

# CRECIMIENTO ESTACIONAL DE FORRAJE DE PASTURAS Y PASTIZALES NATURALES PARA EL SUDESTE BONAERENSE

Agnusdei, M.G., Colabelli, M. R. y Fernández Grecco, R.C. 2001. INTA EEA Balcarce – Boletín Técnico 152:1-17.

Grupo Producción y Utilización de Pasturas, Unidad Integrada Balcarce, EEA Balcarce (INTA) y Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP)

Este trabajo fue realizado con el apoyo de las siguientes instituciones:  
INTA: Plan de Trabajo N° 077 de la EEA Balcarce y Proyecto estratégico de investigación en Reservas forrajeras de alta calidad.

UNMdP: Proyectos 29/93 – AGR 29 y 15/A075 de la FCA de Balcarce.

AACREA: Regiones CREA Sudeste y Mar y Sierras de la Pcia de Bs. As.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Pasturas naturales](#)

Palabras clave: balance forrajero, crecimiento estacional, pasturas, pastizales, verdeos de invierno.

*Keywords: seasonal growth, pastures, grasslands, winterforage crop, forage balance.*

## I - II. RESUMEN

La información disponible sobre patrones de crecimiento estacional de forraje para el sudeste bonaerense es escasa, y en la mayoría de los casos se ha restringido a evaluaciones realizadas sobre especies y cultivares de pasturas monofíticas. Por otra parte, esta información no puede ser transferida en forma directa para representar la producción y el crecimiento estacional de forraje de las pasturas consociadas entre gramíneas y leguminosas que mayoritariamente se utilizan en la región. En este trabajo se describe la dinámica estacional del crecimiento de forraje de pasturas, pastizales naturales y verdeos de invierno utilizados en la región para la producción animal, y se cuantifican las modificaciones que sobre ellos introduce la nutrición mineral (fosfatada y/o nitrogenada). Se presentan resultados de experimentos realizados en campos de productores de las localidades de Tandil, Pieres, Chascomús, Rauch, Ayacucho, y Gral. Madariaga y de experimentos detallados conducidos en la EEA Balcarce del INTA. Los resultados obtenidos aportan elementos básicos para la presupuestación de la oferta de nutrientes para el ganado y para el desarrollo de cadenas forrajeras estratégicas a través de la combinación de diferentes recursos y alternativas de fertilización.

## III. INTRODUCCIÓN

La mayor proporción de nutrientes sobre la que se sustenta la ganadería de Argentina proviene de la cosecha directa del forraje producido por pastizales naturales y pasturas cultivadas. Por consiguiente es imperativo conocer cuánto crecen dichos recursos, cuál es la distribución estacional de su crecimiento y cuales son los factores que afectan su producción.

Los aspectos señalados forman parte de la información básica requerida para la planificación de los sistemas de producción animal. A partir de ella será posible progresar en la elaboración de balances objetivos entre la demanda de alimento de los animales y la forma en que la misma puede ser satisfecha en base a la oferta de los diferentes recursos forrajeros.

En la región pampeana los recursos forrajeros muestran una marcada estacionalidad en el crecimiento de forraje, con contrastes que frecuentemente alcanzan relaciones de 10 a 1 entre los períodos de mayor (primavera) y menor (invierno) crecimiento de forraje (Mazzanti et al., 1992). Esto es consecuencia de las variaciones climáticas a lo largo del año y, a su vez, de la respuesta diferencial de las especies que componen las pasturas a los factores ambientales que controlan el crecimiento de las plantas (temperatura, radiación, disponibilidad de humedad y de nutrientes).

La información sobre los patrones de crecimiento estacional de forraje para la región es escasa. La misma se generó dentro del marco de programas de introducción de germoplasma y se restringió a evaluaciones comparativas sobre adaptación de especies y cultivares forrajeros en el sudeste bonaerense (Mazzanti y Arosteguy, 1985; Mazzanti et al., 1992). La información es válida para pasturas monofíticas pero no se adecua para representar la producción y la dinámica estacional del crecimiento de forraje de las pasturas consociadas entre gramíneas y leguminosas que mayoritariamente se utilizan en la región.

Esta carencia de información básica determina que hoy en día la presupuestación forrajera tengo un alcance bastante limitado. En contraposición, la presupuestación forrajera basada en información sobre curvas estacionales de crecimiento constituye una modalidad de manejo de pasturas largamente adoptada en otros países de tradición

pastoril (Gray, Korte y Christieson, 1987). En Nueva Zelanda, por ejemplo, se dispone de largas series de años de información sobre curvas de crecimiento registradas en establecimientos ganaderos. Además, los campos experimentales evalúan rutinariamente la dinámica del crecimiento de pasturas de uso corriente para asistir la demanda del sector productivo.

En este trabajo, se compiló información proveniente de una serie de experimentos conducidos entre los años 1992 y 1995, en los cuales se cuantificó el crecimiento estacional de forraje de pasturas, verdes de invierno y de pastizales naturales difundidas en la región. Las experiencias fueron conducidas en diferentes localidades de Tandil, Pieres, Chascomús, Rauch, Ayacucho, Gral. Madariaga y en EEA INTA Balcarce.

Las determinaciones realizadas sobre consociaciones de gramíneas y leguminosas incluyeron la cuantificación del efecto de la fertilización fosfatada sobre el crecimiento estacional de forraje. En forma similar se analizó el efecto de la fertilización nitrogenada en pastizales naturales, pasturas de agropiro alargado y verdes anuales de invierno.

Los experimentos incluyeron tratamientos no fertilizados que permiten describir el comportamiento de las pasturas y pastizales para el nivel tecnológico típico aplicado en la región. Los tratamientos que fueron fertilizados con diferentes fuentes y dosis de nutrientes minerales, aportan a productores y profesionales una gama de respuestas productivas que pueden servir de base para implementar alternativas de intensificación de la producción para diferentes recursos forrajeros en el sudeste bonaerense.

#### IV. MARCO DE APLICACIÓN

La aplicación de la información que se provee en este trabajo requiere tener presente lo siguiente:

- 1) dinámica de la producción de forraje
- 2) tipo de información que aportan las curvas estacionales de crecimiento y forma de uso en la práctica y
- 3) su pertinencia en relación con otras herramientas alternativas. A continuación se hará un desarrollo sintético de los puntos mencionados.

##### **1) Dinámica de la producción de forraje**

Los períodos de bajas temperaturas así como aquellos de baja disponibilidad de agua en el suelo son críticos para el crecimiento de las especies forrajeras y son determinantes de las variaciones estacionales en la oferta de forraje que caracteriza a las pasturas anuales y perennes en la región (Orbea y Carrillo, 1969; Arosteguy y Mazzanti, 1985; Mazzanti et al., 1992). Los trabajos locales citados muestran que las diferencias entre las tasas de crecimiento de forraje del invierno y de la primavera son del orden de 1:5 y hasta 1:10.

Cuando los sistemas de producción animal son extensivos, la dotación anual de animales es altamente dependiente de la capacidad de carga de las pasturas en las épocas en que las mismas son menos productivas. Esto genera, necesariamente, bajas eficiencias de utilización del crecimiento de forraje en los períodos climáticamente favorables y acumulaciones de material muerto que perjudican la calidad y la persistencia productiva de las pasturas.

Los sistemas de producción ganaderos basados en el aprovechamiento eficiente del forraje deben realizar, en contraposición, presupuestaciones forrajeras que permitan prever ajustes entre la oferta y la demanda estacional de nutrientes para el ganado. En un enfoque productivo de este tipo, la dinámica estacional del crecimiento de las pasturas constituye el proceso primario a partir del cual es posible organizar las estrategias de pastoreo y la nutrición del ganado.

##### **2) Tipo de información que proveen las curvas estacionales de crecimiento y forma de uso en la práctica**

Las curvas estacionales de crecimiento de pasturas constituyen una herramienta básica para la presupuestación forrajera. Las mismas caracterizan la dinámica de crecimiento de las pasturas para las condiciones agronómicas y ecológicas en que fueron determinadas, tales como el nivel de fertilización mineral y el tipo de suelo y clima. El régimen de cortes que se realiza para determinar las tasas de crecimiento sigue un protocolo específico que minimiza las pérdidas de material por senescencia y descomposición.

La articulación entre la oferta de forraje y las demandas del ganado requiere, necesariamente, de la Presupuestación de dicha oferta y de un proceso de monitoreo y ajuste a las situaciones de cada año y de cada pastura. La frecuencia de decisiones puede variar desde semanas hasta decisiones diarias, según se trate de períodos de lento o de rápido crecimiento de las pasturas.

El mejor uso práctico de las curvas implica dos etapas básicas. La primera es la presupuestación de la oferta estacional de forraje en base a curvas disponibles. Si hubiera información sobre varios años, es importante tener en cuenta la variabilidad productiva de las pasturas que ocasionan las fluctuaciones climáticas interanuales. La segunda etapa corresponde al monitoreo de la evolución del crecimiento de las pasturas en el establecimiento a los efectos de chequear el aumento o disminución con respecto a lo esperado. Para ello se pueden utilizar mediciones simples, como por ejemplo cambios de altura de las pasturas, o estimaciones directas de la evolución de las tasas de crecimiento.

### 3) Otras alternativas propuestas

Actualmente existen expectativas de utilizar la teledetección para seguir diariamente la evolución de las tasas de crecimiento de forraje a escala de potrero, lo cual aún se encuentra en etapa experimental.

Los sensores remotos detectan variaciones de color emitidas por la superficie de terreno en base a un índice espectral denominado índice verde. A partir del mismo es factible estimar, por ejemplo, la incidencia de enfermedades o el impacto relativo de sequías e inundaciones sobre la vegetación a nivel regional.

Una de las limitaciones del índice verde para estimar la biomasa total de forraje de una superficie dada, radica en que el mismo detecta la intensidad de color del estrato superior de la cubierta (Piñeiro et al., 2001). Sin embargo, las pasturas normalmente presentan múltiples estratos de hojas vivas, todos los cuales fotosintetizan activamente (Woledge y Leafe, 1976). Por otra parte, debido a que la proporción de nitrógeno y, por ende, la concentración de pigmentos clorofílicos, caen alométricamente con el incremento de la biomasa (Greenwood et al., 1990), las variaciones en la cantidad de forraje acumulado no necesariamente presentarán una asociación directa con el color verde del follaje.

Teniendo en consideración el párrafo precedente, no debe resultar extraño que, hasta el momento, en países tales como Nueva Zelanda o el Reino Unido la planificación del pastoreo a nivel de establecimiento se realice en base a curvas de producción estacional de forraje y monitoreo "in situ" del crecimiento de las pasturas.

## V. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se realizaron determinaciones de crecimiento a partir de cortes mecánicos desfasados en el tiempo, utilizando la metodología desarrollada por Anslow y Green (1967), modificada por Conrall y Fenlon (1972), probada y adaptada para el sudeste bonaerense por Orbea y Carrillo (1969) y Mazzanti y Arosteguy (1985).

Entre 1992 y 1995 se seleccionaron pasturas sembradas y pastizales en establecimientos agropecuarios de los partidos bonaerenses de Chascomús, Rauch, Ayacucho, Gral. Madariaga, Tandil, Pieres y en la EEA Balcarce.

En la Tabla 1, se detallan las especies sembradas predominantes en cada una de las pasturas seleccionadas para las diferentes localidades y años experimentales. Para cada sitio seleccionado, se delimitó un área experimental que fue cercada y excluida al pastoreo. Se utilizaron parcelas de 1,5 x 5 m y se delimitaron 6 bloques, divididos en tres series de parcelas. Los tratamientos de fertilización fueron aplicados al azar.

Tabla 1.- Composición botánica de pasturas evaluadas en diferentes localidades del sudeste Bonaerense

Localidad	Año	Especies
Chascomús	93/94 y 1995	Pasto ovillo, cebadilla criolla, falaris bulbosa y trébol rojo.
Rauch	93/94 y 94/95	Pasto ovillo, cebadilla criolla, raigrás perenne y trébol rojo
Ayacucho	1994/95	Raigrás perenne, trébol blanco, trébol rojo.
Madariaga	1994/95	Pasto ovillo, festuca alta y trébol rojo
Tandil	92/93 y 93/94	Raigrás perenne, trébol rojo, cebadilla criolla, trébol blanco, lotus corniculatus
Tandil	92/93 y 93/94	Raigrás anual
Pieres	1993/94	Pasto ovillo, cebadilla criolla y trébol rojo
Balcarce	1995	Agropiro alargado
Balcarce	1994/95	Avena y raigrás anual.
Ayacucho	1994/95	Pastizal natural, comunidad de media loma (B) dominada por Bromus sp., Stipa sp., Lolium multiflorum, Lotus tenuis, Paspalum dilatatum, Cynodon dactylon, Leersia hexandra.

Previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización, se realizaron determinaciones de fósforo disponible en la capa superficial del suelo (20 cm). Las pasturas consociadas de gramíneas y leguminosas fueron fertilizadas a fines de invierno-principios de primavera con 0, 100 y 200 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato triple de calcio (SFT, 0-46-0). Los pastizales, el agropiro alargado y los verdeos anuales (avena y raigrás) se fertilizaron a fines de invierno con nitrógeno (entre fines de julio y mediados de agosto), y las dosis utilizadas fueron de 0, 50, 100, 150, 200 y 250 kg N.ha<sup>-1</sup>, utilizando como fuente urea.

También se evaluó el efecto de la época de fertilización (otoño y fines de invierno) utilizando dosis de 0 y 100 kg N.ha<sup>-1</sup> en raigrás anual. Para evitar déficits de P, simultáneamente con la fertilización nitrogenada se agregaron 20 kg del nutriente bajo la forma de SFT.

Las parcelas fueron cosechadas por cortes secuenciales a intervalos variables: 30 a 40 días en primavera y verano y 60 a 80 días en otoño e invierno. Los cortes fueron realizados sobre los 5 m<sup>2</sup> centrales de cada parcela a una altura del suelo de 2,5 cm.

Se extrajeron 2 submuestras del forraje para determinar: - contenido de materia seca del forraje verde y calidad, y - composición botánica y calidad. Para más detalles sobre los métodos utilizados consultar Orbea y Carrillo (1969) y Mazzanti y Arosteguy (1985).

## VI. CRECIMIENTO ESTACIONAL DE FORRAJE EN PASTURAS CONSOCIADAS DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DEL SUDESTE BONAERENSE CON DISTINTOS NIVELES DE FÓSFORO

### VI.1. NIVELES INICIALES DE FÓSFORO DISPONIBLE EN LOS SUELOS EN PASTURAS CONSOCIADAS DEL SUDESTE BONAERENSE

En la Tabla 2 se puede observar la concentración de fósforo disponible en los suelos determinada al inicio de cada ciclo de crecimiento para cada localidad y año experimental. Las concentraciones de P disponible, variaron entre 2,5 y 14 ppm de  $P_2O_5$ , las cuales resultan similares a las observadas con anterioridad para la región por otros autores (Arosteguy y Darwich, 1980; Berardo y Darwich, 1974).

Tabla 2: Concentración de fósforo disponible (ppm) en el suelo en invierno para diferentes localidades del sudeste bonaerense

Localidades	Fósforo disponible (ppm $P_2O_5$ )
Ayacucho	
1993/94	7.8
1994/95	5.8
Rauch	
1993/94	3.6
Chascomús	
1993/94	2.5
Gral. Madariaga	
1994/95	5.7
Tandil	
1992/93	13.1
1993/94	14.0
Pieres	
1993/94	13.3

Los valores que se presentan en la Tabla 2 permiten diferenciar dos grandes grupos de localidades por el contenido de fósforo de los suelos. La primera comprende las Localidades ubicadas en el área deprimida bonaerense (Ayacucho, Gral. Madariaga, Rauch y Chascomús), en la cual la concentración de P disponible no superó las 8 ppm, y osciló entre dicho valor y 2,5 ppm. En el segundo grupo, el cual comprende a localidades del área mixta ganadera bonaerense (Pieres y Tandil), las concentraciones de fósforo en los suelos variaron entre 13 y 14 ppm. La subdivisión regional ensayada a partir de los valores presentados en la Tabla 2, concuerda con diagnósticos previos (Berardo y Darwich, 1974).

En función de la concentración de P en el suelo presentados en la Tabla 2 y a los efectos de organizar la presentación y discusión de los resultados, los mismos se ordenaron en función de los dos grandes grupos propuestos.

### VI.2. PASTURAS CONSOCIADAS DEL ÁREA DEPRIMIDA BONAERENSE

#### VI.2.1. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

En la Figura 2 a, b, c y d, se muestran las curvas de crecimiento estacional de forraje para el período 1993/94 y 1994/1995 para cuatro pasturas consociadas ubicadas en los partidos de Chascomús, Rauch, Ayacucho y General Madariaga.

Durante el ciclo 1993/1994 la fertilización fosfatada incrementó en todos los casos en forma significativa la tasa de crecimiento primavero estival de forraje respecto de los tratamientos no fertilizados, no observándose diferencias entre los tratamientos de 100 y 200  $kg.ha^{-1}$  de SFT (Figura 2).

Los tratamientos no fertilizados representan, en términos generales, el nivel tecnológico utilizado corrientemente en la región. Para el período primavero-estival, la fertilización con 100  $kg.ha^{-1}$  de SFT logró aproximadamente duplicar la tasa de crecimiento de los tratamientos no fertilizados en los partidos de Rauch y Chascomús (Figura 2 a y b).

Esta respuesta coincide con las obtenidas por Arosteguy y Darwich (1980) en diferentes localidades de la pampa deprimida bonaerense. En la pastura de Ayacucho los tratamientos fertilizados superaron

aproximadamente en un 50 % la tasa de crecimiento de los no fertilizados en similar período que las anteriores localidades (Figura 2 c).

Para el ciclo de crecimiento 1994/95, a excepción de Gral. Madariaga, el resto de las localidades del área ganadera bonaerense fueron afectadas por bajas precipitaciones durante la mayor parte del año, con reducciones de hasta el 50 % respecto de las precipitaciones alcanzadas en el año precedente (Figura 1). Dichas deficiencias se reflejaron en tasas de crecimiento sensiblemente menores a las observadas en el ciclo de crecimiento anterior, siendo las tasas de crecimiento invierno primaveral aproximadamente el 50 % de las observadas en el ciclo de crecimiento 1993/94 (Figura 2). Este efecto negativo de la sequía también se tradujo en una falta de respuesta a la fertilización fosfatada en las localidades de Chascomús, Rauch y Ayacucho, resultado que fue descrito anteriormente por otros autores para la región del sudeste bonaerense (Berardo y Darwich, 1974 y Arosteguy y Darwich, 1980).

En la pastura evaluada en Gral. Madariaga, el crecimiento de forraje mostró el mismo patrón general de respuesta a la fertilización fosfatada observado en el ciclo 1993/1994 en el resto de las localidades, hecho que reflejaría las mayores precipitaciones registradas durante primavera-verano en esta última localidad (Figura 1).

En la Tabla 3 se presenta la integración de las tasas de crecimiento presentadas en la Figura 2, que permite estimar el crecimiento anual de forraje para cada tipo de pastura y nivel de fertilización para las cuatro localidades consideradas. Los mayores rendimientos de forraje fueron alcanzados por pasturas dominadas por pasto ovilla y trébol rojo, las cuales aproximadamente duplicaron a las observadas en pasturas de raigrás y trébol blanco en el partido de Ayacucho.

Tabla 3.- Crecimiento anual de forraje de pasturas consociadas de gramíneas y leguminosas fertilizadas con diferentes niveles de fósforo ubicadas en las localidades de Chascomús, Rauch, Ayacucho y General Madariaga durante los períodos de crecimiento a) 1993/94 y b) 1994/95

Localidad	0 kg.P ha <sup>-1</sup>	20 kg.P ha <sup>-1</sup>	40 kg.P ha <sup>-1</sup>
<b>a) 1993/1994</b>			
Chascomús	9293	14102	13943
Rauch	8496	12274	12616
Ayacucho	3917	5226	5005
<b>b) 1994/1995</b>			
Chascomús	-----	9951 <sup>(1)</sup>	-----
Rauch	-----	8597 <sup>(1)</sup>	-----
Ayacucho	-----	5897 <sup>(1)</sup>	-----
Gral Madariaga	5940	8690	10375

(1) Promedio de 0, 20 y 40 kg P.ha<sup>-1</sup>

Si bien las respuestas observadas a la fertilización fosfatada por Arosteguy y Darwich (1980), cuando son comparadas en términos relativos, coinciden con las determinaciones realizadas en este trabajo, los valores absolutos de la producción total anual de forraje acá presentados son sensiblemente superiores a los obtenidos por los autores mencionados. Las causas de estas diferencias son difícilmente explicables, sin embargo el manejo de la cosecha del forraje en términos de frecuencia de corte podría explicar parte de las mismas.

## VI.2.2. DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DEL CRECIMIENTO DE FORRAJE Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Se constató la marcada estacionalidad de la producción de forraje de las consociaciones integradas por trébol rojo, cebadilla y pasto ovilla, con máximas tasas de crecimiento durante la primavera y el verano y tasas extremadamente bajas durante fines de otoño e invierno. Este contraste estacional resultó más marcado durante el primer año evaluado, con relaciones próximas de 4 a 1 para la pastura de Chascomús (Figura 2 a) y de 10 a 1 para el caso de Ayacucho y Rauch (Figura 2 b y c). Este patrón estacional se observó también durante 1994/1995 en la pastura de Gral. Madariaga.

Los resultados presentados evidencian que los patrones de crecimiento estacional de forraje fueron diferentes entre localidades y pasturas (Figura 2 a, b y c). Durante el ciclo 1994/1995 se distingue la pastura de Chascomús, con una distribución primavera-estival más amplia que las de Rauch y Ayacucho, las cuales concentraron su producción de forraje en forma más neta durante el verano en ambos años de evaluación. Además, las tasas de crecimiento de invierno de las pasturas mencionadas en primer término fueron sensiblemente superiores a las observadas en la pastura de raigrás perenne y trébol blanco.

Para interpretar esta variación es necesario considerar la contribución estacional de las diferentes especies que componen las consociaciones estudiadas (Figura 3). En este sentido, pudo observarse que no más de dos de las especies participantes en las mezclas aportaron entre el 80-90 % de la biomasa verde. El aporte de las mismas al crecimiento total de las pasturas varió estacionalmente como consecuencia del asincronismo en sus tasas individuales de crecimiento.

En los dos ciclos de crecimiento las especies dominantes en Chascomús y Rauch fueron trébol rojo y pasto ovinillo (Figura 3 a y b). Ambas pasturas contrastaron en la importancia relativa de dichas especies, con un predominio de la leguminosa en el caso de Rauch y de la gramínea en Chascomús. En las figuras puede verse en forma clara el asincronismo en la dinámica estacional del crecimiento de las especies, a partir de cuya integración puede explicarse la diferente dinámica estacional de crecimiento de cada una de las pasturas (Figura 2). Así, la mayor abundancia de pasto ovinillo que caracterizó a la pastura de Chascomús se reflejó en un adelanto en el inicio del crecimiento primaveral respecto de la pastura de Rauch que, como se mencionó previamente, presentó una producción de forraje más estacionalizada hacia el verano. Sin embargo estas diferencias no determinaron ventajas de una u otra consociación en términos de la producción anual de forraje.

La producción forrajera de las pasturas de Chascomús y Rauch (Figura 2 a y b) fue sensiblemente mayor que la de Ayacucho (Figura 2 c). Esta última presentó un aporte casi nulo de trébol blanco y contribuciones repartidas entre raigrás en la primavera (Figura 3 c) y especies no sembradas (principalmente "gramilla", *Cynodon dactylon*) durante el verano. Esto explica la baja producción invernal de esta pastura en comparación con las de Chascomús y Rauch, como también el desplazamiento de su oferta de forraje hacia el verano. El deterioro de esta pastura estaría asociado, al menos en parte, a la baja adaptación de las especies que se sembraron a las condiciones edafoclimáticas de la región (Mazzanti et al., 1992). Las típicas sequías estivales que ocurren en la región serían uno de los principales factores que limitarían la persistencia de las mismas en las pasturas.

Durante el año húmedo (1993/94) el trébol rojo representó alrededor del 30 y del 55 % del crecimiento total de las pasturas de Chascomús y Rauch, respectivamente, en todos los tratamientos. Las curvas muestran que la fertilización fosfatada aproximadamente duplicó las tasas de crecimiento de forraje de esta especie respecto de los testigos (Figura 3a y 3b).

Por su parte, el aporte promedio de pasto ovinillo durante el ciclo mencionado representó alrededor del 60 y del 30% del crecimiento total de forraje de una y otra pastura. A diferencia de lo observado en trébol rojo en ambos casos, la fertilización fosfatada modificó la distribución estacional del crecimiento de la gramínea en la pastura de Chascomús, produciendo un adelantamiento de casi dos meses respecto de las máximas tasas obtenidas en el tratamiento testigo. Este desfase en el crecimiento de pasto ovinillo en respuesta a los tratamientos explica, de hecho, el pico más temprano de producción de forraje registrado en las pasturas fertilizadas de dicha localidad (Figura 2a). La respuesta positiva de la gramínea indicaría que la fertilización con P favoreció la utilización de N edáfico proveniente, principalmente, de la mineralización de la materia orgánica. Contrariamente al comportamiento observado durante el ciclo húmedo, no se hallaron diferencias en las tasas de crecimiento de forraje de trébol rojo por efecto de los diferentes niveles de fertilización fosfatada durante 1994/95. En la pastura de Chascomús, las tasas de crecimiento y el aporte de pasto ovinillo al crecimiento global disminuyeron significativamente en el ciclo seco. En el caso de trébol rojo, el rendimiento durante este ciclo fue similar al de pasto ovinillo, como así también, al registrado por esta leguminosa durante el año precedente (Figura 3a y 3b).

En la localidad de Rauch, si bien las tasas de crecimiento de pasto ovinillo no se diferenciaron entre tratamientos, se evidenció una tendencia superior en los fertilizados respecto del testigo. Este comportamiento puede asociarse a la capacidad para soportar sequías prolongadas que caracteriza a las especies y variedades forrajeras originarias de ambientes mediterráneos (Mazzanti et al., 1992).

Tanto en Chascomús como en Rauch las especies no sembradas (dicotiledóneas y gramíneas) realizaron un bajo aporte al crecimiento de la pastura en todas las estaciones y en ambos años de evaluación, variando entre aproximadamente un 5% para el año húmedo (1992/93) y 15 % para el año seco (1994/95). La dinámica de este componente manifestó una tendencia marcada a crecer más activamente en verano y en otoño. No obstante las tasas de crecimiento fueron de baja significación en términos generales durante la totalidad de los ciclos de crecimiento evaluados. Por otra parte, tampoco se observaron efectos importantes sobre la contribución de las especies no sembradas en estas pasturas por efecto de la fertilización fosfatada, resultados que tampoco fueron evidentes a nivel de tendencias.

A diferencia de lo ocurrido con trébol rojo y pasto ovinillo, el aporte de *falaris bulbosa* al crecimiento total de la pastura fue de baja significación (Figura 3a), ya que las tasas de crecimiento fueron aproximadamente el 10 % de las observados en las dos especies anteriores. Si bien *falaris bulbosa* es una especie de alta capacidad de adaptación a diferentes ambientes del sudeste bonaerense (Mazzanti et al., 1992), su inclusión en pasturas de trébol rojo y pasto ovinillo no aportaría en forma significativa al crecimiento estacional de forraje. Es probable que esto se deba a densidades de siembra extremadamente bajas, al lento establecimiento de la especie y a las elevadas exigencias edáficas.

Cabe considerar, finalmente, el aporte de material muerto a la biomasa total de las pasturas evaluadas. La tasa de acumulación de este material tuvo niveles de baja significación a lo largo del período evaluado. Sin embargo las tasas fueron máximas a fines de primavera y principios de verano, período en que normalmente se producen leves desajustes entre la frecuencia de defoliación que requieren las especies individuales para evitar que el tejido verde pase a tejido senescente. Por otro lado, y frente a la imposibilidad de discriminar el compartimiento muerto por especies, debe considerarse que una proporción de dicho componente debe atribuirse a las especies no

sembradas. De todas maneras, este componente no superó el 12 % de las tasas de crecimiento de forraje que se presentaron en la Figura 3a y 3b.

Considerando los resultados de crecimiento estacional de la pastura y las pérdidas originadas por el pasaje de material vivo a material senescente, es posible estimar la eficiencia de cosecha alcanzada con la secuencia de cortes utilizada en el presente experimento, la cual resultó de aproximadamente el 90 % a lo largo del período evaluado.

### **VI.3. PASTURAS CONSOCIADAS EN ÁREAS AGRÍCOLAS DEL SUDESTE BONAERENSE**

#### **VI.3.1. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA SOBRE EL CRECIMIENTO ESTACIONAL DE FORRAJE**

En la Figura 4a se muestra el patrón de crecimiento estacional de forraje de una pastura evaluado entre 1992 y 1994 en el partido de Tandil y en la Figura 4b se muestra la misma información para el caso de una pastura de la localidad de Pieres durante el ciclo de crecimiento 1993/1994.

La respuesta a la fertilización fosfatada en estas pasturas no fue significativa a lo largo de todo el ciclo de crecimiento. Sin embargo, en Pieres se observaron tasas de crecimiento levemente mayores a comienzos de primavera.

La baja o nula respuesta del crecimiento de forraje a la fertilización fosfatada, debe ser analizada en función de los niveles de fósforo disponible en los suelos con anterioridad a la aplicación de los tratamientos (fines de invierno-principios de primavera). En ambas pasturas el nivel de fósforo inicial fue marcadamente superior a los determinados en las pasturas evaluadas en la región deprimida bonaerense (Tabla 2).

El rendimiento anual de forraje promedio de los tres tratamientos fertilización fosfatada calculado para Tandil y Pieres fue de 11200 y 9150 kgMS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, encontrándose estos valores dentro del rango de los rendimientos observados en las pasturas Chascomús y Rauch.

#### **VI.3.2. DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DEL CRECIMIENTO DE FORRAJE Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA**

En la Figura 4a y 4b, se muestra que la estacionalidad de la producción de las pasturas evaluadas determina una elevada concentración del crecimiento total anual de forraje entre principios de septiembre y fines de diciembre, donde se logra acumular aproximadamente el 80 % de la producción anual. Puede observarse que las máximas tasas de crecimiento de forraje fueron próximas a los 90 kg MS.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>, ocurriendo las mismas a mediados de octubre y principios de noviembre. Las menores tasas de crecimiento se observan a fines de otoño y durante los meses de invierno, con valores que oscilan entre 5 y 10 kgMS.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>.

El trébol rojo muestra un aporte sustancial a las tasas de crecimiento de la pastura de Tandil, siguiendo su ciclo primavero-estival, con valores promedio entre el 50 y el 65% para el primer y segundo año (Figura 5).

El crecimiento primaveral de la pastura de Pieres, en contraste con la de Tandil, se basó en una contribución mas elevada (alrededor del 70 %) de gramíneas de ciclo de crecimiento otoño-inverno-primaveral.

### **VI.4. CALIDAD DEL FORRAJE EN PASTURAS CONSOCIADAS DEL ÁREA GANADERA Y AGRÍCOLA DEL SUDESTE BONAERENSE**

La escasa variación registrada en los valores de digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) a lo largo del ciclo de crecimiento para las diferentes localidades y años de evaluación (Tabla 4) determinó que la distribución estacional en la producción de materia seca digestible (Figura 6) siguiera claramente la dinámica de crecimiento de las pasturas (Figura 2). Se destaca, por otra parte, la alta calidad que en general fue observada a través del año, con valores máximos y mínimos promedio de 70,4 y 57,6 %, respectivamente, para todas las localidades, tratamientos de fertilización y años.

Este comportamiento de la DIVMS contrasta con el que podría observarse en condiciones extensivas de manejo. Cabe señalar, que los intervalos entre cortes para una misma parcela se ajustaron, aproximadamente, de modo de no extenderse más allá del período en que las diferentes pasturas alcanzaban su máxima capacidad de acumulación de forraje, es decir, antes del inicio de la senescencia foliar. Bajo éste régimen de corte se limitó fuertemente el desarrollo reproductivo de las gramíneas en la mayoría de las parcelas y, por ende, el deterioro de la calidad global de las pasturas asociada al incremento en la proporción de tejidos poco digestibles (vainas elongadas, tallos floríferos). En este sentido, los contenidos de fibra (FDN) cuya evolución se presenta en la Figura 6, promediaron 50% para todas las localidades, tratamientos de fertilización y años. Estos resultados revelan el fuerte impacto que ejerce la frecuencia de defoliación sobre la calidad del forraje.

Los niveles de proteína observados (Figura 6) fueron consistentes con el tipo de estructura foliosa que caracterizó a las pasturas evaluadas, registrando valores promedio de 16,5 % para todas las localidades y en ambos años experimentales.

La homogeneidad estacional en la calidad de la oferta forrajera también ha sido una característica observada en pasturas de festuca alta (Mazzanti y Lemaire, 1994; Cordero et al., 1996) y en pastizales naturales (Pueyo et al., 1996; Rodríguez Palma et al., 1999) en situaciones experimentales en que se mantuvieron estructuras foliosas bajo pastoreo (Agnusdei et al., 1996; Rodríguez Palma et al., 1999).

Tabla 4.- Digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS, %) promedio anual y desvío estándar (DE) para pasturas fertilizadas con diferentes niveles de fósforo en distintas localidades y años experimentales

Localidad	Año		DIVMS (%)	DE
Chascomús	1992-93	P0	62.7	3.4
		P1-P2	62.5	3.3
	1994-95		61.0	1.9
Rauch	1992-93	P0	67.0	7.1
		P1-P2	65.3	8.2
	1994-95		64.0	3.8
Ayacucho	1992-93	P0	60.5	6.5
		P1-P2	61.5	5.7
	1994-95		60.6	4.7

## VII. CRECIMIENTO ESTACIONAL DE FORRAJE DE PASTIZALES, PASTURAS Y VERDEOS DE INVIERNO PARA EL SUDESTE BONAERENSE CON DIFERENTES NIVELES DE NITRÓGENO

Los resultados de los experimentos que a continuación se presentan, se basan en pasturas bajo condiciones de precipitaciones normales para la región.

### VI.1. PASTIZALES NATURALES DEL ÁREA DEPRIMIDA BONAERENSE

En la Figura 7 se muestra el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento estacional de forraje de un pastizal natural del área deprimida bonaerense (Fernández Grecco et al., 1995). El sitio sobre el cual se estableció el experimento, fue definido como una comunidad de tipo B (León, 1975) cuya composición botánica se presentó en la Tabla 1.

El efecto de la fertilización con nitrógeno, en ausencia de otras carencias nutricionales y de disponibilidad de humedad en el suelo, determinó incrementos significativos en las tasas de crecimiento primaveral de forraje de la comunidad considerada hasta las dosis máximas. Sin embargo, con dosis de 150 kg N.ha<sup>-1</sup> las tasas de crecimiento no fueron diferentes a las logradas con 200 y 250 kg N.ha<sup>-1</sup>, resultando casi ocho veces mayores que las del testigo.

Es importante considerar que la fertilización con nitrógeno modificó la tendencia general del crecimiento de forraje, con un adelantamiento del rebrote primaveral de casi 30 días.

La baja disponibilidad de formas asimilables de nitrógeno en los suelos a fines de invierno y principios de primavera (Vásquez y Barberis, 1982; Echeverría y Bergonzi, 1995) sumados al alto potencial de crecimiento que manifiestan ciertas especies nativas y naturalizadas con las temperaturas que ocurren en los meses señalados en la región (Agnusdei et al., 1996), constituyen los ejes principales para explicar las diferencias que se observan en crecimiento estacional de forraje en la Figura 7.

Raigrás anual fue la especie que contribuyó mayoritariamente a la producción total de forraje del pastizal, con aportes de alrededor de 60 y de 70% para los tratamientos testigo y fertilizado con 150 kg de N.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Otras especies anuales, como *Bromus mollis*, realizaron aportes próximos al 20%, mientras la contribución de las especies perennes al crecimiento invierno-primaveral fue minoritario, del orden del 5% en el testigo y del 10% en los tratamientos fertilizados.

### VII.2. PASTURAS DE AGROPIRO ALARGADO EN SUELOS ALCALINOS DEL ÁREA DEPRIMIDA BONAERENSE

En la Figura 8 se muestran los patrones de crecimiento estacional de forraje de una pastura de agropiro alargado que fue fertilizada a principios de primavera con diferentes niveles de nitrógeno (Fernández Grecco et al., 1996).

Los tratamientos fertilizados con las mayores dosis de nitrógeno, más que duplicaron las tasas de crecimiento del tratamiento no fertilizado. Sin embargo dicha tendencia solamente se evidenció durante los meses de primavera y principios de verano. Posteriormente, las tasas de crecimiento de los tratamientos fertilizados y testigo no difirieron.

Al igual que las respuestas observadas con la fertilización nitrogenada sobre el pastizal natural, las máximas tasas logradas en el tratamientos no fertilizado fueron alcanzadas por los tratamientos fertilizados con una anticipación no menor a 30 días.

La respuesta del crecimiento invierno-primaveral de forraje a la fertilización nitrogenada de pasturas de agropiro alargado ha sido específicamente descripta por Fernández Grecco et al. (1995) considerando únicamente la acumulación de forraje a principios de primavera. Dicho trabajo muestra, que para un período de acumulación de forraje de aproximadamente 100 días a partir de principios de septiembre, con dosis de  $150 \text{ kgN.ha}^{-1}$  es posible sostener tasas de crecimiento de aprox.  $100 \text{ kgMS.ha}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ .

## **VII.3. VERDEOS ANUALES DE INVIERNO EN ÁREAS AGRÍCOLAS DEL SUDESTE BONAERENSE**

### **VII.3.1. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN INVIERNO SOBRE EL CRECIMIENTO DE RAIGRÁS ANUAL**

Para las condiciones ambientales del sudeste bonaerense, la fertilización nitrogenada en invierno incrementó sistemáticamente el crecimiento y la acumulación de forraje de cultivos anuales (avena y raigrás anual) a fines de invierno y principios de primavera (Marino et al., 1995; Marino et al., 1996; Mazzanti et al., 1997). Las tasas de acumulación de forraje de los tratamientos no fertilizados, fueron aproximadamente triplicadas con dosis de 100 a  $150 \text{ kg N.ha}^{-1}$  en aplicaciones invernales (fines de julio-principios de agosto), y permitieron anticipar la máxima acumulación de forraje de los verdes entre 20 y 30 días (Mazzanti et al., 1997).

En la Figura 9 se muestran los patrones de crecimiento de forraje de raigrás anual cv Grasslands Tama obtenido en Balcarce, fertilizado con diferentes niveles de nitrógeno en invierno (Marino, 1996). La tasa de crecimiento diario de los cultivos fertilizados con  $100 \text{ kgN.ha}^{-1}$  mas que duplicó a la correspondiente al tratamiento testigo entre fines de setiembre y principios de diciembre. Posteriormente todos los tratamientos crecieron a tasa similar.

### **VII.3.2. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN OTOÑO SOBRE EL CRECIMIENTO ESTACIONAL DE FORRAJE DE RAIGRÁS ANUAL**

La siembra de cultivos anuales de invierno para el sudeste bonaerense, se realiza a partir del mes de febrero y se prolonga hasta fines de marzo, período en que el laboreo y las condiciones de temperatura y humedad de los suelos son favorables para los procesos de mineralización de la materia orgánica. Esto asegura una relativamente alta disponibilidad de formas asimilables de nitrógeno para el crecimiento en dicho período (Vásquez y Barberis, 1982; Echeverría y Bergonzi, 1995). Por consiguiente, es esperable que la fertilización nitrogenada otoñal incremente el crecimiento de forraje en menor proporción que una dosis similar aplicada a fines de invierno, período en el cual la disponibilidad de formas asimilables de nitrógeno es extremadamente baja (Vásquez y Barberis, 1982; Echeverría y Bergonzi, 1995).

En la Figura 10a se muestran las tasas estacionales de crecimiento de forraje para raigrás anual fertilizado con diferentes dosis de nitrógeno en otoño ( $0$  a  $100 \text{ kgN.ha}^{-1}$ ). Los efectos del agregado de fertilizantes nitrogenados en otoño determinaron incrementos significativos de las tasas de crecimiento del cultivo fertilizado respecto del testigo, y la respuesta aparente a la fertilización nitrogenada fue de aproximadamente  $6 \text{ kg MS por kg de nitrógeno aplicado como fertilizante}$ .

En la misma Figura se muestra además que luego de transcurridos los meses de otoño e invierno, los tratamientos fertilizados y no fertilizados exhibieron similar tasa de crecimiento en primavera mostrando la ausencia de efectos residuales del nitrógeno sobre el crecimiento de forraje.

En la Figura 10b se muestra el efecto de diferentes combinaciones de fertilización con nitrógeno en otoño e invierno sobre el crecimiento estacional de forraje de raigrás anual para el ciclo de crecimiento 1993/94 en el partido de Tandil.

En la Figura 10b se muestra el incremento y la anticipación en el crecimiento de forraje en el período invierno primaveral que se logra con el tratamiento de fertilización en otoño e invierno en comparación con los tratamientos que recibieron una fertilización invernal, o que no fueron fertilizados en ambas estaciones. Surge con claridad, que el mayor impacto de la fertilización sobre la producción global de forraje de verdes anuales de invierno se logra con fertilizaciones de fines de invierno, siendo similares a las observadas para la combinación de fertilizaciones de otoño e invierno.

No obstante, con fertilizaciones de otoño se logran corregir deficiencias de nitrógeno que impiden la expresión del crecimiento potencial de los cultivos en dicho período. Si bien los incrementos en la producción de forraje que se logran son inferiores a los alcanzados con fertilizaciones de invierno, no deben ser descartados para usos estratégicos del forraje.

### VII.3.3. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CRECIMIENTO ESTACIONAL DE FORRAJE DE AVENA

En la Figura 11 se muestra el crecimiento estacional de forraje de avena cv Bonaerense Payé fertilizada con diferentes niveles de nitrógeno en el partido de Balcarce para el período fines de invierno y primavera (Marino, 1996).

En forma similar a lo observado para raigrás anual, la fertilización con nitrógeno en cultivos de avena a fines de invierno permitió aproximadamente triplicar las tasas máximas de crecimiento primaveral de esta especie, y se vio reflejada además en una anticipación temporal en alcanzar las máximas tasas de crecimiento del tratamiento no fertilizado (Marino, 1996).

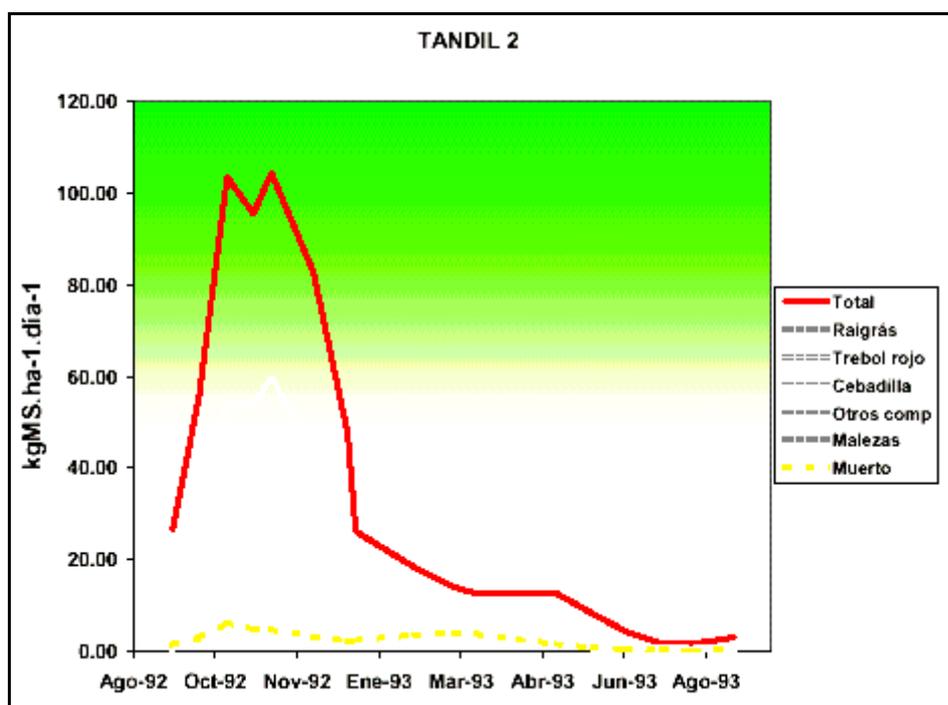
### VIII. CONCLUSIONES

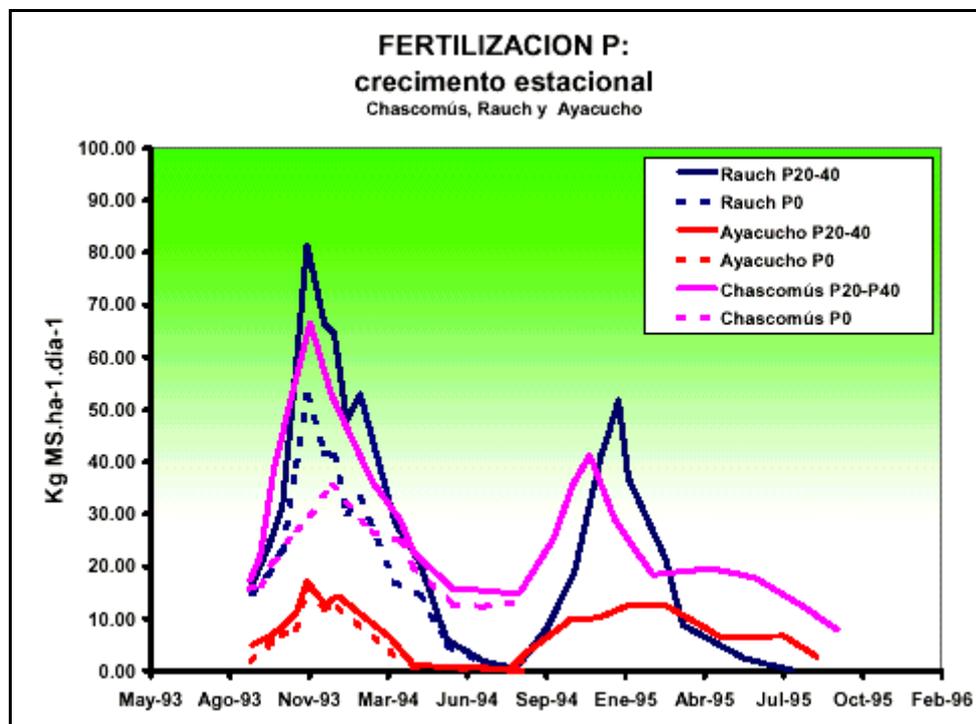
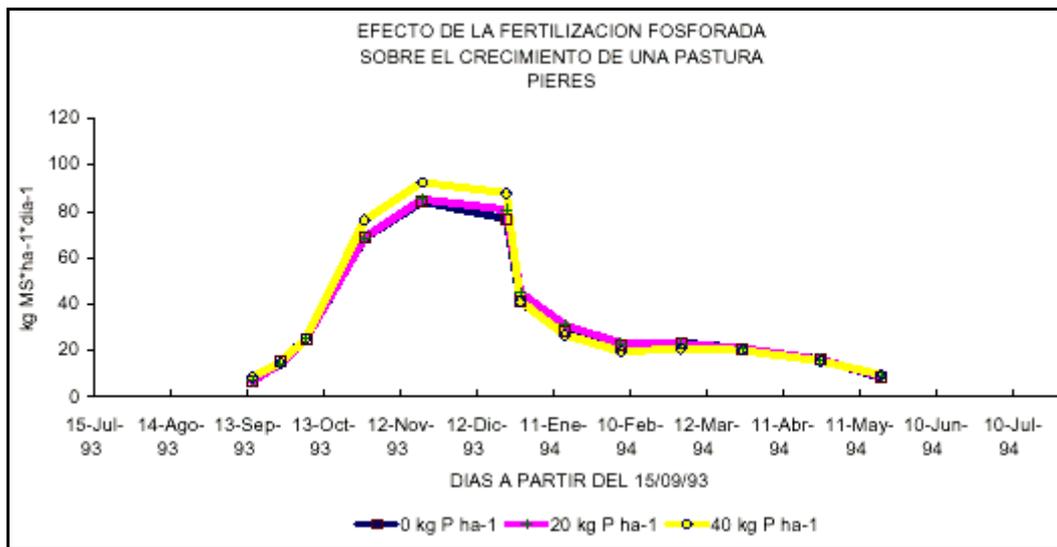
- ◆ Las tasas de crecimiento de forraje de los recursos forrajeros comúnmente usados en el sudeste bonaerense resultaron significativamente incrementadas a través de la corrección de deficiencias de fósforo y de nitrógeno en el suelo, alcanzando niveles de productividad equivalentes a las que se obtienen en otras regiones templadas del mundo.
- ◆ Mientras con la fertilización fosfatada se mantuvo la dinámica primavero-estival de producción de las pasturas consociadas evaluadas, la fertilización nitrogenada en verdes de invierno, agropiro alargado y pastizales produjo un adelantamiento hacia fines de invierno y principios de primavera.
- ◆ La corrección de la deficiencia de nitrógeno permitió la expresión de niveles de crecimiento próximos al potencial de las especies evaluadas, no conocidos hasta el presente para la región.
- ◆ La calidad del forraje (DIVMS, FDN y % proteína) estimada en las pasturas consociadas presentó variaciones poco marcadas a lo largo del ciclo de crecimiento en todas las localidades y años de evaluación.
- ◆ Dicha estabilidad refleja las bondades de un régimen de defoliación que se ajusta a la dinámica de crecimiento de las pasturas, limitando la acumulación de material muerto y promoviendo cubiertas predominantemente vegetativas y foliosas. Esto demuestra que la calidad del forraje ofrecido es altamente controlable mediante el régimen de defoliación de las pasturas.
- ◆ Los resultados obtenidos aportan elementos básicos para la presupuestación de la oferta de nutrientes para el ganado y para el desarrollo de cadenas forrajeras estratégicas a través de la combinación de diferentes recursos y alternativas de fertilización.

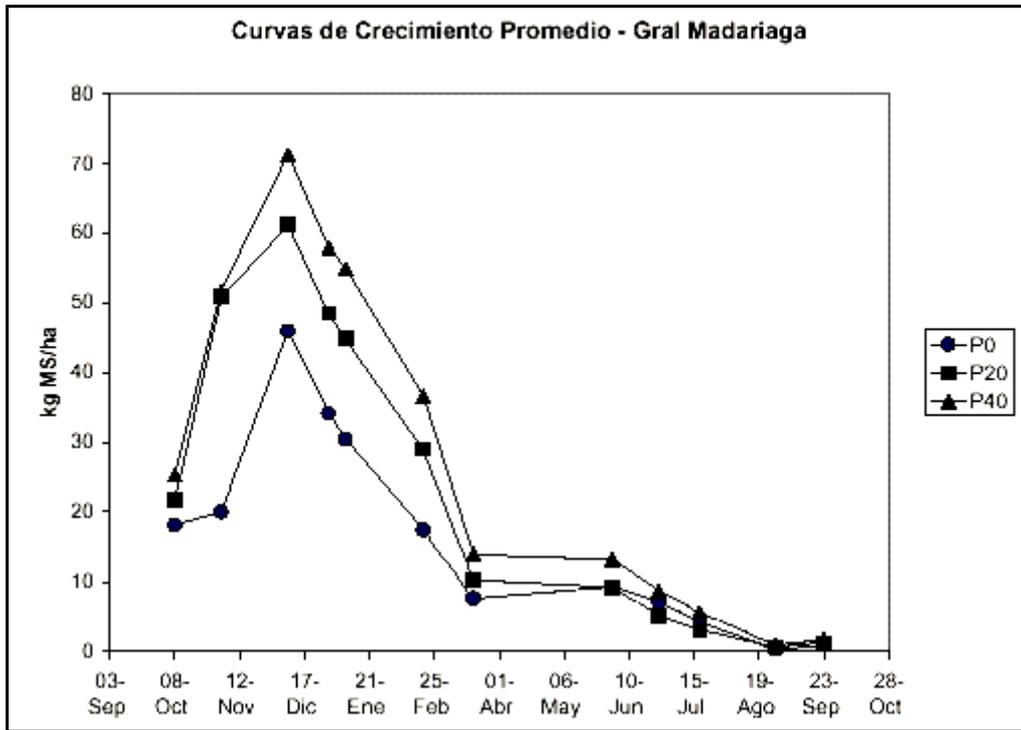
### IX. AGRADECIMIENTOS

A los señores Oscar Erquiaga, José Baquero, José Méndez, Carlos Magazút y Domingo D'Elía, auxiliares de la EEA Balcarce de INTA, por su invaluable asistencia técnica. A las señoras Andrea Pereira y Silvia Cícala por la composición, armado y diagramación de la publicación.

### ANEXO I: GRÁFICOS TASAS DE CRECIMIENTO ENTREGADOS POR LOS CREA







Volver a: [Pasturas naturales](#)