



Instituto  
Nacional de  
Investigación  
Agropecuaria

URUGUAY

---

---

---

# ***ORNITHOPUS PINNATUS***

## **CULTIVAR DE INIA**

PROGRAMA NACIONAL  
PASTURAS Y FORRAJES

Unidad Experimental "Glencoe"

16 de Noviembre, 2007

---

## EQUIPO MEJORAMIENTO GENÉTICO

### ***Director Regional INIA Tacuarembó***

Ing. Agr. Ph.D Gustavo Ferreira

### ***Programa Nacional de Pasturas y Forrajes***

Ing. Agr. Ph.D. Walter Ayala – Director Programa

Ing. Agr. Ph.D. Daniel Real

Ing. Agr. Rafael Reyno

Ing. Agr. Javier Do Canto

Téc. Agro. Mauro Zarza

Téc. Agro. Ruben Mérola

Téc. Agro. Ana Viana

Ing. Agr. Ph.D. M. Dalla Rizza

Ing. Agr. Ph.D. Nora Altier

### ***Director de Programa Nacional de Carne y Lana***

Ing. Agr. Ph.D. Fabio Montossi

### ***Gerente de Vinculación Tecnológica***

Ing. Agr. M. Sc. José Silva

### ***Rizobiología (DMS/MGAP)***

Ing. Agr. Santiago Larghero

### ***Asesores Técnicos***

Ing. Agr. MSc. Carlos Rossi

Ing. Agr. MSc. Diego Risso

Ing. Agr. Robin Cuadro

Ing. Agr. Silvana González

Ing. Agr. Doris Astor

Ing. Agr. MSc. R. Alzugaray

Ing. Agr. Martín Jaurena

Ing. Agr. Ph.D. Amalia Ríos

Ing. Agr. Ignacio de Barbieri

Ing. Agr. Carolina Silveira

Ing. Agr. M.Phil. Raúl Bermúdez

40 productores y asesores técnicos integrantes del Grupo de Mejoramiento Genético Participativo en Forrajas

### ***Colaboradores de campo***

Téc. Agro. Máximo Suárez

David Lima

Orosildo Presa

Martín Sosa

Franco Albernaz

Tec. Agrop. Fernando Rovira

### ***Unidad Experimental Glencoe***

Gestor Agrop. Juan C. Levratto

Téc. Agrop. Homero Martínez

Tec. Agrop. Julio C. Frugoni

### ***Unidad Experimental La Magnolia***

Sr. Julio Larronda

Sr. Rúben Baladón

Sr. Julio Martínez

Sr. Juan Antúnez

## Antecedentes del Proyecto de Mejoramiento Genético de Pasturas de INIA Tacuarembó

En 1997, INIA comienza un programa de mejoramiento genético, con el objetivo de liberar al mercado leguminosas forrajeras capaces de producir y persistir en competencia con las comunidades vegetales nativas dominadas por gramíneas y sometidas a pastoreo vacuno y/o lanar. Un programa paralelo en Rhizobiología conducido por el Departamento de Microbiología de Suelos Ministerio Ganadería, Agricultura y Pesca en conjunto con el Centro de Rhizobiología de Australia, aportó los inoculantes necesarios para poder evaluar a las leguminosas con sus respectivas cepas. Desde 1998 al 2000, en la Unidad Experimental Glencoe ubicada en la región de Basalto en Uruguay, se evaluaron a nivel de plantas individuales 326 especies de leguminosas templadas o subtropicales. De estos estudios, 43 especies fueron seleccionadas para pasar a la segunda etapa del programa de mejoramiento genético. Las mismas presentan una diversidad de estrategias productivas que incluye especies anuales y perennes, y templadas y subtropicales. La segunda etapa se lleva a cabo desde el 2002 y culminó en el 2005 seleccionando unas seis especies para comenzar mejoramiento genético y futura liberación al mercado. La selección de las leguminosas forrajeras más promisorias fue realizada mediante el análisis de los datos objetivos de producción desde 1998 y contó con la valoración de 40 productores que conforman el grupo de mejoramiento genético participativo. Dicho grupo de productores ayudó a priorizar las mejores especies para sus sistemas de producción y *Ornithopus pinnatus* fue priorizada.

### Características de la especie

- Especie nativa del Mediterráneo y centro y nor-oeste Europeo
- Ciclo anual invierno - primaveral
- Adaptada a una amplia gama de suelos, desde suelos de basalto superficial rojo, negros y profundos a suelos arenosos. Tolera anegamiento lo que le posibilita una mayor adaptación a diferentes tipos de suelos a diferencia de las otras especies de *Ornithopus* que requieren suelos bien drenados.
- Alta productividad y calidad de forraje
- Excelente producción de semilla
- Alta capacidad de resiembra natural - producción de semilla dura
- Excelente nodulación incluso luego de extensos periodos secos pos-siembra

### Mejoramiento genético

*Ornithopus pinnatus* fue siempre una especie destacada en los suelos de Basalto desde el comienzo de las evaluaciones que comenzaron en 1998, por su excelente resiembra natural y sanidad, características que motivaron la exploración de la variabilidad en la especie y subsiguiente mejoramiento genético que comenzó en 1999 y culminó en el 2003/4. El mismo consistió en seleccionar plantas con las siguientes características:

- a) excelente productividad
- b) ciclo tardío para extender la producción de forraje entrada la primavera
- c) abundante producción de semilla
- d) facilidad de cosecha y procesamiento de semilla
- e) excelente resiembra natural
- f) tolerancia al anegamiento
- g) excelente sanidad

El nuevo cultivar de INIA logra combinar todas estas características y desde el 2004 al 2007 se han realizado 29 ensayos (en diferentes tipos de suelo de distintas áreas agroecológicas) para generar el paquete tecnológico mínimo en la especie. Los ensayos consistieron en evaluar: épocas, métodos y densidades de siembra; cortes a diferentes alturas e intervalos en distintos tipos de suelo en zonas de ganadería extensiva; cepas de *Rhizobium* por Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) y su persistencia en diferentes suelos; producción y procesamiento y calidad de semilla

(Laboratorio de Semillas y Planta de Procesamiento de Semillas de INIA La Estanzuela a cargo del Ing. Agr. M.Sc. C. Rossi); evaluaciones en producción animal.

A continuación, se presentan resultados de: (1) Características de la semilla, establecimiento de semilleros y producción de semilla, (2) Mejoramientos de Campo, (3) Manejo Agronómico, y (4) Producción Animal.

## 1. Características de la semilla, establecimiento de semilleros y producción de semilla

### 1.1. Características de la semilla

El peso de 1000 semillas es de 0.48 grs y el peso de 1000 semillas con artejo, es de 0.94 grs. Se recomienda inocular y sembrar con artejo (sin sacarla del fruto) ya que en el procesamiento de la semilla se obtiene con facilidad, fragmentos con 1 sola semilla. Esta es una característica del cultivar de INIA que no se encuentra presente en otros cultivares y que facilita el procesamiento de semilla y su posterior siembra.

### 1.2 Primera multiplicación (2005)

Sitio: Sede INIA Tacuarembó

Suelo: Areniscas de Tacuarembó

Area: 1188 mts<sup>2</sup>

Tratamientos previos:

- Pastoreo intensos y cortes bajos con cortadora del campo natural
- Desmalezado manual (alecrín, cardilla)

Método de siembra: voleo sobre líneas carpidas

Densidad de siembra: 20 Kg/ha (semilla con artejo)

Fertilización: 80 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (Superconcentrado 0-46-46-0)

Fecha de siembra: 23 de marzo de 2005

El número de plántulas/m<sup>2</sup> a los dos meses de sembrado el semillero fue de 39 y 54 para la ladera baja y alta respectivamente. El semillero no fue pastoreado y al momento de cosecha (principios de diciembre) tenía unos 8000 Kg MS/ha acumulado. La producción de semilla con artejo se presenta en el Cuadro 1.

Las pérdidas a la cosecha fueron minimizadas ya que esta primera multiplicación fue cosechada manualmente por medio de cortes del forraje y acarreo del material para susecado en galpón y posterior trillado y procesamiento de semilla. Igualmente, la cosecha superó los 1000 Kg de semilla con artejo/ha.

### 1.3 Segunda multiplicación (2006).

Sitio: Unidad Experimental Glencoe

Suelo: Basalto medio y profundo

Area: 3 hás.

Tratamientos previos:

- Campo natural
- Mayo 2005 aplicación Glifosato 3 lts/ha
- Noviembre 2005 aplicación 2 lts/ha
- 20 noviembre 2005, siembra Moha
- 30 enero enfardado Moha
- 10 abril pasada disquera destrabada
- 20 abril aplicación Glifosato 2 lts/ha
- 28 abril siembra a 20 Kg/ha semilla c/artejo con sembradora John Deere.

- Fertilización inicial 80 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (Superconcentrado 0-46-46-0)
- 23/08/06 Aplicación 0.5lts/ha Pívor en todo el semillero

Al momento de cosecha, el semillero contaba con 5500 Kg MS/ha aproximadamente. El semillero se cortó e hilero (con segadora de tambores) el 15 de diciembre y el 17 y 18 de diciembre se cosechó con una cosechadora Massey-Harris con recolector. El procesamiento de la semilla se realizó en INIA La Estanzuela y las rendimientos obtenidos se presentan en el Cuadro 1.

Una estimación de la pérdida de semilla debido a la caída previo a la cosecha y a las pérdidas ocurridas durante la cosecha a escala comercial se estimó muestreando la cantidad de semilla que quedó en el suelo pos-cosecha. El promedio de 15 muestras dio 627 Kg semilla/ha, lo cual forma el banco de semilla que le permite tener una excelente resiembra al año siguiente.

Sitio: Unidad Experimental La Magnolia

Suelo: Areniscas de Tacuarembó

Area: 0.8 hás.

Tratamientos previos:

- Campo natural
- 20 abril pasada disquera destrabada
- Principios de mayo: siembra de *O. pinnatus* a 20 Kg/ha semilla con artejo
- Fertilización inicial 80 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (Superconcentrado 0-46-46-0)

En este caso, a pesar de haber buscado mecanismos que permitan un mejor contacto de la semilla con el suelo a través de una pasada de disquera destrabada, esto no significó la eliminación de la competencia para el *O. pinnatus*, el cual al momento de la cosecha se encontraba muy mezclado con el tapiz natural y con menor aporte de la leguminosa. Este componente afectó la producción total de semilla (Cuadro 1) si la comparamos con el semillero de la Unidad Glencoe, el cual fue preparado con tecnología de siembra directa.

**Cuadro 1.** Producción de semilla con artejo limpia por hectárea en semillero de 1<sup>er</sup> año en Sede de INIA Tacuarembó y Unidades Experimentales de Glencoe y la Magnolia (años 2005 y 2006).

|                   | Sede INIA Tacuarembó<br>(2005) | Unidad Exp. Glencoe<br>(2006) | Unidad La Magnolia<br>(2006) |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Sup. (ha)         | 0.12                           | 3                             | 0.8                          |
| Prod. Total (Kg)  | 140                            | 2545                          | 407                          |
| Rend. 1° Kg/ha    | 925                            | 696                           | 413                          |
| Rend. Total Kg/ha | 1178                           | 848                           | 509                          |

Los rendimientos de semilla en semilleros de primer año fueron muy buenos en las tres situaciones, incluso en el semillero de La Magnolia que tuvo una mayor competencia con el campo natural.

#### 1.4 Ensayos de Fecha de cierre para producción de forraje y semilla

A los efectos de evaluar la producción de semilla en función de la época de cierre del semillero, se instalaron tres ensayos (dos sobre semilleros de 1<sup>er</sup> año y el restante sobre semillero de 2<sup>do</sup> año), donde se evaluaron cuatro tratamientos diferentes de fecha de cierre: 1<sup>er</sup>o de agosto, 1<sup>er</sup>o de setiembre, 1<sup>er</sup>o de octubre y sin corte. En cada fecha de cierre, se determinó la producción de forraje al momento del cierre y previo al momento de cosecha se determinó la producción de forraje y producción de semilla (Figuras 1 y 2).

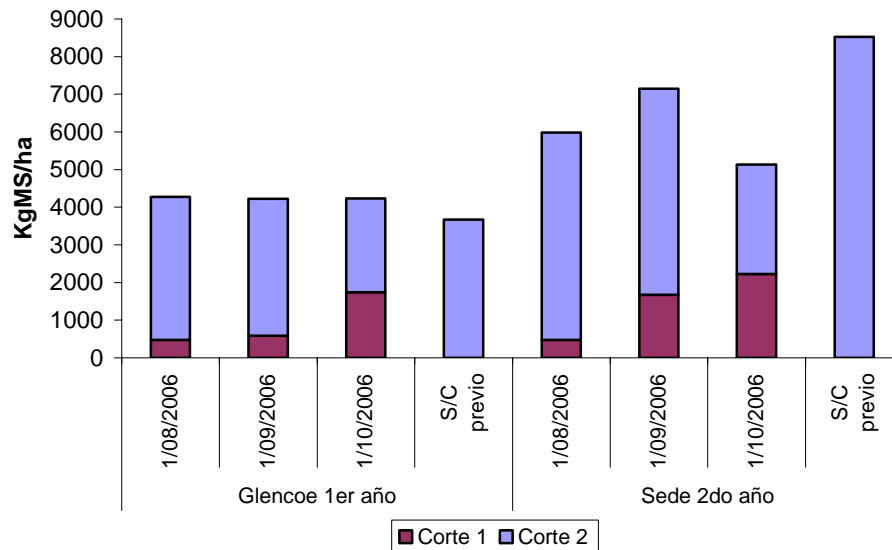


Figura 1. Producción de forraje en semillero de 1er año en Glencoe y de 2do año en Sede de INIA Tacuarembó.



Figura 2. Producción de semilla limpia con artejo por hectárea en semillero de 1er año en Glencoe y de 2do año en Sede de INIA Tacuarembó.

En el caso del semillero de 2<sup>do</sup> año, sobre suelos de areniscas, la mayor producción de semilla se obtuvo con el manejo de cierre del 1<sup>er</sup>o de agosto, no existiendo a pesar de las diferencias cuantitativas, diferencias estadísticas con los tratamientos de cierre de setiembre y sin corte previo. La mayor diferencia (significativa al 5%) es entre el tratamiento de cierre del 1<sup>er</sup>o agosto vs. el cierre del 1<sup>er</sup>o de octubre. En este último caso, principalmente en semilleros de segundo año y más, el desarrollo más temprano de las plantas, hace que expongan mayor cantidad de puntos de crecimiento sobre el horizonte de cosecha del animal o la defoliación mecánica. Esta tendencia también se visualiza, pero en menor medida en los semilleros de primer año. Si bien las diferencias no son significativas, las reducciones

en producción de semilla están en el entorno del 50% comparando los cierres tempranos (agosto y setiembre, además del sin corte) vs. cierre de octubre.

### 1.5 Prueba de aplicación de Herbicidas

#### Prueba aplicación herbicida (hoja ancha)

10/08/06 aplicación Pivot en parcelas en tres dosis 0.25lt/ha, 0.50lt/ha y 0.75 lt/ha.

- *O. pinnatus* fue tolerante a las tres dosis de herbicida aplicados siendo más afectado en crecimiento pos-aplicación en la dosis de 0.75 lts/ha. Cabe mencionar que en las dosis mas altas, en los primeros días pos-aplicación, se observo un efecto menor en algunas hojas jóvenes, el cual fue recuperado rápidamente.
- A los dos meses de la aplicación no había efecto de las tres dosis sobre la producción de forraje de *O. pinnatus*.
- La dosis de 0.25 lt/ha no logró un control eficiente de las malezas, mientras que el tratamiento de 0.75 lt/ha fue la situación más limpia.

### 1.6 Ensayos de remoción de dureza de semilla en INIA La Estanzuela

Se estudiaron diferentes métodos de remoción de dureza de la semilla en semillas “peladas” y en semillas recubiertas por el fruto (semilla con artejo) con el fin de ajustar una técnica para determinar porcentajes de germinación para evaluar la calidad de semilla y también para ver diferentes tratamientos que sirvan para aumentar la germinación de los lotes de semilla (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Germinación en *O. pinnatus* según tratamientos de remoción de dureza.

| ID     | Tratamiento                               | Acond.   | Germinación         |                      |             |                          |
|--------|---|----------|---------------------|----------------------|-------------|--------------------------|
|        |   |          | Plántulas. Norm.(%) | Plántulas. Anorm.(%) | Muertas (%) | Pl.norm + sem. duras (%) |
| T15    | Alternancia húmeda 15/45 (2 semanas)      | Cubierta | 3                   | 1                    | 5           | 95                       |
| T14    | Remojo 40 horas                           | Cubierta | 5                   | 1                    | 2           | 97                       |
| T1     | Testigo                                   | Cubierta | 7                   | 2                    | 3           | 95                       |
| T5     | H <sub>2</sub> O 2 minutos 90 °C          | Cubierta | 12                  | 1                    | 5           | 95                       |
| T4     | H <sub>2</sub> O 1 minuto 90 °C           | Cubierta | 14                  | 2                    | 4           | 97                       |
| T11    | Alternancia 15/45                         | Pelada   | 14                  | 6                    | 47          | 47                       |
| T2     | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 minutos | Cubierta | 15                  | 1                    | 2           | 98                       |
| T3     | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20 minutos | Cubierta | 16                  | 0                    | 4           | 96                       |
| T10    | H <sub>2</sub> O 2 minutos                | Pelada   | 24                  | 4                    | 33          | 55                       |
| T9     | H <sub>2</sub> O 1 minuto                 | Pelada   | 28                  | 6                    | 26          | 68                       |
| T7     | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 minutos | Pelada   | 37                  | 10                   | 51          | 40                       |
| T6     | Testigo                                   | Pelada   | 44                  | 3                    | 1           | 96                       |
| T8     | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20 minutos | Pelada   | 65                  | 14                   | 14          | 73                       |
| T13    | Remojo 20                                 | Pelada   | 70                  | 6                    | 4           | 90                       |
| T12 n2 | Escarificado                              | Pelada   | 90                  | 1                    | 10          | 90                       |
| T12 n1 | Escarificado                              | Pelada   | 90                  | 2                    | 7           | 91                       |

La semilla pelada sin tratamiento alguno tiene un 44% de germinación de plantas normales y al escarificar la semilla, logra un 90% de germinación de plantas normales. Este comportamiento es el esperado en la mayoría de las leguminosas que están comercialmente disponible en Uruguay, por lo tanto si se comercializa semilla pelada esta sería una situación normal.

Sin embargo, INIA recomienda comercializar semilla con artejo (cubierta). La semilla "cubierta" sin tratamiento logra solo un 7% de germinación de plantas normales. Si bien se realizaron tratamientos a la semilla cubierta que lograron duplicar la germinación de plantas normales, sembrar una mayor cantidad de semilla es la alternativa más fácil y segura, por lo tanto se recomienda la siembra de 20kg/ha que logra una buena implantación y da seguridad frente a posibles problemas climáticos que afecten a las semillas que germinaron primero.

## 2. Mejoramientos de campo

El uso principal para esta leguminosa anual invernal es el de mejoramientos de campo en zonas ganaderas. A continuación se detallan los procedimientos realizados para hacer 2 mejoramientos de campo de primer año y uno en el año de su primera resiembra natural.

### Mejoramientos de 1er año

Potrero: 11

Suelo: mezcla basalto superficial, medio y profundo

Area: 45 hás.

Tratamientos previos:

- Campo natural
- Marzo y Abril 2007: arrase con pastoreo ovino y vacuno
- 10 de mayo siembra a 20 Kg/ha semilla c/artejo + 60 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
- Métodos de siembra
  - Voleo (pendular Vicon)

Primeros días de agosto pastoreo de limpieza (90 terneras de 150 Kg durante 20 días).

Potrero: La Reserva

Suelo: mezcla basalto superficial, medio y profundo

Area: 9 hás.

Tratamientos previos:

- Campo natural
- Mayo 2007: con pastoreo ovino y vacuno
- 12 de mayo siembra a 20 Kg/ha semilla c/artejo + 60 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
- Métodos de siembra
  - Voleo (pendular Vicon).
- Posterior a la siembra se pastoreo con alta carga de ovinos (300 ovejas durante 14 días) buscando mejorar el contacto semilla suelo.

A fines de julio pastoreo con vacas de cría (150 vacas durante 10 días).

Setiembre pastoreo con vacas de cría (100 vacas durante 7 días).

### Mejoramiento de 2do año

Potrero: Picada 2.

Suelo: mezcla basalto superficial y medio

Area: 1.65 hás.

Tratamientos previos:

- Campo natural
- Marzo 2006: arrase con pastoreo ovino y vacuno
- 4 de mayo 2006 siembra a 20 Kg/ha semilla c/artejo + 60 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
- Métodos de siembra
  - Voleo (pendular Vicon) en 0.8 hás.
  - Semilla al surco con mínima presión (sembradora directa John Deere) en 0.8 hás.
- Pastoreo de limpieza en otoño 2007



- Pastoreo invernal (90 terneras de 150 Kg durante 7 días).

El cuadro 3 presenta los resultados del número de plantas/m<sup>2</sup> en los tres mejoramientos detallados anteriormente y en dos coberturas realizadas sobre suelos de Cristalino.

Cuadro 3. Cuento de plántulas /m<sup>2</sup> en mejoramiento de 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> año.

| Mejoramiento   | Fecha    | n° plantas/m <sup>2</sup> |
|--|----------|---------------------------|
| 1 <sup>er</sup> año<br>Potrero 11: 45 ha                 | 30/05/07 | 83                        |
|  | 24/07/07 | 185                       |
| 1 <sup>er</sup> año<br>Potrero La Reserva: 9 ha          | 01/06/07 | 25                        |
|  | 25/07/07 | 110                       |
| 2 <sup>do</sup> año<br>Potrero: Picada 2: 1.65 ha        | 08/05/06 | 36                        |
|  | 28/06/06 | 247                       |
| 1 <sup>er</sup> año<br>Sociedad Fomento Flores: 6 ha     | 29/06/07 | 11                        |
|  | 14/08/07 | 78                        |
| 1 <sup>er</sup> año<br>Asociación Rural de Florida: 5 ha | 28/06/07 | 22                        |
|  | 14/08/07 | 285                       |

La dureza de la semilla explica una germinación despereja luego de la siembra; a medida que transcurre el tiempo en el suelo, se rompe la dureza y de esta forma se producen nuevas tandas de germinación.

La formación de un buen banco de semilla es muy importante en el primer año para garantizar buenas resiembras naturales los años subsiguientes. Esta especie no germina durante el verano y comienza a germinar en el otoño. Esta característica le posibilita mantener una reserva de la semilla en el suelo que no es disminuida por secas de verano.

### 3. Manejo Agronómico

#### 3.1 Implantación. Ensayo de fechas de siembra x métodos x densidades

Buscando evaluar la implantación de coberturas de *O. pinnatus* bajo diferentes tipos de suelo en zonas de ganadería extensiva, se diseñó un experimento en el cual se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

- Fechas de siembra
  - 15 Febrero
  - 15 Marzo
  - 15 Abril
  - 15 Mayo
  - 15 Junio
- Métodos de siembra
  - Líneas carpadas

- Voleo
- Densidades
  - 10 Kg semilla con artejo /ha
  - 20 Kg semilla con artejo /ha

En el cuadro 4, se presentan los conteos de plántulas realizados en el invierno del primer año para cada variable y en cada zona. La presencia de una mayor cantidad de plantas en etapas tempranas, está asociado al aporte temprano de la pastura en su primer año de establecimiento. Los resultados muestran una marcada diferencia entre métodos (línea vs. voleo) y entre densidades (10 vs. 20 Kg semilla con artejo/ha). También se observa una tendencia a mayor presencia invernal de plántulas cuanto más temprano fue sembrada la pastura, siendo esta una diferencia menos marcada.

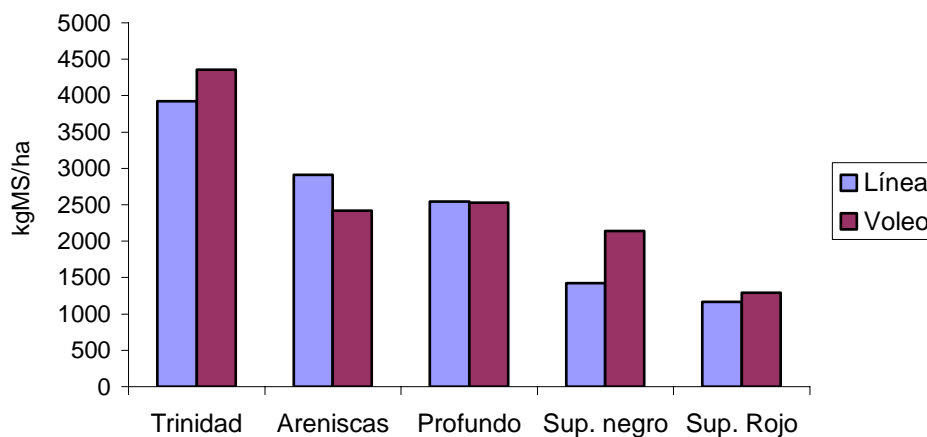
**Cuadro 4.** Conteo de plántulas /m<sup>2</sup> (en 1<sup>er</sup> año).

|         | Basalto Prof. | Basalto SN | Basalto SR | Areniscas | Cristalino | Promedios |
|---------|---------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| Línea   | 617           | 159        | 214        | 388       | 273        | 330       |
| Voleo   | 314           | 188        | 68         | 190       | 153        | 183       |
| 10 kg   | 316           | 101        | 78         | 194       | 151        | 168       |
| 20 kg   | 616           | 246        | 204        | 383       | 275        | 345       |
| Febrero | 532           | 294        | 245        | 339       | 241        | 330       |
| Marzo   | 700           | 217        | 223        | 368       | 246        | 351       |
| Abril   | 569           | 235        | 137        | 330       | 182        | 291       |
| Mayo    | 361           | 92         | 65         | 288       | 248        | 211       |
| Junio   | 166           | 29         | 36         | 118       | 150        | 100       |

Nota: conteo realizado entre el 5 y el 20 de julio.

Cuando analizamos la producción invierno-primaveral del mejoramiento descomponiendo la información por variable, se observan reducidas a nulas diferencias entre métodos (Línea vs. Voleo), presentando diferencias entre sitios (Figura 3).

La misma observación puede hacerse para el caso de las densidades, donde la diferencia inicial no se ve reflejada cuando es evaluada la producción total al final de la primavera, evidenciando un aporte más tardío en aquellas densidades menores (Figura 4).



**Figura 3.** Producción de la cobertura (Invierno-Primavera 1<sup>er</sup> año) según método de siembra.

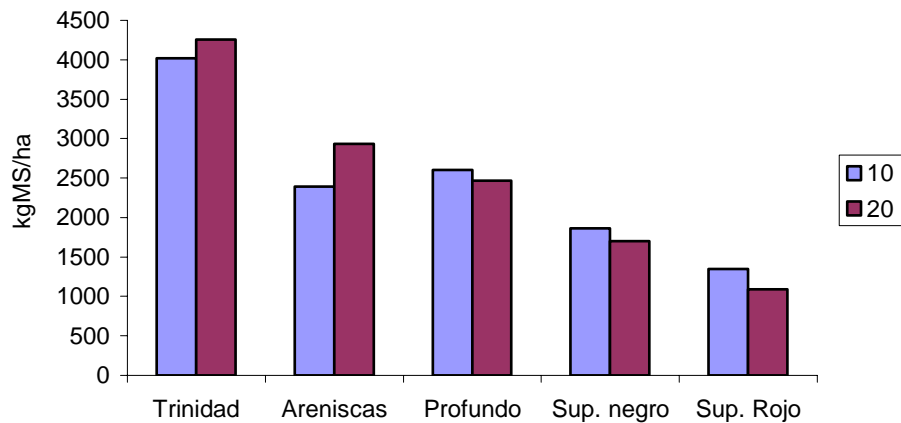


Figura 4. Producción de la cobertura (Invierno-Primavera 1<sup>er</sup> año) según densidad de siembra.

En cuanto a las fechas de siembra, se observa en general, un mejor comportamiento en cuanto a número de plántulas y producción de la cobertura en las fechas de febrero y marzo, disminuyendo gradualmente cuanto más tardías las siembras (Figura 5). Este factor puede estar asociado a una mayor pérdida de dureza de las semillas al pasar más tiempo expuestas a altas temperaturas (fines de verano) que aquellas siembras de otoño.

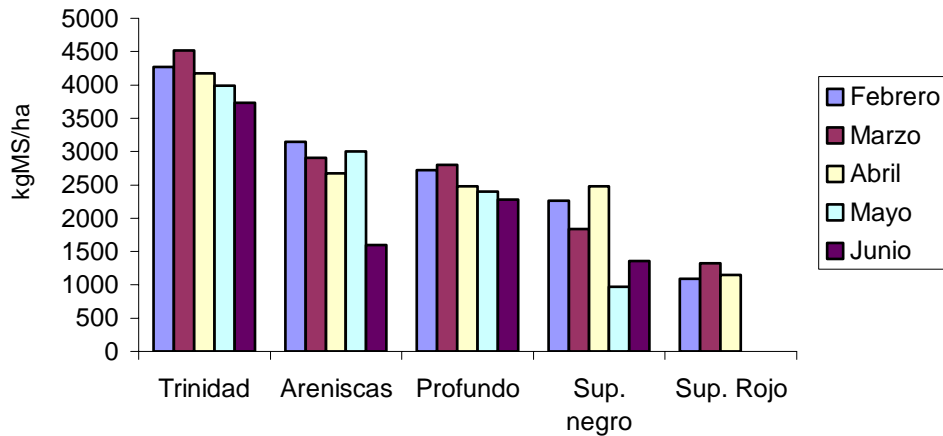


Figura 5. Producción de la cobertura (Invierno-Primavera 1<sup>er</sup> año) según fecha de siembra.

En determinaciones realizadas durante el invierno del segundo año (fines de julio – principios de agosto), no se observaron diferencias en cristalino y areniscas entre métodos, densidades y fechas de siembra. Estos aspectos estarían influenciando únicamente durante el año de implantación (Figura 6). Para ambos casos el aporte de leguminosa en la disponibilidad resultó en el entorno del 17%.

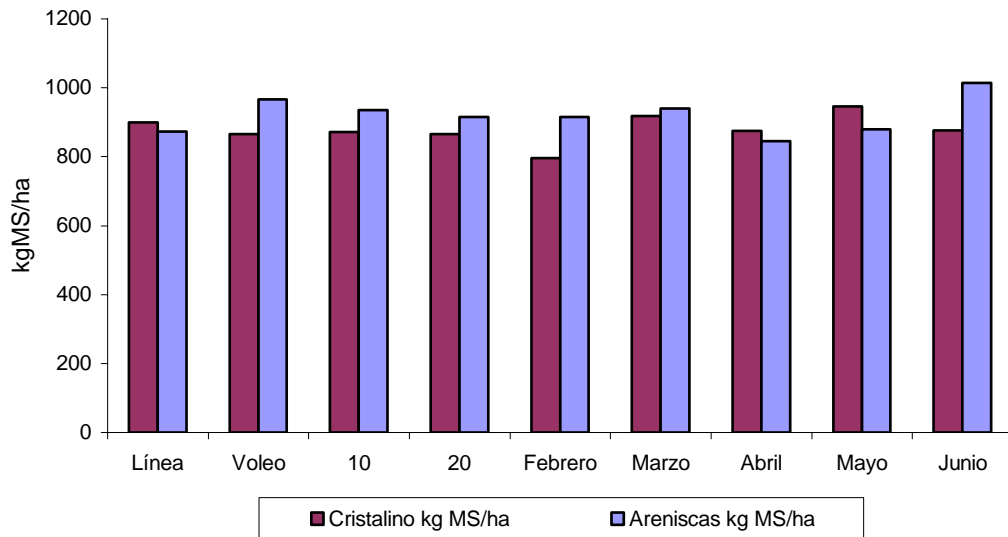


Figura 6. Disponibilidad de la cobertura (a fines de Julio del 2<sup>do</sup> año) en kgMS/ha según método, densidad y fecha de siembra para suelos de Cristalino y Areniscas.

### 3.2 Fertilización Fosfatada

Suelo: medio de basalto

Fecha de siembra: 26/04/05

Densidad de siembra: 20 Kg/ha (semilla con artejo)

Método de siembra: voleo

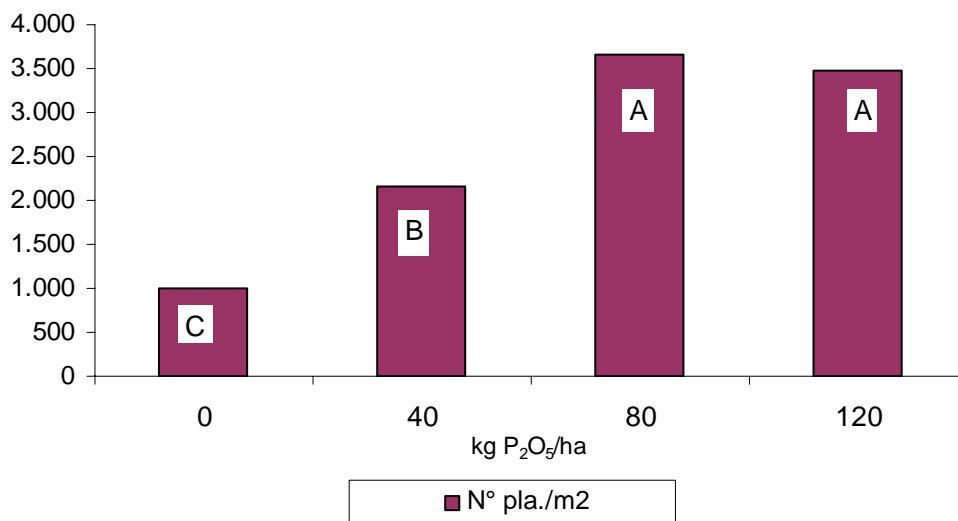
Fertilizante utilizado: Superconcentrado 0-46-46-0

Cuadro 5. Tratamientos de fertilización fosfatada a la siembra en cobertura de 1<sup>er</sup> año.

| Niveles de Fertilización                            |                           |          |               |
|---|---------------------------|----------|---------------|
| Tratamientos (Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha) | Profundidad de suelo (cm) | Kg MS/ha | Kg MS leg./ha |
| 0   | 37                        | 1464     | 195 d         |
| 40  | 39                        | 2576     | 850 c         |
| 80  | 33                        | 2663     | 1802 b        |
| 120   | 38                        | 3464     | 2506 a        |

Nota: letras diferentes indican diferencias significativas  $p < 0.05$

Existe una marcada diferencia en la contribución al 1<sup>er</sup> año del *O. pinnatus* en función del nivel de fertilización fosfatada. En este caso, sigue existiendo respuesta significativa incluso con niveles de fertilización de 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Esta mayor contribución inicial, se ve reflejada en el número de plántulas al segundo año, producto de la mayor floración y semillazón inicial (Figura 7).



**Figura 7.** Conteo de plántulas por m<sup>2</sup> de resiembra natural al 2<sup>do</sup> año. (Nota: letras diferentes indican diferencias significativas p<0.05).

A pesar de las diferencias observadas en el primer año para los niveles de fertilización de 80 y 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, esa diferencia en contribución inicial de forraje no se reflejó en una mayor cantidad de plántulas al segundo año. En el caso de 80 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha de fertilización inicial, la semillazón fue abundante equiparando al reclutamiento de plántulas del tratamiento de 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, siendo las diferencias observadas entre ambos tratamientos no significativas.

La producción de forraje total y de *O. pinnatus* según nivel de fertilización inicial y refertilización se presenta en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Producción de forraje total y de *O. pinnatus* según nivel de fertilización inicial y refertilización

| Fert. Inicial | Refert . | 2005     |              | 2006     |              | Resumen 2005 y 2006                    |          |              |
|---------------|----------|----------|--------------|----------|--------------|--|----------|--------------|
|               |          | Kg MS/ha | Kg MS leg/ha | Kg MS/ha | Kg MS leg/ha | Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total | Kg MS/ha | Kg MS leg/ha |
| 0             | 0        | 1464     | 195          | 3730     | 485          | 0                                      | 5194     | 680          |
| 40            | 40       | 2576     | 850          | 3991     | 2594         | 80                                     | 6567     | 3444         |
| 40            | 80       | 2576     | 850          | 3975     | 2584         | 120                                    | 6550     | 3434         |
| 80            | 40       | 2663     | 1802         | 4551     | 3322         | 120                                    | 7214     | 5124         |
| 80            | 80       | 2663     | 1802         | 4277     | 3122         | 160                                    | 6940     | 4925         |
| 120           | 40       | 3464     | 2506         | 4525     | 3620         | 160                                    | 7989     | 6126         |
| 120           | 80       | 3464     | 2506         | 4283     | 3426         | 200                                    | 7747     | 5932         |

En el segundo año, cada uno de los tratamientos iniciales con fertilización (40, 80 y 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) fueron refertilizados con dos dosis diferentes (40 y 80 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). En este caso, no se observaron diferencias en producción total de la cobertura y en particular de la leguminosa para ambas dosis (refertilización), pero si se observó una pequeña tendencia a una mayor producción reflejo del efecto de la fertilización inicial, que provocó diferencias en el número de plántulas con que al segundo año comenzó cada uno de los distintos tratamientos. En base a esta información preliminar parece más importante la fertilización inicial, buscando lograr una buena implantación, producción y semillazón al primer año, más que las refertilizaciones en años posteriores.

### 3.3 Tasa de crecimiento, estacionalidad y manejo de la defoliación.

La producción total en invierno-primavera se presenta en la Figura 8 para 2 mejoramientos de primer año (Glencoe y La Magnolia) y uno de segundo año (Sede de INIA Tacuarembó).

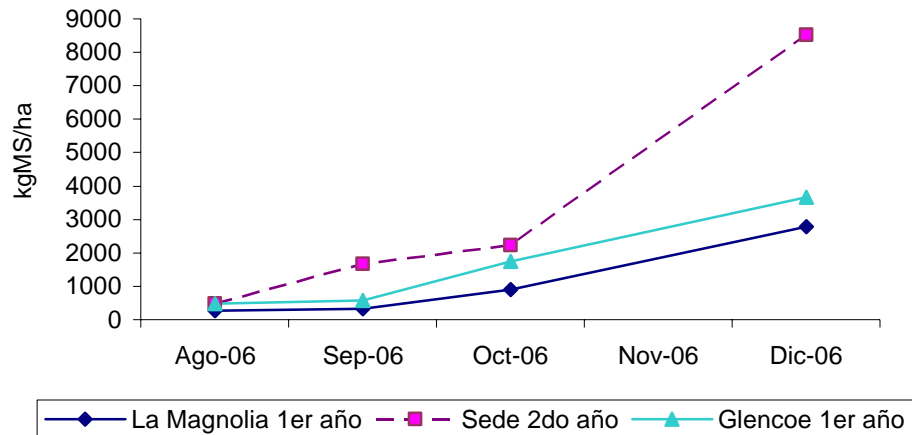


Figura 8. Producción total de invierno-primavera en suelo de basalto y areniscas.

El *O. pinnatus* luego del primer año y habiendo permitido una buena semillazón, hace un aporte importante de forraje a partir del segundo año, con aportes invernales entre 1000 y 2000 Kg MS/ha (Figuras 8 y 9), dependiendo del tipo de suelo y las condiciones ambientales.

Además es una especie que presenta un crecimiento explosivo a inicios de primavera, característica que la destaca dentro de las especies del género. Este marcado crecimiento de inicios de primavera (Figuras 9 y 10), alcanza valores que en el caso de las tasas de rebrote puede ser de 70-80 Kg MS/ha/día en pasturas puras de 2<sup>do</sup> año.

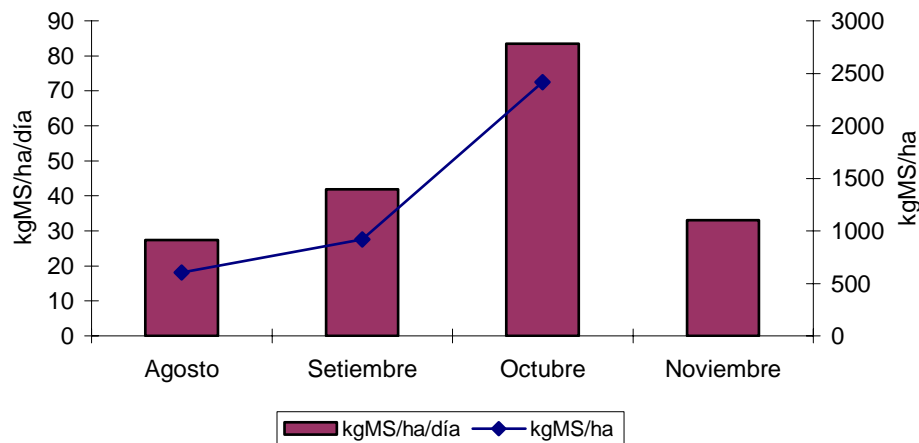


Figura 9. Crecimiento acumulado (kg MS/ha) y tasa de rebrote (kg MS/ha/día) del semillero U.E. Glencoe a la fecha (año 2007).

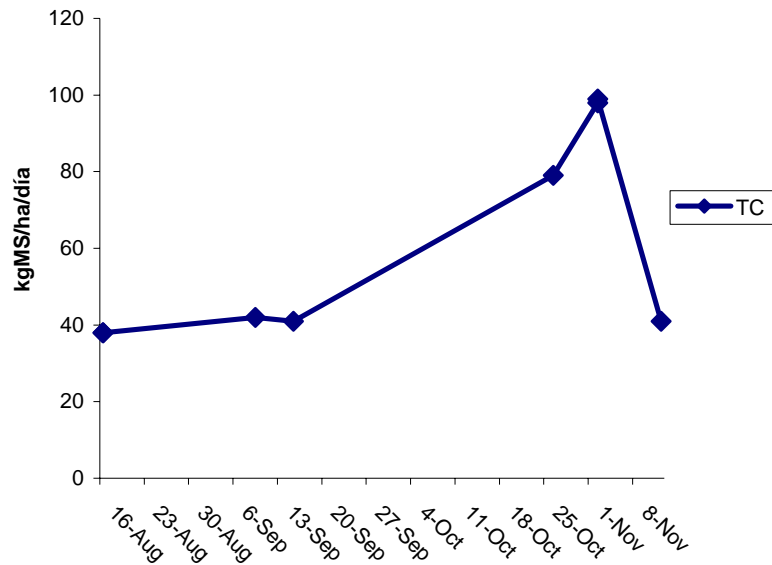


Figura 10. Determinación de Tasa de Crecimiento de 10 ensayos durante los años 2005 y 2006.

Estas altas tasas, tanto de rebrote como de crecimiento que se observan principalmente en octubre, está asociado al comienzo de la etapa reproductiva donde se hace notorio la elongación de los tallos y la presencia de floración. El hábito postrado de crecimiento de la especie, permitiría seguir haciendo utilización de la pastura ya que cierta proporción de flores quedarían bajo el horizonte de cosecha del animal.

En la Figura 11, se puede observar la concentración de forraje que realiza la planta en los primeros centímetros, lo cual se encuentra asociado al hábito de crecimiento y es una característica que le permite tener una mejor adaptación a las condiciones de pastoreo extensivo o de uso semi-extensivo del mejoramiento.

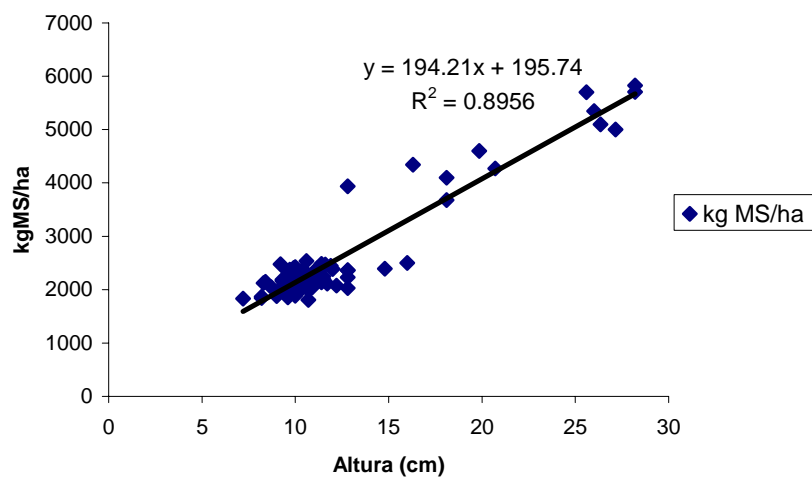


Figura 11. Correlación entre disponibilidad de forraje y altura de regla en primavera.

Desde una altura de forraje disponible de 5 o 6 cm, cada cm equivale a unos 200kg MS/ha.

En el cuadro 7, se presenta la información correspondiente al manejo de defoliación durante tres años en una siembra en cobertura de *O. pinnatus* sobre un suelo superficial rojo de basalto, con la siguiente información complementaria de la cobertura:

Fecha de siembra: 26/04/05  
 Densidad de siembra: 20 Kg/ha (semilla con artejo)  
 Método: Voleo  
 Fertilización inicial: 60 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha  
 Corte de rendimiento: remanente 3 cm

**Cuadro 7.** Manejo de defoliación *Ornithopus pinnatus*: 2005 y 2006.

| Manejo de la defoliación de Mejoramiento de campo de <i>O. pinnatus</i> en suelo superficial rojo de basalto   |                     |          |               |          |               |           |               |                             |               |
|--|---------------------|----------|---------------|----------|---------------|-----------|---------------|-----------------------------|---------------|
|  |                     | Año 2005 |               | Año 2006 |               | Año 2007* |               | Año 1+2                     |               |
| Tratamiento  | Prof. de suelo (cm) | Kg MS/ha | Kg MS leg./ha | KgMS/ha  | Kg MS leg./ha | KgMS/ha   | Kg MS leg./ha | KgMS/ha                     | Kg MS leg./ha |
| 1 corte  | 18                  | 2106     | 1122          | 2290     | 1489          |           |               | 4396                        | 2610          |
| 2 cortes   | 13                  | 1916     | 1044          | 2011     | 1140          | 978       | 215           | 3927                        | 2185          |
| 4 cortes   | 15                  | 2635     | 1579          | 2059     | 1097          | 2554      | 1226          | 4693                        | 2677          |
| Campo natural Inv+Prim.  |                     | 1367     | 68            | 1367     | 68            | 1367      | 68            | 2734                        | 137           |
| Nota: La producción de campo natural y la distribución estacional corresponden a 15 años de registros en la U.E. Glencoe. Serie histórica 1980-1994 (Berretta, Risso y Bemhaja).<br>1 corte: corresponde a fin de primavera<br>2 cortes: 1 fin de invierno y fin de primavera<br>4 cortes: 2 de invierno y 2 de primavera<br>* Incluye solo algunos cortes |                     |          |               |          |               |           |               | 159%                        | 3174%         |
|  |                     |          |               |          |               |           |               | Prod. Incremental Op Vs. CN |               |

Existe un marcado aumento en la productividad total de la pastura en el período de invierno-primavera, comparando entre la cobertura y la producción histórica de un campo natural de esas características. Comparando únicamente los años 1 y 2, el aumento en productividad es del entorno de 160% (4693 vs. 2734 Kg MS/ha), con un aporte de leguminosa de 2677 Kg MS ha de *O. pinnatus* vs. 137 Kg MS/ha de leguminosas nativas para el mismo período, lo que se traduce en un cambio cuantitativo y cualitativo enorme de la pastura.

Estas diferencias, se observan también con la información presentada en el Cuadro 8

**Cuadro 8.** Distribución estacional en suelo superficial rojo de basalto.

| Distribución estacional del Mejoramiento de <i>O. pinnatus</i> y el Campo Natural en Kg MS/ha |               |                         |               |                      |               |
|---|---------------|-------------------------|---------------|----------------------|---------------|
| Invierno (2005 y 2006)  |               | Primavera (2005 y 2006) |               | Invierno + Primavera |               |
| <i>O. pinnatus</i>  | Campo natural | <i>O. pinnatus</i>      | Campo natural | <i>O. pinnatus</i>   | Campo natural |
| 822   | 453           | 2045                    | 914           | 2867                 | 1367          |
| 181%  |               | 224%                    |               | 210%                 |               |

La producción invernal de un mejoramiento con *O. pinnatus* es 180% mayor que la producción de un campo natural sin siembra de la leguminosa y considerando ambas estaciones (invierno y primavera, la producción se incrementa en 210%. Comparando la producción de forraje del mejoramiento con los máximos y mínimos producidos por el campo natural en los registros de 15 años, observamos que en invierno y primavera los mínimos registrados fueron 222 y 448 kgMS/ha (año 1989) respectivamente, mientras que las máximas producciones fueron de 759 y 1533 kgMS/ha para invierno y primavera respectivamente (año 1986). Tomando estos registros máximos, en invierno el mejoramiento alcanzó una producción 10% superior (aproximadamente), mientras que en primavera el incremento sobre la máxima producción registrada fue de 33%.



### 3.4 Calidad de Forraje

Esta especie es de muy alta calidad (Figura 12) y si bien su aporte de forraje lo hace principalmente a fines de Invierno y Primavera, la calidad le permite tener usos en producción animal estratégicos para diferentes categorías de animales.

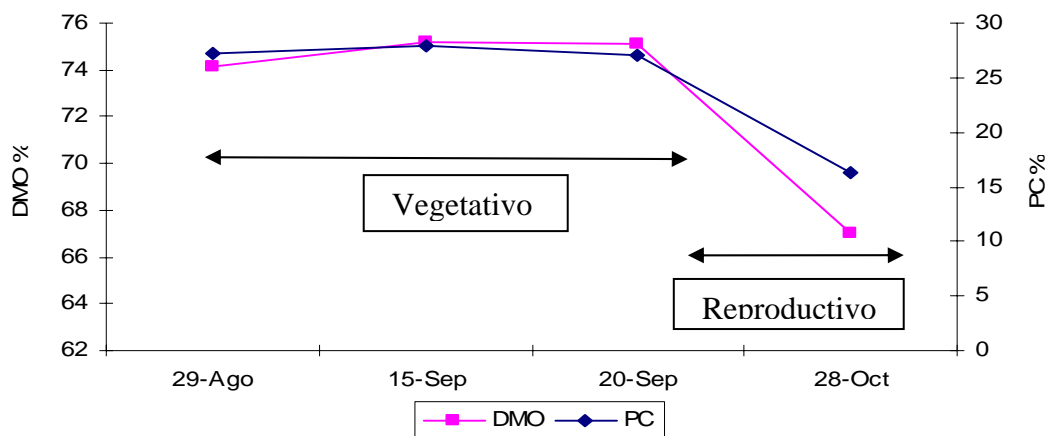


Figura 12. Digestibilidad de la materia orgánica y contenido de Proteína Cruda según estado fisiológico.

Análisis realizados en siembras puras (semilleros o mejoramientos de alta proporción de leguminosa) durante dos años han demostrado la muy buena calidad de la especie. Se obtuvieron valores de Proteína cruda (PC) de 27% en estado vegetativo y del entorno de 17% en estado reproductivo. Comportamiento similar se observa para la información de digestibilidad de la materia orgánica donde oscila entre 74-75% en estado vegetativo y 65-66% en estado reproductivo. Estos resultados están influenciados por el hábito de crecimiento de la especie, ya que durante su etapa vegetativa, mantiene un hábito postrado ofreciendo al animal una muy alta proporción de hojas, mostrando así los elevados porcentajes de PC y DMO en ese momento. Al cambiar de estado fisiológico y modificar las proporciones de hoja y tallo ofrecidos al animal, los porcentajes de PC y DMO disminuyen, asociado también al estado de madurez de las plantas.

### 3.5 Fijación Biológica de Nitrógeno

Ya se cuenta con inoculante comercial para el *O. pinnatus* que es el mismo que el inoculante específico comercialmente disponible para *Ornithopus compressus*. Dicho inoculante (*Bradyrhizobium* spp.) es altamente persistente, registrándose sobrevivencias durante cuatro años en suelos donde la temperatura en verano excedió los 40°C, y donde las condiciones de humedad fueron extremadamente bajas (*O. compressus*). En ninguna de las siembras realizadas se observaron problemas de nodulación en *O. pinnatus*.

## 4. Producción Animal

El Objetivo del presente ensayo de producción animal fue el de evaluar el comportamiento de la leguminosa *Ornithopus pinnatus* (cv de INIA) bajo pastoreo con corderas Corriedale puras y Corriedale \* Merino Dohne y terneras Hereford.

Materiales y Métodos:

Duración: 60 días (20/09/07 al 16/11/07).

Animales: 30 corderas, 12 Corriedale puras y 18 cruce Corriedale (50%) \* Merino Dohne (50%)

4 terneras Hereford

Peso vivo promedio inicial (corderas):  $32.4 \pm 4.2$  Kg

Peso vivo promedio inicial (Terneras):  $144 \text{ Kg} \pm 0.5$  Kg

Base Forrajera: Semillero de *Ornithopus pinnatus* (cv. de INIA) de 2do año.

Área utilizada: 2.6 has.

Carga actual: 665 Kg PV/ha (Aprox. 1.75 UG/ha).

Sistema de Pastoreo: Rotativo (3 parcelas, 10 días en cada una) con 15 corderas y 2 terneras y Continuo con 15 corderas y 2 terneras. Las terneras comenzaron el pastoreo a partir del 11 de octubre, resultado en un aumento de carga de 221 Kg PV/ha.

## Resultados

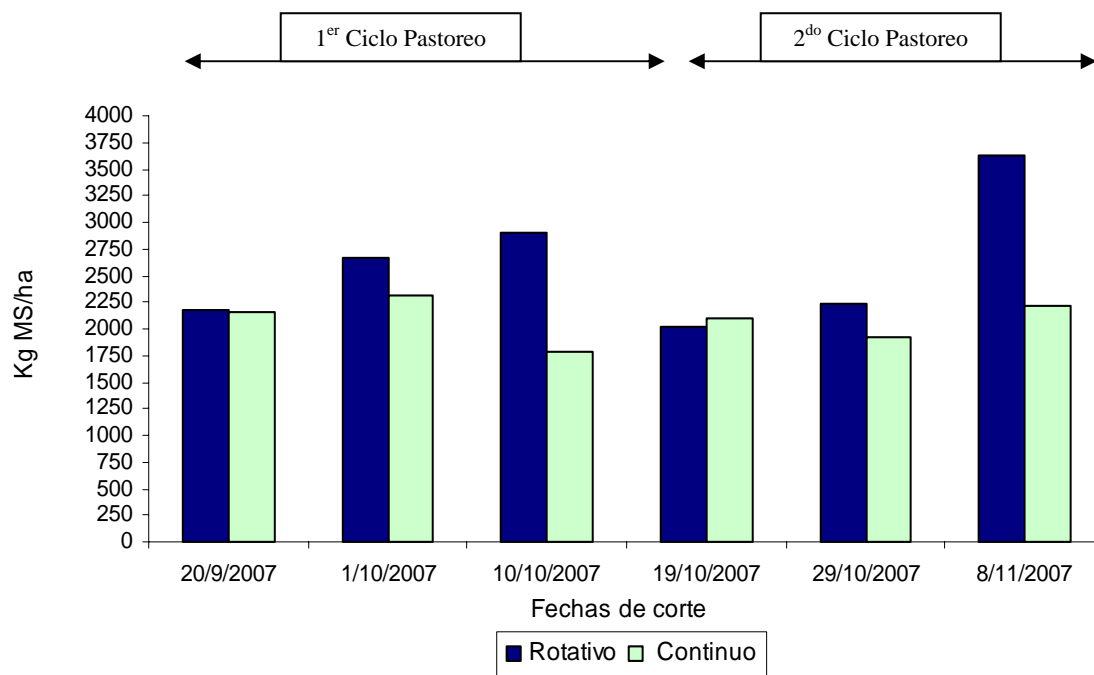


Figura 13. Evolución de la disponibilidad de *Ornithopus pinnatus* según sistema de pastoreo.

Según muestra la Figura 13, tanto para el pastoreo continuo como para el rotativo, las corderas y terneras (a partir del 10/10) consumieron el crecimiento de la pastura, visualizando esto en la disponibilidad similar de ambos tratamientos al mes de comenzado el experimento. Se observó una diferencia menor en cuanto a la composición botánica en ambos tratamientos, siendo menor el componente leguminosa en la parcela de pastoreo continuo (75% inicial versus 46% al 10/10/07) debido a una mayor selectividad de los animales, luego de finalizado el primer ciclo de pastoreo (30 días de evaluación). Esta diferencia continuó incrementándose, en el pastoreo continuo donde el porcentaje de leguminosas fue del 30% al 29/10, siendo del 60% en el sistema rotativo a la misma fecha (Figura 14).

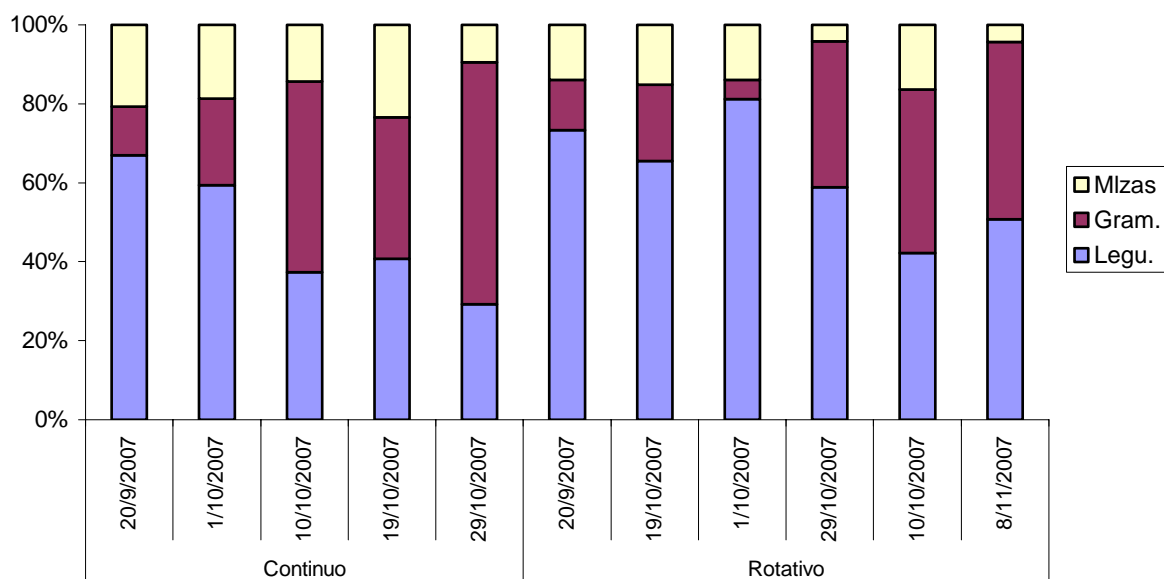


Figura 14. Evolución de la composición botánica según sistema de pastoreo.

El Cuadro 9 y Figura 15 presenta los resultados de ganancia diaria por animal y por día para las corderas.

**Cuadro 9.** Evolución del peso vivo y ganancia diaria según del sistema de alimentación sobre la performance de las corderas.

| Variables   | Rotativo | Continuo |
|---|----------|----------|
| PVLI in (Kg) – 20/09/07                             | 32.2     | 32.6     |
| PVLI (Kg) – 18/10/07                                | 38.6     | 38.5     |
| GMD (kg/a/d)  | 0.229    | 0.214    |
| Peso vivo y ganancia de todo el periodo pos-esquila |          |          |
| PVLI (kg) – 03/11/07                                | 38.2     | 37.1     |
| GMD (kg/a/d) pos-esquila                            | 0.119    | 0.040    |
| GMD (kg/a/d) total                                  | 0.127    | 0.111    |

Nota: Las corderas fueron esquiladas el 19-oct, un día después de la determinación de peso vivo anterior. Para calcular las ganancias de este período se utilizó el peso de vellón y se asumió que la lana barriga constituye un 9% del peso total del vellón.

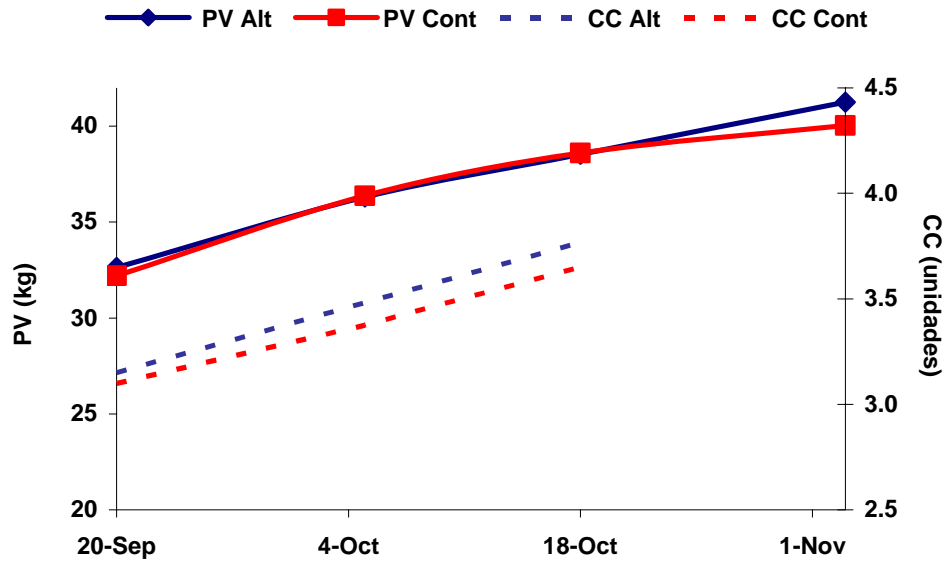


Figura 15. Evolución de peso vivo y condición corporal en corderas.

Según se observa en el Cuadro 9, las ganancias diarias y el peso vivo de las corderas sufrieron una marcada disminución como producto de la esquila. Sin embargo, analizando el período total (desde inicio del pastoreo) las ganancias en el sistema rotativo mantuvieron una leve superioridad sobre el continuo, efecto que podría estar asociado a la diferencia en composición botánica entre ambos sistemas de pastoreo.

Como se observa en el Cuadro 10, las terneras mostraron una evolución más que satisfactoria en cuanto a sus ganancias diarias y por ende en la evolución de peso vivo luego de 40 días de pastoreo. El aumento de peso vivo promedio de las terneras en el período de pastoreo resultó de 49 Kg, con una ganancia diaria promedio de 1.201 Kg/animal/día.

Cuadro 10. Evolución del peso vivo y ganancia diaria de terneras

|          | 27/9/2007 | 23/10/2007 | 7/11/2007 |               |
|----------|-----------|------------|-----------|---------------|
| CARAVANA | PV0       | PV1        | PV2       |               |
| 2461     | 145       | 183        | 208       |               |
| 2484     | 143       | 170        | 187       |               |
| 2583     | 144       | 177,5      | 192       |               |
| 2586     | 144       | 173,5      | 186       |               |
| Promedio | 144       | 176        | 193       |               |
|          |           | GPV 1-0    | GPV 2-1   | GPV 2-0 Total |
|          |           | 1,231      | 1,150     | 1,201         |

Los resultados preliminares de este experimento, muestran un interesante potencial en el uso de *O. pinnatus* para la producción animal debido fundamentalmente a su aporte de calidad para la dieta animal. De todos modos, estos resultados reflejan una situación particular de la pastura y de utilización de la misma y mayor información debe ser analizada para aportar más elementos a las conclusiones que se alcancen en este experimento así como para la integración de esta forrajera en los sistemas de producción ganadera extensiva.

## Consideraciones finales

- El cultivar INIA de *Ornithopus pinnatus* presenta las siguientes características:
  - Adaptación a una amplia gama de suelos desde Basaltos profundos a superficiales, Cristalino y Areniscas.
  - Muy buena calidad de forraje y de alta palatabilidad que le permite usos estratégicos para producción animal en invierno y primavera.
  - Comienza su floración a mediados de Octubre y es el cultivar disponible de floración más tardía para la especie. Esta característica le permite mantener su mayor uso entrado la primavera con mayor calidad de forraje.
  - Muy buena sanidad, no ha presentado hasta la fecha ningún problema sanitario.
  - Alta producción de semilla, alta tasa de multiplicación y por lo tanto alta resiembra natural.
  - La facilidad con que los artejos se dividen en sus segmentos es una característica particular del cultivar (no de la especie) que le permite a la hora de la cosecha una muy fácil trilla y en consecuencia se obtiene un producto de fácil procesamiento, homogéneo y de muy sencilla siembra a pesar de la presencia del artejo.
  - La semilla con artejos es de fácil inoculación y siembra. Las siembras de semilla con artejo han sido exitosas en todos los ensayos y mejoramientos realizados desde el 2003 a la fecha.
- En un contexto de intensificación de la ganadería nacional, con un mayor crecimiento relativo hacia las regiones más extensivas (particularmente de la invernada sobre opciones forrajeras ya disponibles comercialmente), esta especie y en particular la variedad a liberar cumpliría un rol fundamental en promover los procesos de recría y cría bovina, donde el desafío estará ligado a aumentar la capacidad de carga de los suelos más marginales.