al.*, 1994), o de semilla mantenida por los productores (Ulanovsky *et al.*, 1990; Rebuffo *et al.*, 2005c). Sin embargo, la mayoría de las colectas han sido planificadas para relevar un amplio gradiente ambiental, por lo que muchas accesiones provienen de sitios sin información cultural, y que no se encuentran bajo pastoreo, como banquinas y parques (Andrés & Rosso, 2001; Del Pozo *et al.*, 2001; Rosso *et al.*, 2001). Este conocimiento asociado es fundamental para identificar potenciales diferencias ecotípicas, especialmente en la información referida al número de generaciones en el mismo sitio, el origen genético y manejo de pastoreo al que han estado sometidas. Es esperable que las diferencias ecotípicas se generen al cabo de 10 a 20 años de presión natural, aun cuando la adaptación morfológica puede suceder en más corto tiempo (Greene *et al.*, 2002). La disminución del número de productores y la especialización de la producción ponen en mayor riesgo de pérdida a los ecotipos adaptados de mayor valor agronómico potencial (Rebuffo & Abadie, 2001). Otro elemento que acelera la pérdida de las variedades criollas es el frecuente reemplazo de variedades criollas por cultivares introducidos (Hijano & Nava-

ro, 1995; Ulanovsky *et al.*, 1990). El conjunto de estos factores, sumados al desplazamiento de las pasturas a áreas marginales, han puesto en serio riesgo el mantenimiento de las poblaciones que han acumulado las presiones de selección y la evolución natural que caracterizan el desarrollo de variedades criollas. Por lo cual debería priorizarse, al momento de coleccionar diversidad en variedades criollas, los ambientes más afectados por estos factores en las principales especies de interés.

OBJETIVOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

Al entrar en el siglo XXI, tanto la tecnología como los objetivos de mejoramiento genético están cambiando rápidamente, enfocados principalmente a las áreas marginales donde las pasturas se integran con los sistemas de producción agrícola ganadero. El desafío futuro en mejoramiento genético será identificar genotipos adaptados a condiciones restrictivas pero superiores en rendimiento. En este contexto, la tolerancia a factores bióticos y abióticos será una contribución esencial para lograr sistemas productivos sustentables, que brinden tanto el retorno económico necesario como los beneficios ambientales y sociales imprescindibles (Pollock *et al.*, 2005). Tradicionalmente, los objetivos de mejoramiento genético han sido características agronómicas primarias que contribuyen indiscutiblemente a la productividad, de fácil medición y claro control genético, como fecha de floración, estacionalidad, tolerancia a enfermedades, etc. En el futuro, la aplicación de estrategias tecnológicas, como marcadores moleculares, manipulación genética, introgresión interespecífica, podrían permitir manipular características más complejas (ej. eficiencia de uso de recursos, composición mineral, digestibilidad) (Pollock *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 2005). Gepts *et al.* (2005) y King *et al.* (2005) describen ejemplos de mapas genéticos de leguminosas y gramíneas, así como poblaciones de mapeo de características morfo-fisiológicas y de respuesta a estreses abióticos y bióticos, que generan conocimientos genéticos que podrían acelerar el progreso de selección. Sin embargo, estas tecnologías dependen de la identificación de genotipos de características contrastantes como base para la generación de poblaciones de mapeo, y las variedades criollas pueden ser la fuente de esta variabilidad necesaria para incrementar la comprensión de la genética de las especies cultivadas. Además, la amplia diversidad existente en las poblaciones criollas podría acelerar el proceso de selección en características complejas asociadas a la adaptación como persistencia, debido a que es producto de la selección natural en

condiciones ambientales y biológicas restrictivas. La generación de poblaciones de mapeo depende del conocimiento del germoplasma y de su correcta caracterización, que podría abreviarse con una adecuada base de datos de pasaporte y ser potenciada mediante el desarrollo de colecciones núcleo (Rebuffo & Abadie, 2001).

INSERCIÓN DE LAS VARIEDADES CRIOLLAS EN MEJORAMIENTO GENÉTICO

Las formas cultivadas de especies templadas han sido fuentes importantes de variación para el mejoramiento genético, aun cuando su conservación precaria contrasta con el número de programas que las han utilizado (Del Pozo *et al.*, 2001; García *et al.*, 1991; Hijano & Navarro, 1995; Milan *et al.*, 1990; Ortega *et al.*, 1997; Rebuffo & Abadie 2001; Rosso *et al.*, 2001; Soster *et al.*, 2004). Los mejoradores de la región han mantenido el interés en el adecuado desarrollo y utilización de germoplasma adaptado (Andrés & Rosso, 2001; Olmos, 2004; Pagano & Rosso, 2000; Rebuffo *et al.*, 2005c; Rosso *et al.*, 2001; Soster *et al.*, 2004; Vilaró *et al.*, 2004). Las variedades criollas pueden formar grupos distintivos, adaptados a ecosistemas específicos, aun cuando existe amplia variabilidad dentro de poblaciones (Del Pozo *et al.*, 2001; Olmos, 2004; Ortega

et al., 1994; Vilaró *et al.*, 2004). Es así que cultivares locales como *L. corniculatus* cv San Gabriel y Estanzuela Ganador o *T. pratense* cv Quiñequeli rinden más forraje que la mayoría de los cultivares introducidos (García *et al.*, 1988; INASE, 2001; Ortega *et al.*, 1994). La utilización de poblaciones locales como material parental en mejoramiento genético también ha permitido desarrollar cultivares con mayor tolerancia a enfermedades, productividad y persistencia (Altier *et al.*, 2000; Hijano & Navarro, 1995; Ortega *et al.*, 1997; Rebuffo & Altier, 1997). *L. corniculatus* cv. INIA Draco fue seleccionado por persistencia a campo utilizando Estanzuela Ganador y una variedad criolla como materiales parentales; su mayor persistencia productiva es producto de la combinación de características morfológicas, como mayor tamaño de corona y raíz ramificada, con tolerancia a enfermedades (Altier *et al.*, 2001; Rebuffo & Altier, 1997). Esta ventaja comparativa de INIA Draco se destaca en años adversos (Figura 1); INIA Draco produjo 61% más forraje que el testigo cv. San Gabriel cuando las condiciones fueron adversas en el año de implantación, mientras que las diferencias varietales se redujeron a 9% cuando las condiciones ambientales beneficiaron el desarrollo de la especie. La mayor adaptación de este cultivar se ha reflejado en mayor tolerancia a sequías, aun cuando las mismas hayan sido extremas, como en el período 1999-2000.

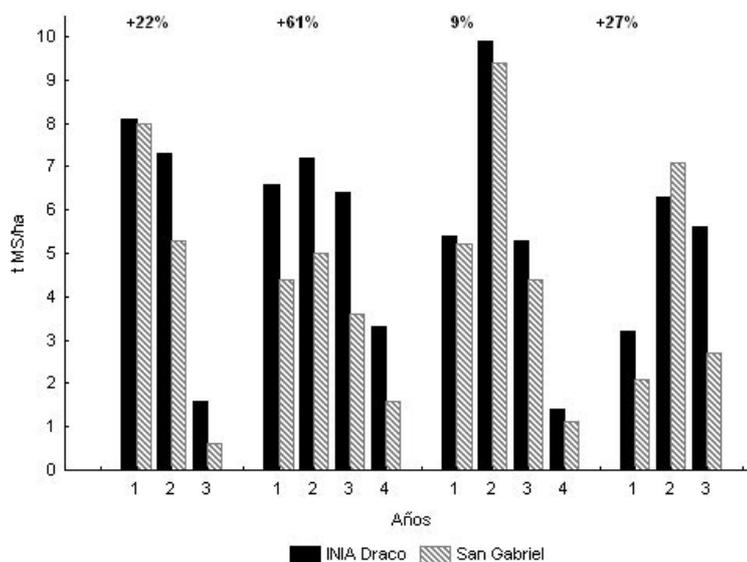


Figura 1. Producción anual de forraje (t MS/ha) de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel e INIA Draco en cuatro experimentos bajo corte.

La selección natural combina características favorables a la adaptación, aunque no siempre con los resultados esperados en forma previa. Un ejemplo son los materiales adaptados de *Avena byzantina*, que se han utilizado desde la década de 1920 en Uruguay (Boerger, 1943). Una colecta de germoplasma realizada por INIA en conjunto con cooperativas de productores, dentro del marco de PROCISUR-Subprograma Recursos Genéticos, ha identificado 40 poblaciones naturalizadas mantenidas por productores que multiplican avena bajo pastoreo. Estas accesiones disponen de información de pasaporte histórico-cultural como origen genético, años de multiplicación propia, época de siembra, etc. Vilaró *et al.* (2004) caracterizaron estas accesiones como un grupo poblacional diferenciado de cultivares tanto antiguos como modernos, basados en cambios morfológicos. Estas poblaciones se desarrollaron adaptándose a la combinación de siembras tempranas con pastoreos intensos y tardíos mediante el incremento de la densidad de tallos, la adopción de un hábito más postrado y un ciclo más largo. Aunque el objetivo de esta colecta fue identificar material adaptado al pastoreo con mayor tolerancia a roya de la hoja (*Puccinia coronata*), las poblaciones presentaron mayores lecturas de roya que los cultivares de origen, indicando que este patógeno no incidió en la selección natural.

Otro aspecto poco explorado en el que la selección natural puede tener un rol relevante es con respecto a la

resistencia al daño de insectos. La avena en siembras tempranas sufre durante la implantación el ataque del pulgón *Schizaphis graminum* al cual es particularmente susceptible (Silveira Guido & Conde, 1945). Los genotipos resistentes a pulgón en otras especies de cereales se han identificado por su sobrevivencia a campo, siendo su resistencia verificada en condiciones controladas (Burnett *et al.*, 1995). Diferencias en la resistencia a pulgón tanto entre como dentro de las poblaciones de avena colectadas fueron observadas en la evaluación realizada con poblaciones de *Rhopalosiphum padi* (Rebuffo *et al.*, 2005a) y de *S. graminum* (biotipos desconocidos; Rebuffo *et al.*, 2005b). Si bien se determinaron diferencias entre y dentro de accesiones en la mayoría de los parámetros evaluados para ambos pulgones, las mayores diferencias en antibiosis, antixenosis y tolerancia se registraron con *S. graminum* (Rebuffo *et al.*, 2005a). La infestación con *S. graminum* permitió identificar variedades criollas con mejor comportamiento que el testigo Estanzuela 1095a (Figura 2) y seleccionar genotipos con buena tolerancia dentro de estas poblaciones. La evaluación de las progenies también permitió diferenciar genotipos tolerantes (ej. VC110 b) de susceptibles (ej. Mod 64), que probablemente fueran escapes en la evaluación inicial (Cuadro 2). Una importante proporción del material seleccionado proviene de las variedades criollas multiplicadas por más de 10 años por los productores (ej. VC 110b, VC 119).

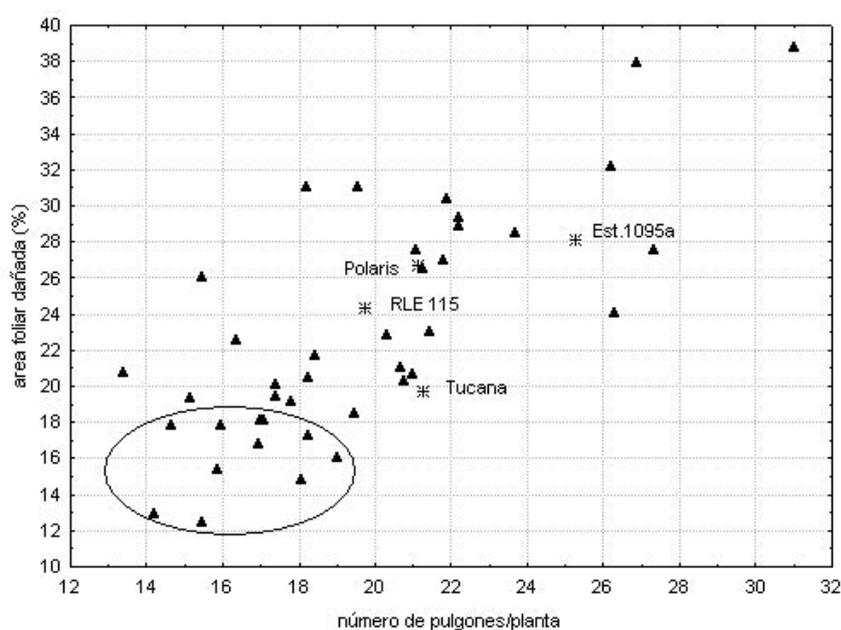


Figura 2. Distribución gráfica de las variedades criollas (♦) y testigos (+) en función del número de pulgones y el área clorótica por planta evaluados a las 72 horas y 7 días post tratamiento, respectivamente.

Cuadro 2. Número de pulgones alados e hijos por planta a las 24 y 72 horas post tratamiento y proporción del área foliar clorótica (%) 7 días post tratamiento.

Accesión	Número de pulgones/planta				Daño (%) 7 días
	24 horas		72 horas		
	Alados	Hijos	Alados	Hijos	
INIA Polaris	1.84	6.26	2.32	13.22	11.94
Mod64 a	1.39	4.73	1.52	9.39	11.52
VC110 a	1.22	4.17	0.81	6.00	9.42
VC119 a	1.71	5.34	1.91	11.48	9.21
Sel77 a	1.67	5.48	1.88	11.35	8.79
Mod55	1.59	5.32	1.82	11.22	8.16
VC110 b	1.47	4.39	1.54	9.08	5.87
Ant7	1.60	5.12	1.89	10.65	5.41
Significancia	0.261	0.151	<.001	0.005	0.001
MDS 5%	0.48	1.48	0.60	3.35	3.31
CV (%)	30.6	28.9	34.7	32.4	37.5

CONCLUSIONES

Existen evidencias claras de que la selección natural en especies forrajeras en condiciones de pastoreo genera diferencias tanto morfológicas como de adaptación a estreses bióticos y abióticos, constituyéndose en una fuente potencial de diversidad para el mejoramiento genético. Los ecotipos y variedades criollas, que se caracterizan por complejas adaptaciones a ecosistemas específicos, han contribuido significativamente al desarrollo de variedades en el pasado y podrían ser utilizadas como la base para el desarrollo de cultivares adaptados a condiciones marginales con la ayuda de nuevas herramientas biotecnológicas. Sin embargo, su riqueza se encuentra en seria amenaza debido a factores económicos y de producción que no aseguran su conservación por parte de los productores. La participación de productores en las colecciones podría facilitar el acceso a materiales adaptados a diferentes sistemas productivos y generaría información de pasaporte de relevancia agronómica para su eficiente utilización en mejoramiento genético.

BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA, H.; FIGUEROA, M.; BARRIENTOS, L. & CERDA, C. 1997. Deficiencias nutritivas y nodulación en establecimientos de especies forrajeras del género *Lotus* en suelos arcillosos. *Agrociencia* (Montevideo) 13(2): 159-168.
- ALTIER, N.; EHLKE, N.J. & REBUFFO, M. 2000. Divergent selection for resistance to fusarium root rot in birdsfoot trefoil. *Crop Sci.* 40: 670-675.
- ANDRÉS, A. & ROSSO, B.S. 2001. Preliminary evaluation of naturalized Italian ryegrass populations in Buenos Aires province, Argentina. *Plant Gen. Res. Newsl.* 128: 51-54.
- APABLAZA, J. & STEVENSON, T.R. 1995. Fluctuaciones poblacionales de áfidos y de otros artrópodos en el follaje de alfalfa cultivada en la Región Metropolitana. *Cienc. Investig. Agrar.* (Santiago) 55: 115-121.
- AULICINO, M.B. & ARTURI, M.J. 2002. Phenotypic diversity in Argentinian populations of *Bromus catharticus* (Poaceae): genetic and environmental components of quantitative traits. *N.Z.J. Bot.* 40: 223-234.

- BERRETTA, E.J. (ed.). 1998. Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Area Tropical y Subtropical: Grupo Campos (14., 1994 [sic], Salto, UY). Anales. INIA, Montevideo. Serie Técnica no. 94. 253 p.
- BOERGER, A. 1943. Genética; fitotecnia rioplatense. Barreiro y Ramos, Montevideo. Investigaciones Agronómicas no. 2. 1043 p.
- BURNETT, P.A.; COMEAU, A. & QUALSET, C.O. 1995. Host plant tolerance or resistance for control of Barley Yellow Dwarf. En: D'Arcy, C.J.; Burnett P.A. (ed.), Barley Yellow Dwarf; 40 years of progress. pp. 321-343. APS Press, Minnesota.
- CILIUTI, J.; ARRIVILLAGA, S.; GERMÁN, S.; STEWART, S.; REBUFFO, M. & HERNÁNDEZ, S. 2003. Studies of rust fungi on *Lotus subbiflorus* and *L. uliginosus*. *Lotus Newsl.* 33: 18-24.
- CRAGNAZ, A. 1990. Identificación de los principales factores limitantes de la producción de forrajes en los sistemas de producción en la Región Pampeana. En: Puignau, J.P. (ed.), Introducción, conservación y evaluación de germoplasma forrajero en el Cono Sur. pp. 51-93. IICA-PROCISUR, Montevideo. Diálogo no. 28.
- DEL POZO, A.; OVALLE, C.; ARONSON, J. & AVENDAÑO, J. 2001. Ecotypic differentiation in *Medicago polymorpha* along an environmental gradient in Central Chile: I. phenology, winter vigor and biomass production. *Plant Ecol.* 159: 119-130.
- DÍAZ, P.; BORSANI, O.; MÁRQUEZ, A. & MONZA, J. 2005. Nitrogen metabolism in relation to drought stress responses in cultivated and model *Lotus* species. *Lotus Newsl.* 35 (1): 83-92
- DÍAZ LAGO, J.E.; GARCIA, J.A. & REBUFFO, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en La Estanzuela. INIA, Montevideo. Serie Técnica no. 71. 12 p.
- ENTZ, M.H.; BELLOTTI, W.D.; POWELL, J.M.; ANGADI, S.V.; CHEN, W.; OMINSKI, K.J. & BOELT, B. 2005. Evolution of integrated crop-livestock production systems. En: McGilloway, D.A. (ed.), Grassland: a global resource. pp. 137-148. International Grassland Congress (20., 2005, Dublin). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- FAO. 2005. FAOSTAT - Agriculture. [Consultado: 22 ago. 2005. Disponible en: <http://faostat.fao.org/>]
- FERRER, M.E. & CLAUSEN, A.M. 2001. Variabilidad genética en los recursos vegetales de importancia para la agricultura del Cono Sur. En: Berretta, A.; Rivas, M. (coord.), Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. pp. 43-57. PROCISUR, Montevideo.
- FLORES, R.A.; SCHEFFER-BASSO, S.M. & DALL'AGNOL, M. 2004. Caracterização morfofisiológica de genótipos de trevo-branco (*Trifolium repens* L.). *Agrociencia* (Montevideo) 8: 21-28.
- FRANKEL, O.H.; BROWN, A.H. & BURDON, J.J. 1995. The conservation of plant biodiversity. Cambridge University Press, Cambridge. 299 p.
- GALANTINI, J.A.; LANDRISCINI, M.R.; IGLESIAS, J.O.; MIGLIERINA, A.M. & ROSELL, R.A. 2000. The effects of crop rotations and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina: 2. nutrient balance, yield and grain quality. *Soil Tillage Res.* 53: 137-144.
- GARCÍA, J. 2000. INIA Calipso: nuevo cultivar de trébol alejandrino. INIA, Montevideo. Boletín de Divulgación no. 70. 8 p.
- GARCÍA, J. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. INIA, Montevideo. Serie Técnica no. 133. 34 p.
- GARCIA, J.A.; REBUFFO, M. & ASTOR, D. 1988. Performance de variedades forrajeras en La Estanzuela: variedades forrajeras II. MGAP-CIAAB, Uruguay. Miscelánea no. 68. 15 p.
- GARCIA, J.A.; REBUFFO, M. & FORMOSO, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. INIA, Montevideo. Boletín de Divulgación no. 7. 15 p.
- GEPTS, P.; BEAVIS, W.D.; BRUMMER, E.C.; SHOEMAKER, R.C.; STALKER, H.T.; WEEDEN N.F. & YOUNG N.D. 2005. Legumes as a model plant family. [En: Genomics for Food and Feed Report of the Cross-Legume Advances through Genomics Conference (2004, Santa Fe, New Mexico, USA)]. *Plant Physiol.* 137: 1228-1235.
- GONÇALVES, E.N. & QUADROS, F.L.F. 2003. Características morfológicas de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo em sistemas intensivos de utilização. *Ciê. Rural* (Santa Maria) 33 (6): 1129-1134.
- GREENE, S.L.; GRITSENKO, M.; VANDEMARK, G. & JOHNSON, R.C. 2002. Predicting germplasm differentiation using GIS-derived information. En: Engels, J.M.M.; Ramanatha Rao, V.; Brown, A.H.D. and Jackson, M.T. (ed.), Managing plant genetic diversity. pp. 405-412. CABI Publishing, Wallingford.
- HADLEY, M. 1993. Grasslands for sustainable ecosystems. En: Baker, M.J. (ed.), Grasslands for our world. pp. 12-18. SIR Publishing, Wellington.
- HIJANO, D.H. & NAVARRO, H. (ed.). 1995. La alfalfa en la Argentina. INTA, San Juan Enciclopedia Agro de Cuyo; manuales no. 11. 287 p.

- INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2001. Resultados experimentales de evaluación de especies forrajeras bianuales y perennes para el Registro Nacional de Cultivares. INASE-INIA, Uruguay. 78 p.
- ITRIA, C.D. & TIRANTI, I. 1978. Recursos genéticos de la alfalfa. *Cienc. e Investig.* (Buenos Aires) 34 (3/6): 90-94.
- KING, I.P.; KING, J.; ARMSTEAD, I.P.; HARPER, J.A.; ROBERTS, L.A.; THOMAS, H.; OUGHAM, H.J.; JONES, R.N.; THOMAS, A.; MOORE, B.J., HUANG, L. & DONNISON, I.S. 2005. Introgression mapping in the grasses. En: Humphreys, M.O. (ed.), Molecular breeding for the genetic improvement of forage crops and turf: proceedings. pp. 31-44. International Symposium on the Molecular Breeding of Forage and Turf (4., 2005, Aberystwyth, Wales, UK). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- KNUDSEN, H. 2000. Directorio de colecciones de germoplasma en América Latina y el Caribe. 1ed. IPGRI, Roma. 369 p.
- MAUREIRA, I.J; ORTEGA, F.; CAMPOS, H. & OSBORN, T.C. 2004. Population structure and combining ability of diverse *Medicago sativa* germplasms. *Theor. Appl. Genet.* 109: 775-782.
- MILAN, P.A.; RITTER, W. & DALL'AGNOL, M. 1990. Seleção de leguminosas forrageiras ao alumínio e eficientes na utilização de fósforo: II leguminosas exóticas. *Pesq. Agropec. Bras.* 25: 1739-1746.
- MORÓN, A. & DÍAZ, R. (ed.). Simposio 40 años de rotaciones agrícolas-ganaderas. INIA, Montevideo. Serie Técnica no. 134. 86 p.
- OLMOS, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco (*Trifolium repens* L.). INIA, Montevideo. Serie Técnica no. 145. 248 p.
- ORTEGA, F.; ROMERO, O. & GALDAMES, R. 1991. Evaluación de cultivares de trébol rosado (*Trifolium pratense*) cv. Quiñequeli en la novena región. *Agric. Téc. (Santiago)* 51: 138-144.
- ORTEGA, F.; DEMANET, R.; PALADINES, O. & MEDEL, M. 1994. Colecta y caracterización de poblaciones de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) en la zona sur de Chile. *Agric. Téc. (Santiago)* 54: 30-38.
- ORTEGA, F.; GALDAMES, R. & AGUILERA, A. 1997. Fitomejoramiento de trébol rosado (*Trifolium pratense* L.): 2. comportamiento de una prueba de progenies y sus relaciones con el bloque de policruzamiento. *Agric. Téc. (Santiago)* 57: 79-86.
- PAGANO, R. & ROSSO, B. 2000. Caracterización por cianogénesis de una colección de trébol blanco (*Trifolium repens*) en Pergamino, Argentina. *Plant Gen. Res. Newsl.* 123: 41-45.
- PINSTRUP-ANDERSEN, P. & PANDYA-LORCH, R. 1997. A vision of the future world food production and implications for the environment and grasslands. En: International Grassland Congress (18., 1997, Winnipeg, Saskatoon, CA). Buchanan-Smith, J.G.; Bailey, L.D. and McCaughey, P. (ed.), Proceedings: invited papers and opening & closing sessions. pp. 11-16. Extension Service, Saskatchewan Agriculture & Food, Saskatoon. 1 disco compacto.
- POLLOCK, C.J.; ABBERTON, M.T. & HUMPHREYS, M.O. 2005. Grass and forage improvement: temperate legumes. En: McGilloway, D.A. (ed.), Grassland: a global resource. pp. 57-68. International Grassland Congress (20., 2005, Dublin). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- REBUFFO, M. 2001. Estrategias y métodos de mejoramiento para maximizar la eficiencia en el uso de avena para forraje y doble propósito. En: Reunión da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (21., 2001, Lages, SC, BR). Anais. pp. 28-29. CBPA, Lages.
- REBUFFO, M. & ABADIE, T. 2001. Genetic resources for temperate areas: achievements and perspectives. En: International Grassland Congress (19., 2001, São Paulo, SP, BR). Proceedings. pp. 469-475. Sociedade Brasileira de Zootecnia, [s.l.]. 1 disco compacto.
- REBUFFO, M. & ALTIER, N. 1997. Breeding for persistence in *Lotus corniculatus*. En: International Grassland Congress (18., 1997, Winnipeg, Saskatoon, CA). Buchanan-Smith, J.G.; Bailey, L.D. and McCaughey, P. (ed.), Proceedings: offered papers in Winnipeg; session 4. pp. 73-74. Extension Service, Saskatchewan Agriculture & Food, Saskatoon. 1 disco compacto.
- REBUFFO, M.; ALZUGARAY, R.; ARRIVILLAGA, S.; CILIUTI, J.; PÖTTER, G. & BARREY, M. 2005a. Preferencia de *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae) en una colección de *Avena sativa* L. en Uruguay. En: Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe (5., 2005, Montevideo, UY). Trabajo aceptado, en prensa.
- REBUFFO, M.; ALZUGARAY, R.; HERNÁNDEZ, S.; ARRIVILLAGA, S. & CONDON, F. 2005b. Caracterización de avena por tolerancia al pulgón verde de los cereales, *Schizaphis graminum* (Rondani). En: Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe (5., 2005, Montevideo, UY). Trabajo aceptado, en prensa.
- REBUFFO, M.; CONDON, F. & CUITIÑO, M.J. 2005c. Participatory collection of forage species in Uruguay. En: O'Mara F.P. (ed.), Offered papers. p. 61. International Grassland Congress (20., 2005, Dublin). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- RISSO, D. & CARÁMBULA, M. 1998. Lotus El Rincón: producción y utilización de los mejoramientos. INIA, Montevideo. Boletín de Divulgación no. 65. 32 p.

- ROSSO, B.; PAGANO, E. & RIMIERI, P. 2001. Evaluation and utilization of a tall fescue collection at Pergamino INTA, Argentina. En: International Grassland Congress (19., 2001, São Paulo, SP, BR). Proceedings. pp. 484-485. Sociedade Brasileira de Zootecnia, [s.l.]. 1 disco compacto.
- SANTANDER, V. 2001. Documentación e información de recursos fitogenéticos. En: Berretta, A. y Rivas, M. Estrategia en recursos filogenéticos para los países del Cono Sur. pp.123-132. PROCISUR, Montevideo.
- SILVEIRA GUIDO, A. & CONDE, J.E. 1945. El pulgón verde de los cereales del Uruguay. Rev.Fac.Agron. (Montevideo) 41:35-37.
- SMITH, K.F.; FORSTER, F.W.; DOBROWOLSKI, M.P.; COGAN, N.O.I.; BANNAN, N.R.; VAN ZIJLL DE JONG, E.; EMMERLING, M. & SPANGENBERG, G.C. 2005. Application of molecular technologies in forage plant breeding. En: Humphreys, M.O. (ed.), Molecular breeding for the genetic improvement of forage crops and turf: proceedings. pp. 63-72. International Symposium on the Molecular Breeding of Forage and Turf (4., 2005, Aberystwyth, Wales, UK). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- SOSTER, M.T.B.; SCHEFFER-BASSO, S.M. & DALL'AGNOL, M. 2004. Caracterização morfofisiológica de genótipos de cornichão (*Lotus corniculatus* L.). Rev. Bras. Zootec. 33: 1654-1661.
- ULANOVSKY, S.; ELECHOSA, M.; FUKUOKA, H. & INAMI, S. 1990. Collecting alfalfa germplasm in Argentina. Plant Gen. Res. Newsl. 81/82: 46.
- VILARÓ, M.; REBUFFO, M.; MIRANDA, C.; PRITSCH, C. & ABADIE, T. 2004. Characterization and analysis of a collection of *Avena sativa* L. from Uruguay. Plant Gen. Res. Newsl. 140: 23-31.