

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA
(NUEVA SERIE)

**ESTRUCTURA DE LA BIOMASA DE PASTIZALES
EN SIERRA DE LA VENTANA
(BUENOS AIRES, ARGENTINA)**

Marcelo D. Barrera y Jorge L. Frangi¹

RESUMEN

Se analiza la distribución de compartimientos vegetales aéreo y subterráneo, y la hojarasca en el invierno y la primavera (biomasa pico) en seis pastizales. Se discuten las relaciones entre la estructura de la biomasa, el gradiente altitudinal, la exposición y pendiente y otras características físicas del ambiente.

En condiciones de solana el peso seco aéreo disminuyó exponencialmente desde 400 msm a 1.100 msm: 1.625,3 a 345,5 g/m en invierno y 2.798,8 g/m a 174,6 g/m en primavera. La biomasa subterránea se incrementó linealmente con la altitud: 247,3 a 852,6 g/m en invierno y 311,6 a 1.349,3 g/m en primavera en el mismo gradiente.

Las comunidades de tipo "tussock" (*Stipa caudata*, *Paspalum quadrifarium*, y *Festuca pampeana*), tuvieron menor porcentaje de biomasa subterránea con relación a la biomasa total que los pastizales bajos serranos de mayor altitud (*Briza subaristata*, *B. brizoides* y *Aira caryophylla*, *Sorghastrum pellitum* - *Stipa filliculmis*, y *Piptochaetium hackelli* + *P. napostaense* - *Briza subaristata*). Sin embargo los pastizales "tussock" característicos de pendientes abruptas de los cerros (*F. pampeana*), tuvieron mayor porcentaje de raíces, respecto de la biomasa total, y cociente raíces/verde que aquellos de altitudes más bajas (*S. caudata* y *P. quadrifarium*).

Los pastizales en los sitios menos soleados (*F. pampeana*), de fuertes pendientes y exposición sur, presentaron mayor biomasa total y menor cociente raíces/biomasa total que aquellos en sitios de solana a similar altitud.

¹ LISEA (Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, Diagonal 113 N° 469, 1900 LA PLATA.

Se concluye que los pastizales disponen una diferente proporción en estructuras subterráneas de acuerdo a las distintas combinaciones de altitud, pendiente, exposición y tipos de suelos, que influyen en la disponibilidad de agua y balance hídrico de las plantas. En condiciones más desfavorables los cocientes raíces/biomasa total son mayores. Los pastizales presentan estas tendencias de estructuración de la biomasa independientemente del tipo biológico dominante ("tussock" o no). No obstante dentro de esas tendencias las proporciones características de biomasa subterránea/total o biomasa subterránea/verde de cada pastizal están vinculados a la naturaleza del tipo biológico dominante.

Palabras clave: biomasa aérea y subterránea, gradiente altitudinal, relieve, Pampa, pastizales, Sierra de la Ventana.

BIOMASS STRUCTURE OF GRASSLANDS IN SIERRA DE LA VENTANA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

SUMMARY

This paper deals with the distribution of different plant compartments (aerial green, standing dead, litter and roots) during winter and spring (peak biomass) in six grasslands. The biomass structure relations with the altitudinal gradient, aspect and other environmental conditions, as well as grasslands biomass structure are discussed.

In sunny conditions aerial dry weight diminished exponentially from 400 to 1,100 m a.s.l: 1,625.3 - 2,798.8 g/m in winter and 345.5 - 174.6 g/m in spring. Belowground biomass increased lineally with altitude: 247.3 - 852.6 g/m and 311.6 - 1,349.3 g/m, along the same gradient and seasons.

Tussock-type communities (*Stipa caudata*, *Paspalum quadrifarium*, and *Festuca pampeana* grasslands) had a lower percentage of underground related to total biomass, than do short grasslands from greater altitudes (*Briza subaristata*, *B. brizoides* and *Aira caryophyllea*, *Sorghastrum pellitum* - *Stipa filiculmis*, and *Piptochaetium hackelli* + *P. napostaense* and *Briza subaristata*). However, tussock grasslands, typically of the mountain slopes (*F. pampeana* type) had a greater percentage of roots and a lower green/root ratio than those from lower altitudes (*S. caudata* and *P. quadrifarium*).

Grasslands in the less sunny situations (*F. pampeana*), from the southern steeper slopes, had greater total biomass and lower

roots/total biomass ratio, than those exposed habitats at similar altitude.

These relations are showing different adaptative community tactics according to the energy signature of the diverse mountain habitats. Vegetation allocates different proportions of photosynthates to underground structures according to the varying combinations of altitude, slope, aspect and soil types, affecting availability and balance of water in plants. The more unfavourable the conditions are, the greater root/total or green biomass ratios are. Grasslands adjust biomass structure independently to the dominant grass life form (tussock or not). The characteristic proportions root/total or root/green biomass of a particular grassland are related to its dominant life form.

Key words: above and belowground biomass, altitudinal gradient, relief, Pampa, grasslands, Sierra de la Ventana.

INTRODUCCION

El conocimiento de la estructura de los ecosistemas de pastizal constituye un punto importante para reconocer los beneficios ecológicos -tales como el control de riesgo de erosión en ambientes serranos- que dichos sistemas proveen. La repetición de estos estudios estructurales a través del tiempo permite conocer aspectos dinámicos como la productividad, mortalidad y caída, que son indispensables para un uso sustentado del recurso forrajero y del ecosistema en su totalidad.

La organización estructural de la biomasa y su magnitud están relacionadas con la composición florística de un área, los tipos biológicos de las especies y el valor adaptativo de esos tipos a las condiciones del ambiente en que desarrollan.

El objetivo de éste trabajo fue analizar en forma comparativa la estructura de la biomasa de los pastizales serranos que crecen en distintos niveles altitudinales, exposición y pendientes, en dos momentos del año (invierno y primavera) y describir sus relaciones con características físicas del ambiente.

Los antecedentes afines se reducen a dos, realizados por Frangi et al. (1980a,b) sobre biomasa y productividad de un pastizal de "flechillas" y sobre el efecto del fuego en la dinámica de la biomasa de un pastizal de tipo "tussock", comunidades incluidas en éste trabajo. Por otra parte, Kristensen (1992) ha demostrado que existe una fuerte relación entre las condiciones mesoclimáticas de los sitios ubicados en distintas posiciones del relieve y los tipos

de pastizales. En otras palabras, el relieve afecta las condiciones mesoclimáticas y estas influyen en la composición florística de los pastizales.

AGRADECIMIENTOS

A los alumnos de la licenciatura en Ecología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo por la colaboración en las tareas de campo. Este trabajo se realizó mediante un Convenio entre la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Plata y el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio. Las Sierras Australes conforman una compleja estructura de plegamiento que poseen un rumbo general NW-SE y se encuentran ubicadas al N y NE de Bahía Blanca (38° S y 61° 47' W). En la parte central de las mismas se halla la Sierra de la Ventana (Cerro Ventana 1136 msm, Tres Picos 1247 msm), que se extiende desde las proximidades de Tornquist hasta cerca de la localidad de Estomba. Su relieve es generalmente abrupto y están surcados por valles transversales que reciben localmente el nombre de "abras".

La temperatura media anual de Sierra de la Ventana es de 14°4 C y las precipitaciones medias anuales van de 809 a 972 mm (Servicio Meteorológico Nacional, 1981). Se desconocen los valores sobre las sierras propiamente dichas.

El tipo de clima (Thorntwaite, 1948) es C2 B' 2 r a', clima húmedo-subhúmedo, mesotermal, con pequeño o nulo déficit de agua. La primavera y verano son los períodos más lluviosos, no obstante existe un déficit de agua estival debido a la gran evapotranspiración.

En invierno las precipitaciones son menores, registrándose frecuentes heladas entre los meses de abril y setiembre, con algunas nevadas ocasionales.

Los pastizales serranos

De las diferentes comunidades de pastizales presentes en la Sierra de la Ventana, fueron elegidas aquellas más representativas en la zona. Estas son denominadas fitosociológicamente, según Frangi y Bottino (1987), de la siguiente manera:

(a) **Pastizal intermedio con *Stipa caudata*.** Esta unidad

ocupa los suelos profundos, sobre relieves suavemente ondulados y llanos de los ambientes periserrano, intraserrano y de llanura. Son pastizales de 80-100 cm de alto formado por matas cespitosas de tipo "tussock" con una cobertura del 100 %. Las muestras se tomaron en un sitio ubicado en el paraje "La Gruta" a una altura de 350 msm.

(b) Pastizal bajo con *Piptochaetium hackelli* + *P. napostaense* y *Briza subaristata*. Se ubica sobre suelos con pendientes suaves de 5-11%, principalmente en la parte proximal del piedemonte. El sustrato está constituido por un suelo poco profundo, con gravillas, escasamente pedregoso en superficie. Es un pastizal con un estrato gramíneo de 50-60 cm de alto, cerrado en ausencia de pastoreo. Las cosechas se realizaron en una comunidad situada dentro de la Reserva Integral "La Blanqueada" a una altura de 550 msm.

(c) Pastizal bajo con *Sorghastrum pellitum* y *Stipa filliculmis*. Esta comunidad ocupa la mayor parte de cumbres y laderas de divisorias secundarias, con abundante pedregosidad, extendiéndose entre los 650-850 msm aproximadamente. Se trata de un pastizal con un estrato de 40-50 cm de alto, en general con una cobertura del 80% y un estrato inferior de unos 10 cm. El sitio estudiado se ubica sobre la ladera del Cerro Destierro 1°, sobre una pendiente del 20% y a 800 msm.

(d) Prados bajos de altura con *Briza subaristata*, *B. brizoides* y *Aira caryophyllea*. Ocupa las partes superiores de las pendientes y cumbres de los cerros, principalmente por encima de los 850 msm. Los suelos son de escasa profundidad y prácticamente sin pedregosidad. Son pastizales con aspecto de prado, de 20-40 cm de alto, húmedos y con una cobertura en general del 100%. El pastizal muestreado se encuentra sobre la cumbre del Cerro Destierro 1° a una altitud de 1.100 msm.

(e) Pastizal intermedio con *Paspalum quadrifarium*. Se encuentra en pendientes y barrancas, muy húmedas de los bordes de cursos de agua serranos. Se trata de un pastizal denso conocido vulgarmente como "pajonal" de 80-100 cm de alto, dominado por ésta única especie que cubre más del 80%. Las muestras se tomaron en un pastizal ubicado en la zona interserrana a una altitud de 320 msm.

(f) Pastizal intermedio con *Festuca pampeana*. Esta comunidad se encuentra sobre las laderas muy pronunciadas, de

exposición sur, con pendientes de aproximadamente 45-50%, raramente desciende por debajo de los 550 msm. Son pastizales de unos 70 cm de alto dominados por *Festuca pampeana*. Los muestreos se realizaron en un "stand" ubicado sobre el Cerro Bahía Blanca, a una altitud de 650 msm, con una pendiente de 45% y exposición SE.

Métodos de cosecha

La biomasa aérea se evaluó utilizando el método de cosecha directa (Milner y Hughes, 1970). Los muestreos se realizaron en diciembre de 1982 y julio de 1983. En cada oportunidad se cosechó la biomasa aérea (verde y seca) y la hojarasca en 10 unidades muestrales de 0,25x1,0 m. Dos unidades fueron cortadas por estratos, fijándose intervalos de 0-10, 10-30, 30-50, 50-70 y 70-100 cm de alto.

El material cosechado se colocó en bolsas de polietileno, y se lo conservó a una temperatura inferior a - 10°C hasta su separación manual.

La biomasa subterránea se valuó en 10 cilindros de acero cada 10 cm (Schuurman y Goedewaagen, 1965). En la comunidad de *S. pellitum* y *S. filiculmis* la pedregosidad impidió el uso de los cilindros por lo que se cosecharon en bloques de suelo de 20x10x10 cm.

La separación de las raíces del suelo se realizó mediante el método de flotación (Böhm, 1979). El material resultante de la cosecha de biomasa aérea y subterránea fue secado en estufa a 70°C durante 48 h y pesado.

RESULTADOS

Estructura de la biomasa

Comunidad de *Stipa caudata* (Fig. 1):

Esta unidad constituye el pastizal de mayor altura de los estudiados (75-85 cm). Las partes vegetativas alcanzaron 75 cm, mientras que con las reproductivas hasta 90 cm. La biomasa aérea total (verde + seco) fluctuó entre 1.625,3 ± 105,7 g/m en julio y 2.798,8 ± 203,9 g/m en diciembre; de los cuales 178,0 ± 16,5 g/m (11%) y 542,6 ± 56,2 g/m (19%) fueron respectivamente, material verde. El material vivo de 0 a 10 cm fue escaso (7% del total). El mayor porcentaje de este compartimiento se observó entre

10-30 cm (50%) en julio y entre 30-50 cm en diciembre. En ambos meses el material seco en pie alcanzó un máximo entre los 10-30 cm.

La hojarasca presente fue de $424,3 \pm 31,6$ g/m y $720,2 \pm 60,4$ g/m en julio y diciembre respectivamente, con un espesor de 5-8 cm.

La biomasa subterránea osciló entre $247,3 \pm 26,3$ g/m (julio) y $311,5 \pm 40,5$ g/m (diciembre). La mayor concentración de raíces (61-65%), se observó entre los 0 y 10 cm. En relación a la biomasa total, la subterránea fue sólo del 8% (julio) y 11% (diciembre) de ésta.

Comunidad de *Piptochaetium hackelli* + *P. napostaense* y *Briza subaristata* (Fig. 2):

El pastizal de "flechillas" presentó una altura de 75 cm en primavera y 65 cm en invierno. La biomasa aérea alcanzó un total en julio y diciembre de $819,7 \pm 55,2$ g/m y $829,4 \pm 75,6$ g/m respectivamente, con diferencias no significativas ($t=0,10$ $P>0,5$). De los cuales $158,9 \pm 17,2$ g/m y $295,1 \pm 11,5$ g/m correspondieron a verde. La mayor concentración de éste último compartimiento se observó entre los 10-30 cm, con marcadas diferencias entre invierno (83 %) y primavera (38 %). El material seco no mostró diferencias entre ambos períodos (46-47 %) y se concentró en los 10 primeros cm.

La hojarasca en ésta unidad estuvo entre $138,6 \pm 12,8$ g/m y $233,7 \pm 8,7$ g/m, constituyendo un mantillo más delgado y menos compacto que en los pajonales.

La biomasa subterránea no mostró diferencias significativas entre ambas fechas de corte ($t=1,59$ $P>0,2$), esta osciló entre $444,2 \pm 51,5$ g/m (julio) y $562,5 \pm 48,2$ g/m (diciembre). La mayor concentración de raíces (58-60%) se observó en los primeros 10 cm y disminuyó gradualmente en profundidad. La biomasa subterránea varió entre el 32 y 35 % de la biomasa total para las dos fechas de cosecha. El perfil del suelo alcanzó 40 cm de profundidad, interrumpido por un manto rocoso.

Comunidad de *Sorghastrum pellitum* y *Stipa filliculmis* (Fig. 3):

Este pastizal mostró una altura de 60 cm en la época primaveral, de los cuales las partes vegetativas alcanzaron solamente los primeros 30 cm y el resto las reproductivas. La masa aérea total fue de $656,5 \pm 49,7$ g/m y $710,6 \pm 45,9$ g/m para julio y diciembre respectivamente; de los cuales $54,2 \pm 4,03$ g/m y $93,2 \pm 8,1$ g/m fueron material verde y el resto seco en pie. El material

verde no mostró diferencias significativas ($t=0,26$ $P >0,5$) para ambas fechas de corte. En el mes de diciembre el mayor porcentaje de material verde (52 %) se concentró en los primeros 10 cm, mientras que en la estación invernal el 100 % se observó en ese estrato.

La hojarasca alcanzó valores de $303,9 \pm 10,4$ g/m y $151,5 \pm 12,07$ g/m. El espesor fue de 2 cm, principalmente bajo las matas de *S. pellitum*.

La biomasa radical no varió significativamente ($t= 2,02$ $P >0,5$) entre julio ($788,7 \pm 43,0$ g/m) y diciembre ($1.043,6 \pm 112,0$ g/m) y representó entre el 54 y el 64 % de la biomasa total. El 77-85 % de la masa de raíces se concentró en los primeros 10 cm de suelo.

Comunidad de *Briza subaristata*, *B. brizoides* y *Ara caryophyllea* (Fig. 4):

La altura de la vegetación en primavera fue de 55 cm, alcanzando las partes vegetativas los primeros 30 cm. La biomasa aérea total para julio y diciembre fue de $345,5 \pm 32,6$ g/m y $174,6 \pm 15,2$ g/m respectivamente, de los cuales $29,6 \pm 3,9$ g/m - $53,9 \pm 4,8$ g/m correspondieron al compartimiento verde. Los valores elevados del material seco para el mes de julio evidencian un probable pico de biomasa verde con anterioridad a la fecha de corte. Durante la época invernal, el 100% de la biomasa verde se concentró en los primeros 10 cm y la vegetación alcanzó una altura de 30 cm.

El mantillo varió entre $120,3 \pm 14,2$ g/m en el mes de julio a $21,8 \pm 3,9$ g/m en el mes de diciembre.

La biomasa subterránea osciló entre $852,6 \pm 69,6$ g/m y $1.349,3 \pm 121,9$ g/m para julio y diciembre, respectivamente. El 72-95% del total se concentró en los primeros 20 cm. La biomasa subterránea alcanzó el 64-87 % de la biomasa total. La profundidad del perfil de suelo fue de 25 cm, con escasa pedregosidad.

Comunidad de *Paspalum quadrifartum* (Fig. 5):

En el sitio estudiado las partes aéreas llegaron a los 75 cm de altura en primavera. La biomasa aérea fluctuó entre $2.087,1 \pm 177,0$ g/m a $2.648,6 \pm 223,4$ g/m para ambas fechas de corte. La masa verde de $235,17 \pm 31,4$ g/m y $616,81 \pm 73,8$ g/m, representó el 11-13 % de la biomasa total aérea. El material seco que se concentró en los primeros 10 cm representó el 58-48 % de la masa seca en pie. El mayor porcentaje de biomasa verde (60-52 %) se concentró entre los 10 y 30 cm.

La hojarasca varió sustancialmente de julio a diciembre, de

234,3 ± 31,6 g/m a 858,2 ± 94,6 g/m , con un espesor de 5-8 cm distribuida generalmente en forma irregular.

La biomasa subterránea representó solamente el 8-10 % de la biomasa total, alcanzando 266,3 ± 28,6 g/m - 295,5 ± 32,6 g/m en julio y diciembre respectivamente, siendo estas diferencias no significativas ($t=0,64$ $P > 0,5$). El mayor porcentaje de biomasa radical se concentró entre los 0-10 cm de profundidad del perfil (43-64 %). Las raíces mostraron una tendencia marcada a distribuirse paralelamente a la superficie. No se detectaron raíces por debajo de los 50 cm.

Comunidad de *Festuca pampeana* (Fig. 6):

La altura de ésta comunidad fue de 70 cm en invierno y 90 cm en la estación primaveral al agregarse las inflorescencias. La biomasa aérea osciló entre 1.744,5 ± 185,4 g/m y 2.245,2 ± 273,4 g/m para julio y diciembre respectivamente. La biomasa verde representó el 17-21 % del total aéreo, la mayor concentración se observó entre los 10 y 30 cm en ambos momentos y la biomasa en pie seca fue máxima en los primeros 10 cm disminuyendo con la altura del dosel herbáceo. La masa verde fue de 290,5 ± 20,7 g/m - 467,1 ± 42,6 g/m , en tanto que el material seco fue de 1.454,0 ± 123,0 g/m - 1.778,1 ± 130,8 g/m .

La hojarasca en ésta unidad fue de 410,2 ± 41,8 g/m en julio y 647,8 ± 59,7 g/m en diciembre, concentrándose bajo las matas de *F. pampeana*.

La biomasa subterránea representó el 22-23 % de la biomasa total. La mayor masa se observó en los primeros 10 cm del suelo (48-50 %). La biomasa radical varió entre 837,8 ± 68,6 g/m y 1.169,6 ± 121,9 g/m lo que significa que es el pastizal tipo "tussock" con mayor biomasa subterránea.

Análisis comparativo

En todos los pastizales en el mes de diciembre la mayor proporción del compartimiento verde en relación a la biomasa aérea, se encontró en la mitad inferior del perfil de vegetación (Fig. 7). En los pastizales cortos (**c** y **d**) la mayor proporción se localizó entre los 0-10 cm. En tanto en las comunidad **b** (flechillar) la mayor proporción de biomasa verde aérea se encuentra desplazada hacia los 10-30 cm. Este pastizal tiene un desarrollo vertical mayor que las dos anteriores y una biomasa un poco más elevada que la comunidad **c**. En las comunidades **e** y **f** (de tipo "tussock"), hay una reducción marcada en los primeros 10 cm y una tendencia creciente a aumentar la proporción de éste compartimiento hacia la parte

media del mismo de acuerdo con el incremento de la biomasa aérea. Asimismo, el compartimiento verde disminuye más marcadamente entre los 10-30 cm en los sitios de pendientes más suaves (comunidades **a** y **e**). *F. pampeana*, de los tres pastizales "tussock", fue el de menor biomasa aérea, con una elevada concentración (68 %) en la parte inferior de las matas (10-30 cm).

Reuniendo los sitios localizados a lo largo del gradiente altitudinal bajo condiciones de solana (comunidades **a**, **b**, **c** y **d**), excluyendo a los sitios muy húmedos (sitio **e**) o de umbría (sitio **f**), puede destacarse las siguientes tendencias de la biomasa. La biomasa aérea muestra una tendencia exponencial a disminuir con el incremento de la altura (Fig. 8a). Por el contrario, la biomasa subterránea manifiesta una tendencia lineal a aumentar con el incremento de la misma (Fig. 8b).

Teniendo en cuenta la totalidad de los sitios se observa que, al ascender en la sierra, la relación biomasa subterránea/biomasa total (**BS/BT**) y biomasa subterránea/biomasa verde (**BS/BV**) aumenta (Tabla 1). Ambos índices muestran que existe un esfuerzo superior en los pastizales de crestas y faldeos en sostener una alta biomasa aérea activa. Esta última se incrementa en la parte basal donde se localizan los pastizales de solana de mayor biomasa verde (*S. caudata*) y menor cociente **BS/BV**. El pastizal de *P. quadrifarium* presenta un bajo índice **BS/BV**; o sea un bajo esfuerzo de estructuras subterráneas para sostener la masa aérea viva.

Dicho índice es doble a quintuple en el pastizal de *F. pampeana*, el pastizal serrano de mayor biomasa total (aérea + subterránea). Esto indica que si bien está en faldeos de umbría, frescos y con suelos húmedos durante buena parte del año, requiere un esfuerzo superior para sostener la biomasa aérea.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Independientemente de la época de muestreo, hay una clara reducción de la estructura vertical de las comunidades asociada con el gradiente complejo altitudinal en condiciones de solana. En los pastizales de altura la estructura aérea reducida y el gran desarrollo de la masa subterránea constituye una respuesta adecuada para satisfacer los requerimientos hídricos, sobre un sustrato fino, somero, con base impermeable y en condiciones de fuerte viento.

Comparando los pastizales típicamente serranos de solana y umbría a similar altitud, aquellos pastizales que reciben menor radiación solar directa (pastizales de *F. pampeana*, en pendientes fuertes y exposición sur) poseen mayor biomasa total, y menores

cocientes **BS/BV** y **BS/BT**. Para pastizales de igual fisonomía de Nueva Zelanda, Williams (1977), estimó valores de biomasa aérea semejantes a los datos aquí presentados, aunque los de biomasa subterránea fueron más elevados.

F. pampeana, presentó una elevada concentración del compartimiento verde en la parte inferior de las matas. Probablemente las pendientes muy fuertes al sur, que determinan un prolongado período sin luz directa entre otoño e invierno, pero que recibe en verano las mayores intensidades del área serrana (Kristensen, 1992), genera una mayor demanda estacional transpiratoria de la vegetación y evaporativa del suelo.

Los faldeos están sometidos por sus pendientes a un mayor drenaje, facilitando una rápida infiltración y escurrimiento lateral. Bajo éstas condiciones la estructura aérea disminuye, pero la subterránea se concentra, proporcionalmente más, superficialmente (pastizales con *S. pellitum*).

A menor altura, en el pastizal de "flechillas", sobre una pendiente suave y sustrato impermeable rocoso, la estructura subterránea disminuye en biomasa y decrece menos abruptamente en porcentaje. Se ha observado que estos pastizales reciben un aporte lateral de agua que escurre desde fuentes más altas proveyendo un suministro extra respecto de las precipitaciones *in situ*.

Los pastizales basales presentaron la menor biomasa subterránea de todos los pastizales estudiados, en relación con la alta masa aérea. La profundidad de los suelos y la alcanzada por las raíces, fue la máxima observada en los pastizales estudiados. El desarrollo vertical de la masa aérea conforma una estructura donde el material seco y la hojarasca juegan un rol preponderante. Por un lado, en la intercepción del agua de lluvia durante las precipitaciones de corta duración e intensidad, como así también en la penetración de la luz y en la disminución de la velocidad del viento y reducción de la evaporación dentro de la masa vegetal (Kristensen, 1992).

S. caudata es la única especie que domina los pastizales densos de la parte basal sin disturbio reciente y su estructura en "tussock" es una forma resistente a la sequía periódica. Los suelos profundos sin pedregosidad sobre los que se asienta tienen una gran capacidad de retención de agua. Este hecho vinculado al período de mayor actividad de éste pastizal, cuyo ciclo es básicamente primaveral y coincidente con altas precipitaciones, parecen explicar la baja proporción raíces/biomasa total, aún cuando a mediados del estío puedan sufrir sequías. Los pastizales de *S. caudata* poseen una elevada biomasa aérea y baja diversidad en ausencia de pastoreo o fuego (Frangi *et al.* 1980). Dicha biomasa adquiere un desarrollo tal (90 cm) que no permite la penetración de

luz, lo cual impide la entrada de otras especies. Al actuar alguno de los factores mencionados, el perfil de luz cambia, con el consecuente cambio en la composición florística, lo cual favorecería por un lado, a una mayor proporción de dicotiledóneas y por otro estar expuesto a ciertos riesgos de erosión.

La estructura de los distintos pastizales constituye una estrategia adaptativa tendiente a sostener un balance hídrico favorable durante el período de crecimiento. Este balance depende de la combinación de diversos factores, algunos de naturaleza edáfica (profundidad, pedregosidad) y otros topográficos (pendiente, posición relativa del relieve). Algunas variables convergen con igual sentido y efecto en el gradiente altitudinal, otras en cambio parecen oponerse. Por ejemplo el déficit de saturación y la temperatura disminuye con la altitud, disminuyendo en esa dirección su efecto positivo sobre las pérdidas de agua (Kristensen, 1992), en tanto la velocidad del viento aumenta hacia las cumbres incrementando su efecto acelerador de la evapotranspiración. Las temperaturas medias más bajas y la menor amplitud térmica de las cumbres afectan el crecimiento y tamaño de las plantas. Es notable el mayor tamaño en zonas más bajas de especies de amplia distribución (ej: *Briza brizoides*, *B. subaristata*). Los suelos son más pedregosos en los faldeos, que en las crestas y en áreas pedemontanas. La profundidad en general tiende a disminuir con el aumento de la altitud. Las pendientes serranas son debidas esencialmente al control de las estructuras de plegamiento y, en los sectores basales, el material cólico y fluvial definen un relieve más suave y una mayor proporción de partículas finas que influyen sobre la retención de agua y por lo tanto sobre su disponibilidad para la vegetación.

La mayor proporción de biomasa radical encontrada a mayor altitud, constituye un elemento de cohesión para el suelo que aumenta su resistencia a los fenómenos erosivos y manifiesta el valor protector de la vegetación. Esa masa subterránea ha de ser significativa en su contribución a la materia orgánica del suelo. El uso forrajero de los pastizales serranos debería considerar esta contribución esencial a la estabilidad de los suelos por parte de los pastizales cortos.

Son necesarios estudios de productividad que permitan ver los aspectos dinámicos, que junto a la estructura, son relevantes para comprender acabadamente la estrategia de estas comunidades.

BIBLIOGRAFIA

- BÖHM, W. 1979. *Methods of Studying Root Systems*. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York.
- FRANGI, J.L., N.E. SÁNCHEZ, M.G. RONCO, G.S. ROVETTA Y R.L. VICARI, 1980a. Dinámica de la biomasa y productividad primaria aérea neta de un pastizal de "flechillas" de Sierra de la Ventana (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Arg. Bot.*, XIX (1-2):203-228
- 1980b. Efecto del fuego sobre la composición y dinámica de la biomasa de un pastizal de Sierra de la Ventana (Bs. As., Argentina). *Darwiniana* 22 (4):565-585
- FRANGI, J.L. Y O.J. BOTTINO. 1987. *Comunidades Vegetales de la Sierra de la Ventana* (Pcia de Buenos Aires, Argentina). *Dir. Rec. Nat., M.A.A., Pcia de Buenos Aires*
- KRISTENSEN, M.J. 1992. *Características microclimáticas de las Sierras de Ventana y su relación con la vegetación*. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata, 366 págs.
- MILNER, C. y R.E. HUGHES. 1970. *Methods for the measurement of the Primary Production of Grasslands*. IBP Handbook N°6 Blackwell.
- SCHUURMAN, J.J. y M.A.J. GOEDEWAAGEN. 1965. *Methods for the examination of Root Systems and Roots*. Wageningen.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1981. *Estadística Climatológica 1961-1970 Serie B N°35 Fuerza Aérea Argentina*, Buenos Aires.
- THORNTON, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *The Geogr. Review* 38(1):55-94.
- WILLIAMS, P.A. 1977. Growth, biomass, and net productivity of tall-tussock (*Chionochloa*) grasslands, Canterbury, New Zealand. *N. Z. Jour. Bot.* 15:399-442

Cocientes biomasa subterránea/biomasa total (**BS/BT**)
y biomasa subterránea/biomasa verde (**BS/BV**)
de los pastizales estudiados.

TABLA 1:

Pastizal (altitud msm)	BS/BT		BS/BV	
	Jul	Dic	Jul	Dic
(a) <i>Stipa caudata</i> (350)	0.13	0.10	1.39	0.57
(b) <i>Piptochaetium hackellii</i> + <i>P. napostaense</i> y <i>Briza subaristata</i> (550)	0.35	0.40	2.80	1.91
(c) <i>Sorghastrum pellitum</i> y <i>Stipa filiculmis</i> (800)	0.55	0.59	14.53	11.20
(d) <i>Briza subaristata</i> , <i>B. brizoides</i> y <i>Atra caryophyllea</i> (1050)	0.71	0.89	28.80	25.03
(e) <i>Paspalum quadrifarium</i> (320)	0.11	0.10	1.13	0.48
(f) <i>Festuca pampeana</i> (650)	0.32	0.34	2.88	2.50

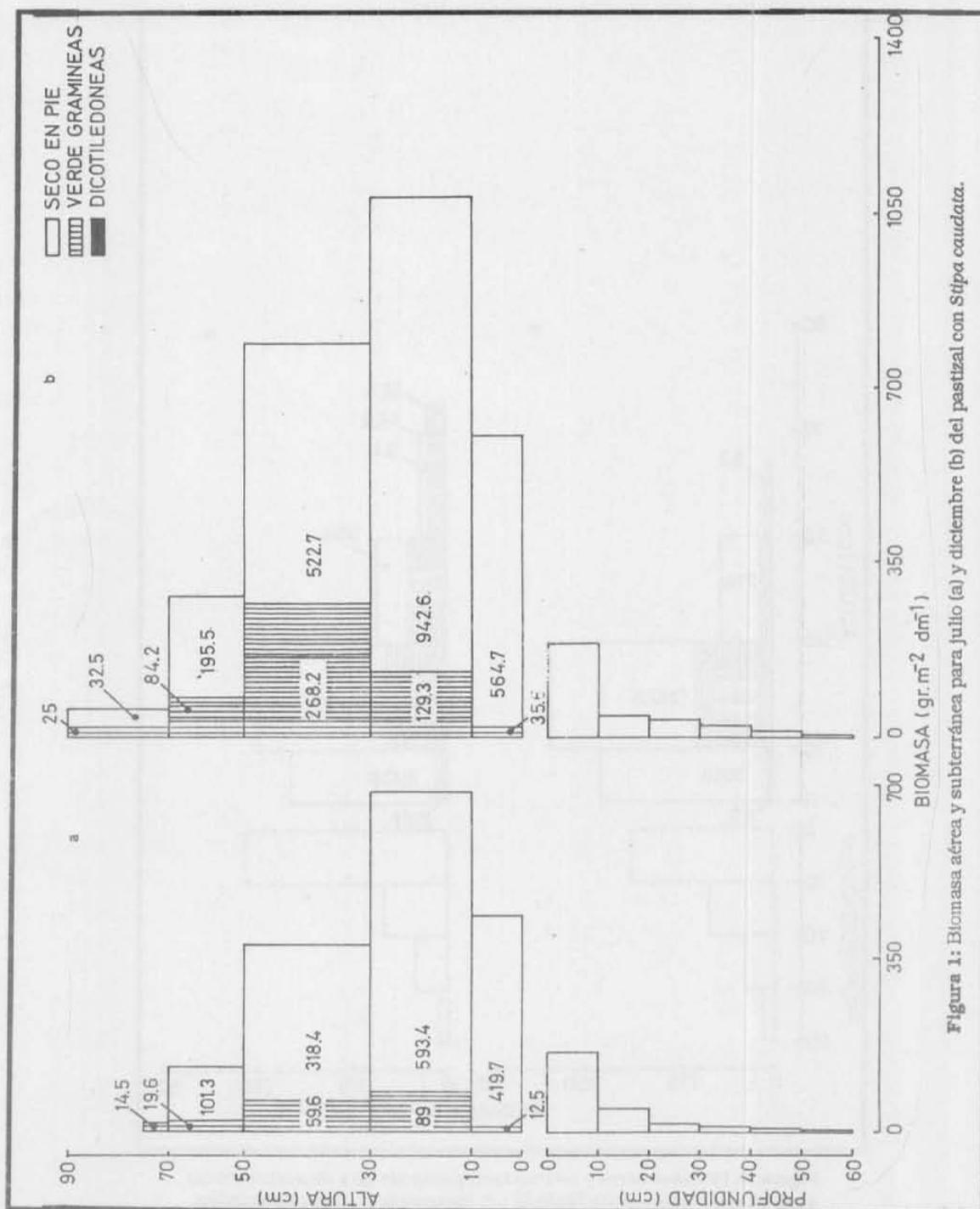


Figura 1: Biomasa aérea y subterránea para julio (a) y diciembre (b) del pastizal con *Stipa caudata*.

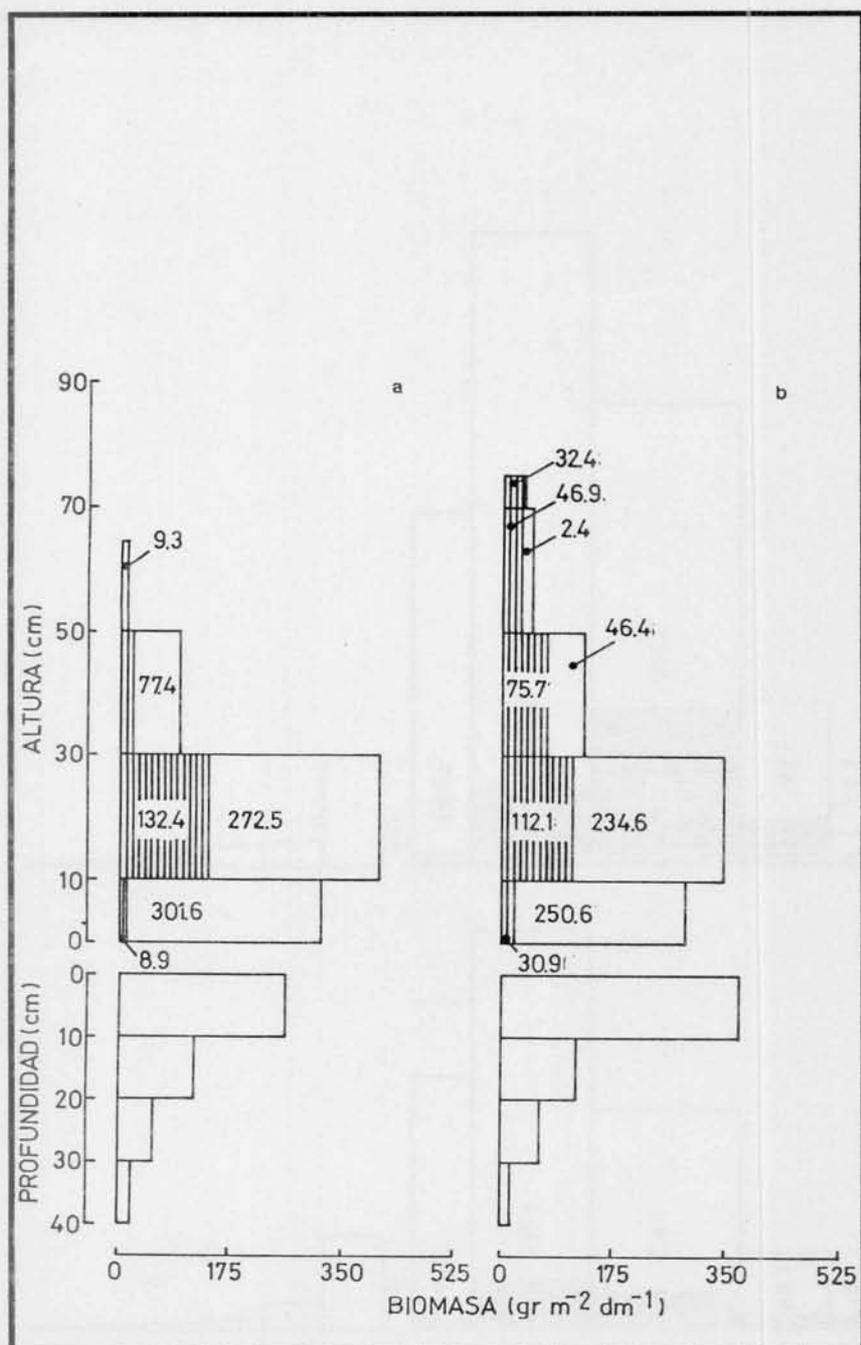


Figura 2: Biomasa aérea y subterránea para julio (a) y diciembre (b) del pastizal con *Piptochaetium hackelli* + *P. napostaense* - *Briza subaristata*.

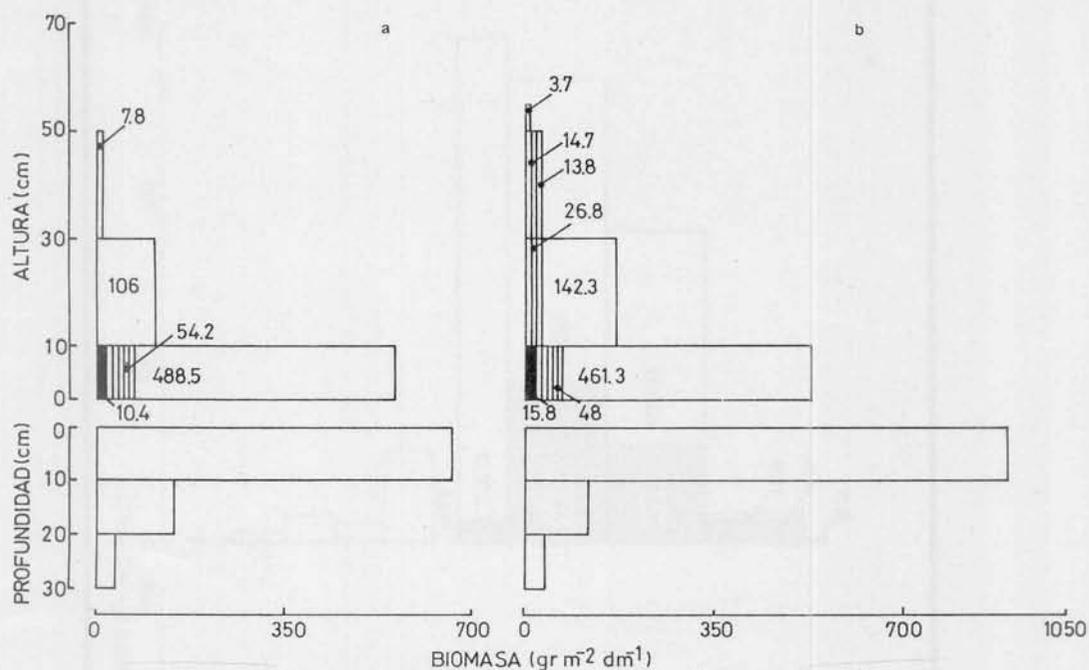


Figura 3: Biomasa aérea y subterránea para julio (a) y diciembre (b) del pastizal con *Sorghastrum pellitum* - *Stipa filiculmis*.

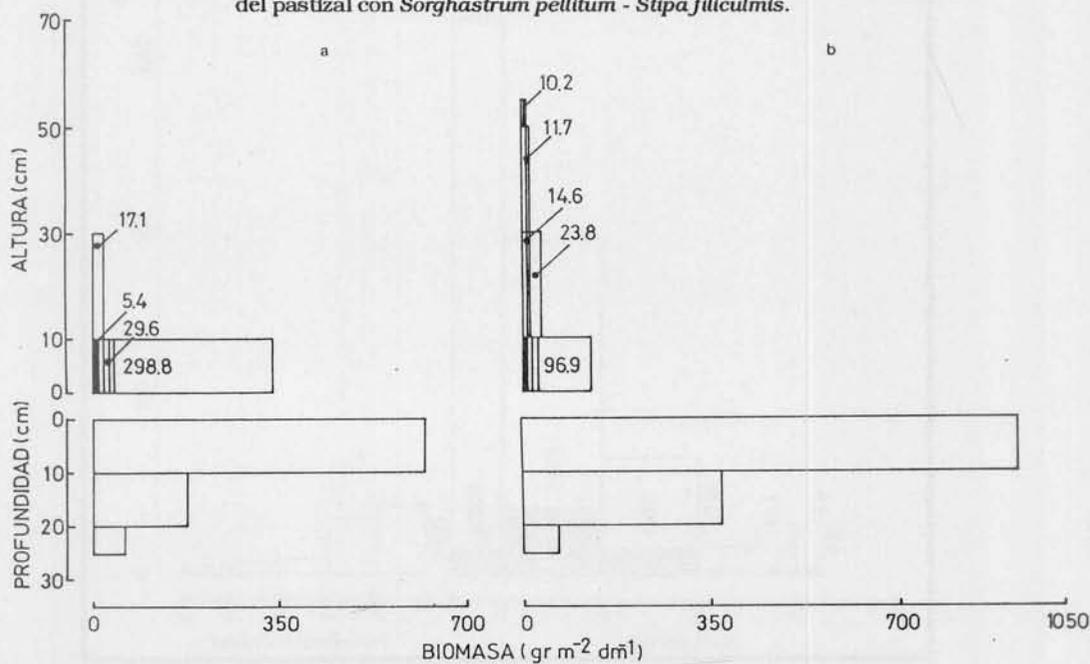


Figura 4: Biomasa aérea y subterránea para julio (a) y diciembre (b) del pastizal con *Briza subaristata* - *Briza brizoides* - *Aira caryophyllea*.

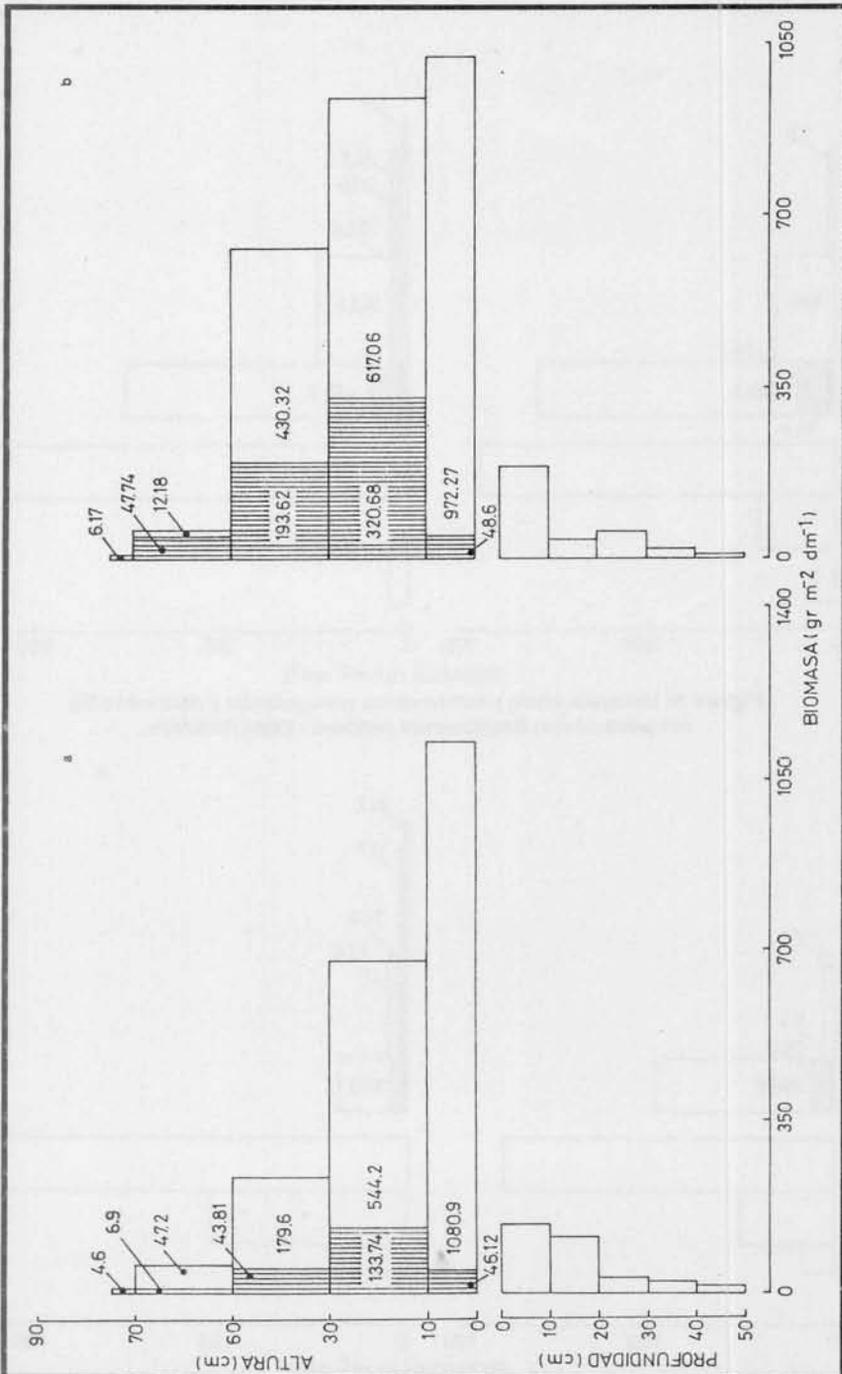


Figura 5: Biomasa aérea y subterránea para julio (a) y diciembre (b) del pastizal con *Paspalum quadrifarium*.

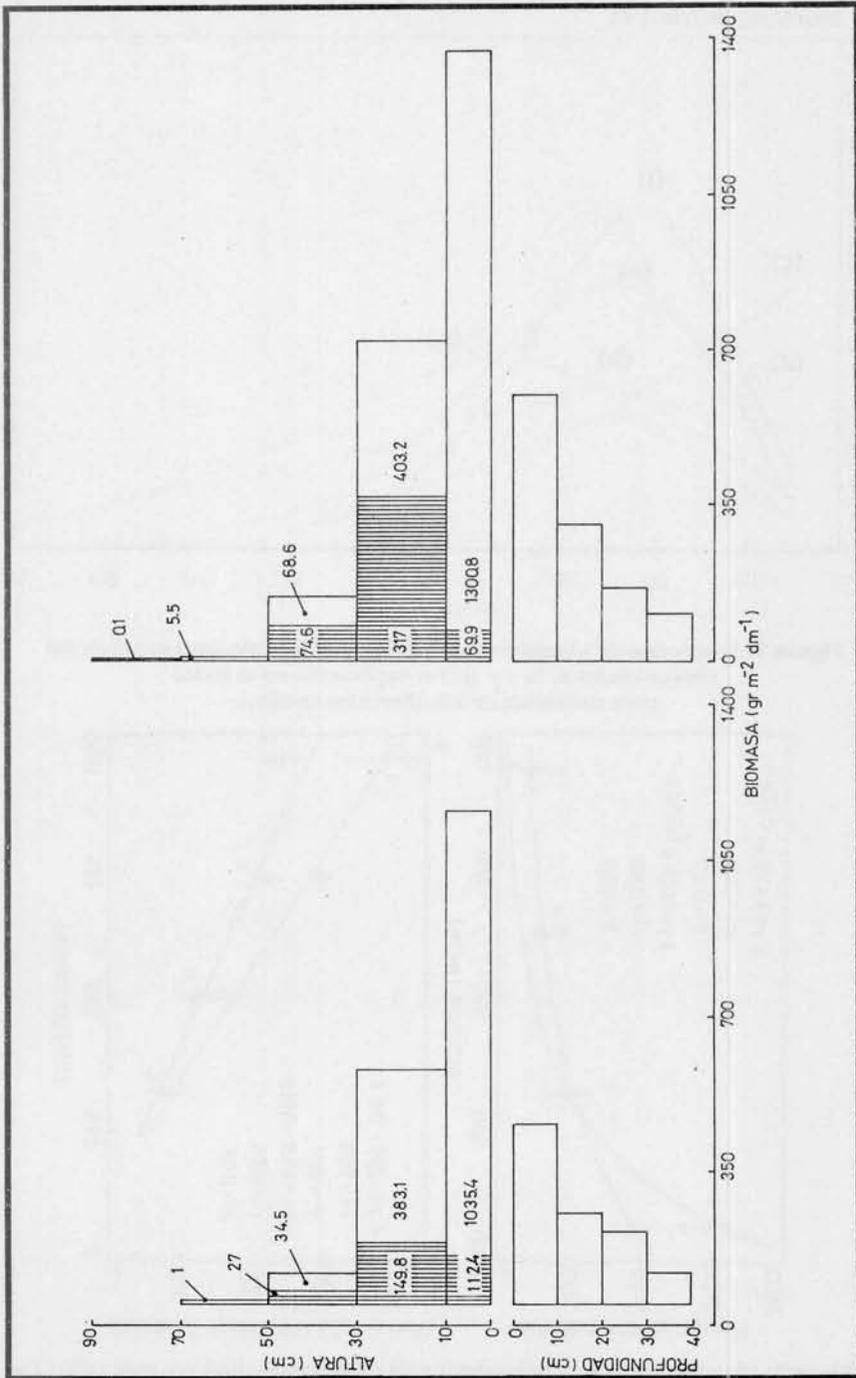


Figura 6: Biomasa aérea y subterránea para julio (a) y diciembre (b) del pastizal con *Festuca pampeana*.

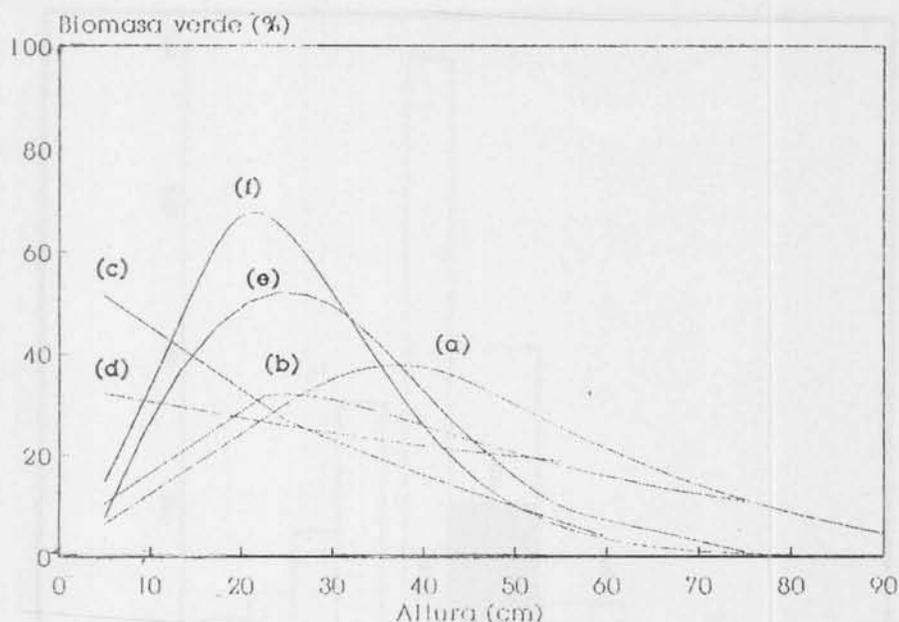


Figura 7: Proporción de biomasa verde (%) respecto a la biomasa aérea de las comunidades a, b, c y d (Ver explicación en el texto) para diciembre en los diferentes estratos.

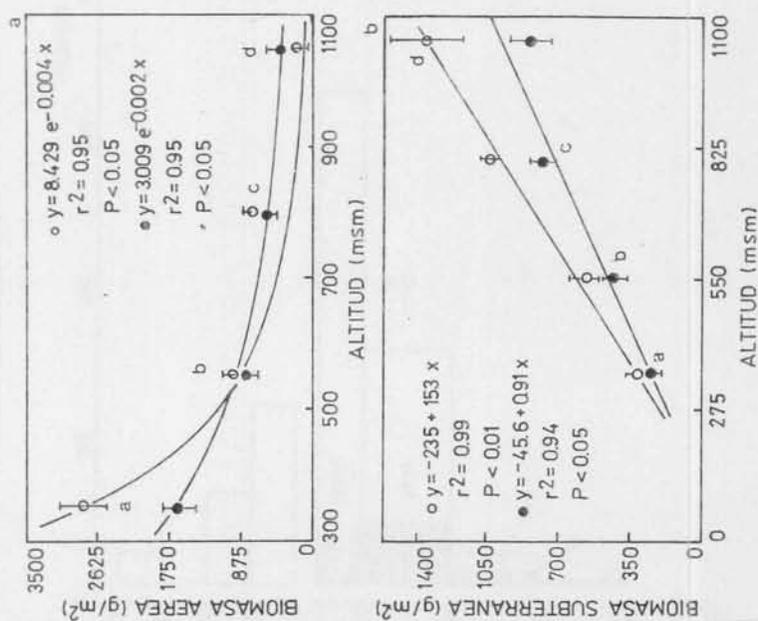


Figura 8: Biomasa aérea (a) y subterránea (b) a diferentes altitudes para julio (●) y diciembre (○) (media ± error estándar) de las comunidades a, b, c y d (Ver explicación en el texto).

