

LA INVESTIGACIÓN APORTA UNA NUEVA LEGUMINOSA

El *Lotononis* sale a la cancha

Los productores ganaderos cuentan con una nueva leguminosa como componente para sus pasturas. A partir de la investigación desarrollada por el INIA, el *Lotononis* INIA Glencoe se plantea como una excelente opción para los mejoramientos en suelos superficiales, en particular los del Basalto.

**POR ING. AGR. PHD. DANIEL REAL¹
ING. AGR. MSc. DIEGO F. RISSO¹
TECN. AGROP. MAURO ZARZA¹
TECN. AGROP. RUBEN MEROLA¹
TECN. AGROP. ANA VIANA¹
ING. AGR. PHD. MARCO DALLA RIZZA²
ING. AGR. MSc. PHD. NORA ALTIER²
ING. AGR. ROBIN CUADRO¹**

La introducción de leguminosas forrajeras a la comunidad nativa vegetal es considerada amigable para el ambiente. Busca incrementar los niveles productivos de las pasturas por el agregado de nitrógeno fijado biológicamente.

La primera leguminosa introducida al Uruguay fue la alfalfa (*Medicago sativa* L.), hace ya más de dos siglos (año 1774). Otros programas de introducción y evaluación de leguminosas forrajeras no comenzaron hasta la década de 1930 en el Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional (hoy INIA La Estanzuela, Colonia).

Entre 1930 y 1960 se introdujeron especies en

suelos con alto potencial productivo, como los de influencia de INIA La Estanzuela. Las leguminosas más destacadas de ese período fueron las que actualmente son más empleadas en pasturas mejoradas: Trébol blanco (*Trifolium repens* L.), Trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), Alfalfa (*Medicago sativa* L.) y Lotus (*Lotus corniculatus* L.).

La principal leguminosa para predios ganaderos que emerge a comienzos de la década de 1980 es el Lotus El Rincón (*Lotus subbiflorus* Lagasca), introducida al país como contaminante en otras semillas. Debido a sus interesantes características, fue multiplicada hasta llegar a nivel comercial por la familia Gallinal.

Posteriormente, INIA liberó al mercado otras especies para zonas ganaderas, como Lotus Maku (*Lotus uliginosus* Schkur.) y Ornithopus INIA Encantada (*Ornithopus compressus* L.). Asimismo, liberó otras para producciones más intensivas, como el Trébol de Alejandría INIA Calipso (*Trifolium alexandrinum* L.) y nuevos cultivares de leguminosas ya existentes, como el Trébol blanco INIA Ka-

¹ INIA Tacuarembó, Ruta 5 km 386, Tacuarembó, Uruguay (dreal@inia.org.uy).

² INIA Las Brujas, Ruta 48 km 10, Canelones, Uruguay.



nopus, el Trébol rojo INIA Mizar y el *Lotus corniculatus* INIA Draco.

Sin embargo, ninguno de los cultivares disponibles se adaptaba con suficiente éxito a los suelos superficiales del Basalto.

INIA RESPONDE

La región basáltica del Uruguay está situada en una zona de transición de clima templado a subtropical, entre las latitudes 30°S y 33°S. Comprende 21% del territorio nacional, con 66% de los suelos clasificados como superficiales (Litosoles: pardo-rojizos o negros) y 33% de suelos profundos (Brunosoles y Vertisoles).

Hasta 1997 se habían evaluado 29 especies de leguminosas templadas y una subtropical en la región del Basalto, con razonable éxito en los suelos profundos, manteniéndose los problemas de adaptación en los suelos superficiales. Por lo tanto, en 1997 el Programa Nacional de Plantas Forrajeras del INIA inició un programa de mejoramiento genético con el objetivo de desarrollar cultivares e inoculantes para ser usados en mejoramientos de campo en la región del Basalto, con énfasis en los suelos superficiales.

Para el éxito de una nueva especie o cultivar para mejoramientos de campo se consideró crucial la producción en el largo plazo. Se apuntó a plantas persistentes en forma vegetativa o por contar con la habilidad de sembrarse naturalmente.

Unas 326 especies de leguminosas forrajeras templadas y subtropicales fueron sembradas en 1998, 1999, 2000 y 2001. La gama de especies cubría un amplio espectro de tipos productivos y estrategias de persistencia.

El programa fue llevado a cabo en conjunto con el Laboratorio de Microbiología de Suelos del Minis-

terio de Ganadería, Agricultura y Pesca, que aportó los inoculantes necesarios para poder evaluar a las leguminosas adecuadamente, con sus respectivas cepas.

Cada año, los trabajos iniciales de invernáculo fueron realizados en la sede de INIA Tacuarembó. El trabajo de campo se desarrolló en la Unidad Experimental INIA Glencoe, en los tres suelos predominantes de la región del Basalto: superficial pardo-rojizo, superficial negro y profundo.

De esta investigación, unas 40 leguminosas forrajeras que no habían sido evaluadas en la región del Basalto hasta 1997 aparecen como muy promisorias y fueron la base para una nueva etapa de evaluación iniciada en 2002, con otros diseños y metodologías.

Debido al comportamiento promisorio de la especie *Lotononis bainesii* Baker (*L. bainesii*) durante sus dos primeros años de evaluación (incluido el período de seca de 1999/2000), y principalmente en el suelo pardo-rojizo, se comenzó inmediatamente el mejoramiento genético de la especie.

EL ORIGEN

Lotononis es un género con unas 150 especies distribuidas geográficamente por todo África y la parte Sur de la región mediterránea.

Lotononis bainesii es una especie leguminosa forrajera subtropical, originaria del Sur de África, adaptada a un clima similar al de Uruguay en lo referente a temperaturas, aunque diferente en cuanto a las lluvias. En su lugar de origen, llueven entre 700 y 800 mm anuales, con una estación seca en el invierno, mientras que en Uruguay llueven unos 100 mm todos los meses.

En 1952, en una colecta de especies forrajeras realizada en Sudáfrica, J. F. Miles colectó la especie *Lotononis bainesii* y la llevó a Australia. Al momento de la colecta, Miles realizó las siguientes anotaciones: " Parece una alfombra sobre el suelo, manteniendo el verde en condiciones de seca (y con la reputación de mantenerse verde durante el invierno)". Fue descubierto por un productor lugareño que notó que su ganado siempre estaba comiendo en el mismo lugar.

Luego de varios años de evaluaciones agronómicas y multiplicación de semilla en Queensland (Australia), en 1966 se liberó el primer cultivar de esta especie. Lo llamaron Miles.

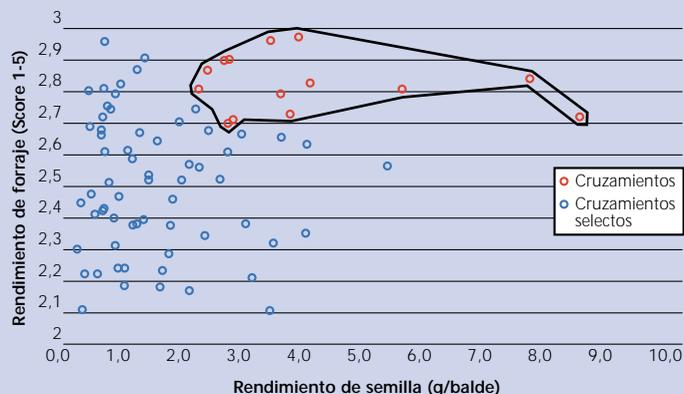
CARACTERÍSTICAS

El *Lotononis bainesii* es una especie tetraploide, herbácea, con una raíz principal pivotante y estolonífera, con capacidad de emitir raíces de los estolones. Dentro del género *Lotononis*, sólo siete de las 150

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR INIA GLENCOE

- Buena adaptación a distintos tipos de suelo del Uruguay, principalmente a los suelos de basalto y, en particular, a los suelos superficiales pardo-rojizos.
- Estolones que pueden llegar a dos metros de largo y colonizar espacios libres, en suelos superficiales de Basalto.
- Por ser una leguminosa, fija nitrógeno atmosférico, siendo para ello esencial su inoculación inicial.
- Posee una raíz pivotante fuerte, lo que le otorga una gran tolerancia al estrés hídrico, luego de superado el estadio de plántula.
- Crece a temperaturas superiores en comparación con las especies templadas que se siembran en Uruguay.
- Presenta pobre crecimiento invernal aunque es considerada la especie subtropical de mayor tolerancia a heladas. Las heladas queman el forraje verde, pero no matan la planta y brota entre periodos de heladas.
- Presenta alta palatabilidad, particularmente para los vacunos, buena digestibilidad y buen contenido de proteína cruda.
- No existe ningún reporte de meteorismo. Contiene taninos.
- Producción anual de forraje de entre cuatro y cinco toneladas de materia seca en años normales, con mayor producción en primavera-verano.

Figura 1. Cruzamientos selectos de acuerdo a su producción de semilla y forraje.



- Para producir semilla es necesario poner colmenas en el semillero ya que es una especie de polinización cruzada.

especies son capaces de enraizar a partir de los estolones.

La especie precisa un inoculante muy específico. La bacteria que nodula al *Lotononis bainesii* se identificó recién en 2001, a través de un análisis de ADN. Se llama *Methylobacterium nodulans*. Dicha bacteria no existe en los suelos de Uruguay, por lo que la inoculación de *Lotononis bainesii* es esencial para su buen desempeño. Existe ya inoculante experimental disponible, en virtud de los trabajos que tempranamente se desarrollaron con el Departamento de Microbiología de Suelos, del MGAP, con el que se mantienen actividades conjuntas.

El cultivar Miles está reportado en la literatura como susceptible a *Fusarium oxysporum*, hongo que causa la podredumbre de raíz y corona. Esta enfermedad también es una de las mayores causas de la pobre persistencia de muchas leguminosas forrajeras en otras regiones y en Uruguay. El patógeno está distribuido en los sistemas de producción de todo el país (Altier y Groth, 1999).

El mejoramiento genético por resistencia a *Fusarium oxysporum* ha sido realizado con éxito en otras especies tetraploides, lo cual indicó la factibilidad de realizar lo mismo en *Lotononis bainesii*. La disponibilidad de una técnica confiable para caracterizar germoplasma por su resistencia al patógeno es crítica para optimizar la eficiencia de un programa de mejoramiento genético.

Por otra parte, a esta especie se la definía como cleistógama (la polinización ocurre cuando la flor es-

tá cerrada, por lo que son de autofecundación estricta). Sin embargo, recientemente Real et al. (2004) demostraron con evidencias reproductivas y moleculares que *Lotononis bainesii* es una especie prevalentemente alógama y que precisa insectos polinizadores (p. e. abejas melíferas) para producir semilla.

Más aún: contando solamente con los polinizadores naturales, se han producido rendimientos de semilla de 25 a 50 kg/há. Existen informes de otros países que reportan producciones superiores, cercanas a 110 kg/há. Otros datos registran producciones de hasta 262 kg/há.

EL PROCESO DE MEJORAMIENTO

En la primavera/verano de 1999/2000, en un invernáculo de INIA Tacuarembó, se realizaron los primeros 581 cruzamientos entre 15 plantas de *Lotononis bainesii*, provenientes de nueve orígenes. Los cruzamientos se hicieron en forma manual, porque en ese entonces se suponía (como lo decía la literatura internacional) que era una especie cleistógama. Se obtuvieron 90 cruzamientos (90 híbridos) diferentes, incluidos los recíprocos y ellos fueron el material base para realizar el proceso de mejoramiento genético que ahora culmina con la liberación del nuevo cultivar INIA Glencoe.

Durante el invierno de 2001, 500 semillas de cada uno de los 90 cruzamientos (o híbridos) fueron evaluados por resistencia al hongo *Fusarium oxysporum*. El hongo utilizado para este procedimiento fue

aislado de suelo superficial pardo-rojizo de la Unidad Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó.

La severidad de la enfermedad fue clasificada en cinco categorías, siendo la categoría 1 la más resistente y la 5 la más susceptible. Luego de cuatro días de incubar la semilla en presencia del hongo, las plántulas en las categorías más resistentes (1 y 2) fueron transplantadas a tarrinas y se las dejó crecer por dos meses en invernáculo.

La diferencia entre los 90 cruzamientos fue altamente significativa, demostrando la gran variabilidad existente en la resistencia frente al patógeno. Sólo 7.209 plántulas de las 45.000 evaluadas pasaron esta prueba. El mejor cruzamiento tuvo 36,7% de plantas resistentes, mientras que el peor cruzamiento tuvo sólo 4,8% de plantas resistentes.

Las plantas de cada cruzamiento que sobrevivieron a la evaluación con el hongo fueron divididas en tres grupos. Dos grupos fueron transplantados a campos de basalto (suelo superficial par-

dres del nuevo cultivar INIA Glencoe (Figura 1).

MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO

En el año 2001 se invitó a un grupo de productores y técnicos de todo el Uruguay a realizar la primera experiencia en mejoramiento genético participativo. Con la formación de este grupo de trabajo se pretendió incorporar la visión del usuario final (los productores) al mejoramiento genético convencional, así como también comenzar a generar la demanda de las nuevas especies.

Este grupo fue muy importante para definir con cuáles especies el INIA procedería a la Segunda Fase de evaluación (de un total de 40 especies) y cuáles se deberían priorizar para su liberación inmediata. Afortunadamente, dado que el mejoramiento genético se encontraba en etapas avanzadas, los productores priorizaron fuertemente al *Lotononis bainesii*.

LIBERACIÓN DE INIA GLENCOE

Siendo el *Lotononis bainesii* cv INIA Glencoe una nueva leguminosa con características particulares (subtropical perenne, estival, estolonífera, etc.), desconocida previamente en el país y con un bajo nivel de difusión a escala internacional, el INIA definió (al menos para los primeros años) una modalidad particular para su liberación, paralela a su política tradicional.

En este sentido, se ha establecido que el INIA realice la validación a nivel productivo simultáneamente con el proceso de multiplicación de semillas, partiendo de semilleros en campos propios y de productores, en este último caso bajo contrato.

Para ello, se definió un proyecto específico, en el que intervienen especialistas del INIA en diversas disciplinas (Fisiología, Semillas, Entomología, Fitopatología, Malezas, etc.). Del mismo modo, a partir de una razonable disponibilidad de semillas, se procederá a la venta directamente en las distintas Estaciones Experimentales del INIA. Ya se han sembrado los primeros semilleros, cuyo producto se destinará fundamentalmente a la validación y nueva multiplicación. ●

Bibliografía

- Altier, N.; Groth, J.V. 1999: Characterization of the fungal population associated with crown and root rot of birds-foot trefoil in Uruguay. *Phytopathology* 89: S2.
- Real, D.; Dalla Rizza, M., Quesenberry, K.H., Echenique, M. 2004: Reproductive and molecular evidence for allogamy in *Lotononis bainesii* Baker. *Crop Science* 44:394-400.

Se pensaba que la especie era cleistógama, esto es de polinización con flor cerrada (lo que lleva a estricta autofecundación). Sin embargo, recientemente se demostró que, en realidad, la especie es alógama y precisa insectos polinizadores para producir semilla ●

Mejoramiento genético realizado en *Lotononis bainesii* CV. INIA Glencoe

Noventa híbridos (a partir de 15 plantas de nueve orígenes) fueron el material base para realizar el proceso de mejoramiento genético que culmina con la liberación del nuevo cultivar INIA Glencoe.

do-rojizo y suelo profundo) en la Unidad Experimental Glencoe, para evaluar producción de forraje. El tercer grupo fue transplantado a baldes con riego en presencia de abejas melíferas en la sede de INIA Tacuarembó, para evaluar el potencial de producción de semilla.

Los cruzamientos en ambos tipos de suelo tuvieron un comportamiento similar y por lo tanto se eligieron los cruzamientos que tuvieron mejor evaluación en ambos tipos de suelo.

La producción de semilla fue altamente variable, existiendo grandes diferencias en cuanto al potencial de producción. El rango de producción fue de 0,17 a 8,72 gramos/balde, con un promedio de 2,03 gramos/balde.

Los 17 cruzamientos con mejor producción de semilla y forraje fueron seleccionados como pa-