

**INDICADORES DE RECEPTIVIDAD OVINA EN TRES
ÁREAS ECOLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ**

Miguel Alberto Andrade

Trabajo de tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al
grado de

MAGISTER SCIENTIAE

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL DE
MAR DEL PLATA**

Balcarce, Argentina

2010

**INDICADORES DE RECEPTIVIDAD OVINA EN TRES
ÁREAS ECOLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ**

Miguel Alberto Andrade

.....
Directora de Tesis (María Silvia Cid, Ph.D.)

.....
Co-Director de Tesis (Gabriel Esteban Oliva, Dr.)

**INDICADORES DE RECEPTIVIDAD OVINA EN TRES
ÁREAS ECOLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ**

Miguel Alberto Andrade

Aprobada por:

.....
Evaluador/a
Ing. Agrónoma (DEA) Marta Collantes

.....
Evaluador/a
Dr. Andrés F. Cibils

.....
Evaluador/a
Dr. Osvaldo R. Vignolio

AGRADECIMIENTOS

A Silvia Cid, mi directora de tesis por brindarme su apoyo y dedicación durante el transcurso de estos años para el desarrollo de la presente tesis.

A Gabriel Oliva mi co-director de tesis por sus comentarios y aportes durante el desarrollo del escrito final.

A los integrantes del comité evaluador externo, Marta Collantes, Andrés Cibils y Osvaldo Vignolio, por sus observaciones y comentarios que permitieron una mejora del manuscrito final.

A Gabriela Cendoya y Adriana Cano por su asesoramiento en la evaluación de los resultados.

A Juan Carlos Kofalt, Daniel Barría, Roberto Álvarez, Eugenia Vivar, Leonardo Huertas, Daniela Ferrante y Paula Paredes por su colaboración en las salidas de campo.

A Gervasio Humano, que colaboró con tareas de campo y recolección de datos meteorológicos.

A Vanesa Torres y Paula Paredes, del laboratorio de Teledetección de la EEA Santa Cruz por suministrar los datos de EVI.

A Rosa Kofalt, que realizó el trabajo de administración de los proyectos involucrados en el financiamiento del trabajo de campo.

A Katiza Dragnic y Amanda Manero, que realizaron las observaciones microhistológicas.

A Diego Suárez, que colaboró con datos previos de la Ea. La Realidad.

A Guillermo Clifton, que colaboró en la discusión de la metodología y la interpretación de los datos en relación a la evaluación de la receptividad.

A las chicas del casino dormitorio por brindar su buen humor durante todas las mañanas, Graciela, Mónica y Vanesa.

A todos esos amigos y compañeros que conocí durante mi estadía en Balcarce en el casino dormitorio, con quienes compartí gratos momentos y largas charlas que recordaré siempre: Jorge, Ana Laura, Sebastián, Roxana, Martín, Mariel, Leandro, Laura A., Pablo, Florencia, Carlos, Laura M., Ernesto, Laura C., Germán, Diego M., Romina, Ignacio, Silvina, Eduardo, Lorena, Diego O., Ingrid, José, Demian, Francisco, Estanislao.

ÍNDICE

INTRODUCCION GENERAL	1
HIPÓTESIS:	5
OBJETIVOS GENERALES	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
 CAPÍTULO I: Acumulación de biomasa total y estructura de la vegetación.....	7
de tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz	7
INTRODUCCIÓN	7
MATERIALES Y MÉTODOS	10
Área de estudio.....	10
Meseta Central (MC)	10
Estepa Arbustiva del Golfo San Jorge (GSJ).....	11
Matorral de Mata Negra (MMN).....	12
Acumulación total de biomasa	16
Cobertura de suelo, estratos y especies	17
Análisis de los datos	17
RESULTADOS.....	19
Precipitación, temperatura y estado de la vegetación	19
Índice mejorado de la vegetación (EVI).....	20
Biomasa total acumulada.....	23
Biomasa por estratos	23
Cobertura.....	26
DISCUSIÓN	32
 CAPÍTULO II: Patrones de selección de la vegetación por ovinos en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz	37
INTRODUCCION	37
MATERIALES Y MÉTODOS	42
Área de estudio.....	42
Composición botánica de las dietas	42
Variabilidad por estratos y especies de las dietas	42
Selectividad	43
Valor nutritivo de especies y estratos en la vegetación	44
RESULTADOS.....	46
Variabilidad por estratos y especies de las dietas	46
Selectividad	50

Valor nutritivo de especies y estratos en la vegetación	53
DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES GENERALES	64
BIBLIOGRAFÍA.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales variables descriptivas de los sistemas ganaderos de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Para cada especie, entre paréntesis se indica el estrato al que pertenece: a (arbusto), c (coironal), i (intercoironal), s (subarbusto).	13
Tabla 2: Variables de uso ganadero de tres potreros seleccionado al azar en un establecimiento representativo de cada una de tres áreas ecológicas de la provincia de santa Cruz. MC= Meseta central (Ea. Cerro el Bombero) , GJS = Golfo San Jorge (Ea. El Moscoso), MMN = Matorral de Mata Negra (Ea. La Realidad). Diciembre 2007.....	14
Tabla 3: Aporte porcentual ($\bar{x} \pm ES$) por estrato a la biomasa total acumulada durante primavera y principios de verano en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.....	25
Tabla 4: Géneros y/o especies de arbustos y subarbustos presentes en áreas excluidas al pastoreo durante la primavera y el inicio del verano de 2008 en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz.	26
Tabla 5: Cobertura por estratos y especies de la vegetación ($\bar{x} \pm ES$) de tres áreas ecológicas de Santa Cruz (%). Diciembre 2007-Enero 2008.	29
Tabla 6: Biomasa total (MS: kg*ha ⁻¹), Forraje disponible (MS: kg*ha ⁻¹) y Receptividad estimada (EOP*ha ⁻¹) \bar{x} para tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz.	31
Tabla 7: Composición botánica de la dieta de ovinos ($\bar{x} \pm ES$) en tres áreas ecológicas de Santa Cruz (%). Diciembre 2007-Enero 2008..	48
Tabla 8: Selectividad general y por cada estrato (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) $\bar{x} \pm ES$ de ovinos en tres cuadros de cada una de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz (n=3). Período Diciembre 2007-Enero 2008.	51
Tabla 9: Participación en dieta (%), Proteína Bruta (%), Digestibilidad de la materia seca (%), Proteína total (gr y %) de las principales especies detectadas en dietas de ovinos en tres áreas ecológicas: Meseta Central, Golfo San Jorge y Matorral de Mata Negra. Diciembre 2007-Enero 2008.....	54
Tabla 10: Estimación de oferta forrajera (biomasa forrajeable) y el consumo esperado de cada estrato por animal en función de la participación en la dieta, con una asignación de 513 kg MS*animal ⁻¹ *año ⁻¹ . Se indica la superficie necesaria por animal y	

la receptividad sustentable (Equivalentes ovinos*ha⁻¹*año⁻¹) para que el consumo de cada estrato no supere el 30% de la biomasa forrajeable.....55

Tabla 11: Estimación de receptividad ganadera (EOP*ha*año⁻¹) para tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. En todos los casos se consideró una asignación de 513 kg MS/ha*animal. Oferta forrajera: ¹PPNA= (0.6*pp)-36; ²Sistema Regional Soporte de Decisiones ³Relación PPNA/NDVI ⁴Biomasa total (Capítulo I) y ⁵Receptividad teórica sustentable por estrato (Capítulo II)..... 56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Las letras individualizan a las áreas consideradas en este estudio. MC=Meseta Central, GSJ=Golfo San Jorge, y MMN=Matorral de Mata Negra.	11
Figura 2: Precipitación y temperaturas medias mensuales históricas y del período primavera-inicio del verano 2007-2008, en dos áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz.....	20
Figura 3: Promedio mensual del Índice Mejorado de la Vegetación (EVI) ($\bar{x} \pm ES$) en el período 2000-2010 en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz	21
Figura 4: Evolución del Índice Mejorado de la Vegetación (EVI) en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Septiembre 2000- Abril 2010.....	22
Figura 5: Biomasa total acumulada durante primavera y principios de verano ($\bar{x} \pm ES$) en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.	23
Figura 6: Variabilidad en el aporte de cuatro estratos (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) a la biomasa acumulada por ha durante primavera-inicio del verano en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.....	24
Figura 7: Biomasa acumulada (MS: kg*ha ⁻¹) durante la primavera y principios de verano ($\bar{x} \pm ES$) en los diferentes estratos de la vegetación de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.....	25
Figura 8: Variabilidad del tipo de cobertura de suelo (vegetación, mantillo, suelo desnudo y pavimento de erosión) en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.....	26
Figura 9: Variabilidad del tipo de cobertura por estrato (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.....	27
Figura 10: Porcentajes de tipos de cobertura de suelo y estratos en la vegetación en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz: Meseta Central, Golfo San Jorge y Matorral de Mata Negra.	28
Figura 11: Variabilidad en la composición botánica del pastizal en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre-2007-Enero 2008.	30

Figura 12: Relaciones entre la cobertura y disponibilidad relativas de arbustos (A) y subarbustos (B) en tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.....	31
Figura 13: Evolución del stock ganadero ovino (miles de cabezas) en tres departamentos de la provincia de Santa Cruz: Río Chico, Deseado y Corpen Aike. Período: 1937-2002.....	38
Figura 14: Variabilidad de los porcentajes de diferentes estratos de vegetación (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) en las dietas de ovinos en sitios de tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007–Enero 2008. ..	46
Figura 15: Porcentajes promedio ($\bar{x} \pm ES$) de los 4 estratos en la vegetación en las dietas de ovinos de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.....	49
Figura 16: Variabilidad de la composición botánica de dietas de ovinos en diferentes sitios de tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007–Enero 2008.	50
Figura 17: Relaciones entre la disponibilidad de arbustos (A) y subarbustos (B) en la vegetación y sus porcentajes en las dietas de ovinos en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.....	53

RESUMEN

En Patagonia Sur los cálculos de receptividad ganadera se basan en la estimación de la oferta forrajera de gramíneas bajas. Sin embargo, los arbustos y subarbustos representan hasta el 75% de la PPNA en algunas de las áreas ecológicas de la región, y algunas de sus especies tienen altos valores de proteína. El objetivo de este estudio fue evaluar los siguientes indicadores de la receptividad ganadera ovina en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz y explorar su variabilidad: 1- acumulación de forraje, 2- cobertura de estratos (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) y especies, y 3- uso de estratos y especies por ovinos. Las áreas ecológicas consideradas fueron Meseta Central (MC), Golfo San Jorge (GSJ) y Matorral de Mata Negra (MMN). En cada área se seleccionó un establecimiento representativo y en cada uno de ellos se escogieron al azar 3 cuadros y se establecieron 3 sitios por cuadro. En enero de 2008 en cada sitio se estimó para cada estrato y especie: su disponibilidad en la vegetación (por cosecha en una clausura), su cobertura (por 100 determinaciones puntuales sobre una transecta de 200 m) y además su porcentaje en las dietas de los ovinos (por microhistología de heces). Además, se estimó el valor nutritivo (%DMS y %PB) del intercoironal y de las especies más abundantes en las dietas y se calcularon índices de selectividad (IS) por estratos y especies, utilizando dos estimadores de su abundancia en la vegetación: cobertura y disponibilidad. Finalmente, con los porcentajes en las dietas y los datos de valor nutritivo estimados, se calculó el aporte de PB que realizan al forraje consumido el intercoironal y las especies individuales. La variabilidad de los datos entre áreas y sitios se exploró por ACP, y las diferencias entre áreas se analizaron por ANVA. En promedio la biomasa total acumulada fue un 83% mayor en MC que en las otras dos áreas (MC=268±40a, GSJ=149±42b y MMN=144±19b MS:kg*ha⁻¹). El intercoironal representó el 16 y el 61% para MC, GSJ y MMN, respectivamente, y los estratos leñosos en conjunto el 65, 54 y 20%. La cobertura vegetal fue un 15% superior en MC que en las otras dos áreas (MC=61,0, GSJ=55,3 MMN=52,7). La mayor cobertura de arbustos se registró en el área de MMN (24%), en MC y GSJ la cobertura de este estrato fue de 9 y 4%, respectivamente. Las dietas estuvieron integradas principalmente por especies del intercoironal (MC=68, GSJ=59 y MMN=82%) y los estratos leñosos representaron el 31, 37 y 8%, para las mismas áreas, respectivamente. Sólo 6 ítems estuvieron presentes en más del 10% en las dietas promedio (MC=4, GSJ=3 y MMN=4) y en conjunto representaron el 70, 54 y 74% del total. Según el área ecológica, entre el 68 y 86% de la proteína total de las dietas fue aportado por el intercoironal y en MC y GSJ el 17 y 20% por *Chuquiraga sp*, el único ítem del componente subarbustivo que estuvo presente en porcentajes mayores al 16% en las dietas y cuyas flores tienen 6% de proteína. En las tres áreas el intercoironal fue siempre seleccionado y el coironal y subarbustos evitados. El patrón de selección de arbustos fue más complejo. En GSJ fueron seleccionados en función de su cobertura pero evitados en función de su disponibilidad y en MMN ocurrió lo inverso. Los resultados indican la capacidad de los ovinos de adaptarse a cambios en la estructura y variaciones de la vegetación, ya que independientemente de la composición botánica del pastizal y de la abundancia relativa de cada estrato, tienden a conformar dietas semejantes entre áreas, y obtienen siempre un forraje de mayor calidad que la media que ofrece el ambiente.

Palabras clave: Productividad, cobertura vegetal, dietas de ovinos, Meseta Central, Golfo San Jorge, Matorral Mata Negra.

ABSTRACT

In South Patagonia, sheep carrying capacity estimations are carried out considering the short grasses availability but not that of woody species. However, in some ecological areas, shrubs and dwarf shrubs represent up to 75% of the ANPP, and some of their species have high protein values. The objective of this study was to evaluate the following indicators of carrying capacity in three ecological areas of the province of Santa Cruz, exploring their variability: 1- Forage availability, 2- Vegetation cover by strata (shrubs, dwarf shrubs, tussocks and short grasses), and 3- Sheep utilization of strata and species. The ecological areas considered were: Central Plateau Dwarf Shrubland (CP); San Jorge Gulf High Shrubland (SJG) and Mata Negra (*Junellia tridens*) High Shrubland (MNM). In each area, a representative farm was selected, three paddocks were randomly chosen, and three sites were defined. In January 2008 forage availability (from harvest inside an enclosure), and strata and species cover (100 points on a 200 m transect) and use by sheep (by feces microhistological analysis) were estimated at each site. In addition, the nutritive value (%DMS and %PB) of the short grass strata, and that of the more abundant species in the diets were determined. Also, selection indices (SI) for strata and the more abundant species in the diets were calculated using cover and forage availability vegetation data. Finally, the percentages of protein in diets were calculated using the percentages in diets of the short grass strata and those of the individual species and their nutritive values. Variability between areas and sites was explored by PCA and analyzed by ANOVA. Total biomass accumulation was a 83% higher in CP than in the other two areas (CP=268±40a, SJG=149±42b y MNM=144±19b DM kg*ha⁻¹). Short grasses accounted for 16, 17 and 61% and the woody strata 65, 55 and 20% in CP, SJG and MNM, respectively. Vegetation cover was 15% higher in CP than in the other two areas (CP=61, SJG=55 and MNM=53%). Woody strata cover was higher in MNM (24%), whereas CP and SJG showed 9 and 4% in, respectively. Diets were mainly composed by short grasses species (CP=68, SJG=59 and MNM=82%) and the woody strata represented the 31, 37 and 8% in those areas. Only 6 item accounted more than 10% in the diets (CP=4, SJG=3 and MNM=4) and together represented 70, 54 and 74% of their botanical composition. According ecological area, 68 and 86% of total protein in the diets was provided by short grasses, and 17 to 20% by *Chuquiraga sp.*, the only dwarf shrub item found in percentages higher than 16% in the diets, whose flowers contain 6% PB. Selection indices estimated using vegetation cover showed that short grasses were selected in the three areas (SI: CP=0.3, SJG=0.2 and MNM=0.3) and shrubs only in SJG (SI=0.5). Dwarf shrub were consumed proportionally to their cover, selected in CP and SJG (SI=0) and avoided in MNM (SI=-0.4). These results indicate that sheep have the ability to adapt to changes in structure and composition of vegetation, and that independently of the botanical composition of the vegetation and the relative abundances of the strata, they tend to select similar diets, obtaining a higher quality forage than would be expected the average offer.

Key Words: Productivity, plant cover, sheep's diets, Central Plateau dwarf shrubland, San Jorge Gulf tall shrubland, Mata Negra (*Junellia tridens*) tall shrubland.

INTRODUCCION GENERAL

La receptividad de los sistemas ganaderos resulta de un balance entre dos componentes que presentan diferente grado de variabilidad: los requerimientos energéticos de los herbívoros y la oferta forrajera. La oferta forrajera es afectada por las variaciones climáticas estacionales e interanuales mientras que los requerimientos de los animales varían según su número, categoría y estado fisiológico, por lo que todos estos factores deben ser considerados al realizar estimaciones de receptividad. Además, y particularmente en los sistemas ganaderos desarrollados sobre pastizales, en la estimación de la receptividad debe considerarse la heterogeneidad de la vegetación y su impacto en la conducta de los animales, dada la selección que ellos realizan de comunidades, formas de vida y especies vegetales (Senft *et al.*, 1987; Bailey *et al.*, 1996; Laca, 2008).

A escala regional, la producción primaria anual puede proporcionar una estimación grosera de la receptividad. Por ejemplo, Oesterheld *et al.* (1992) encontraron que, en ecosistemas naturales y agrícolas de Argentina y Uruguay existe una relación logarítmica entre producción anual primaria (estimada a partir de datos de precipitación) y la biomasa de herbívoros domésticos del sistema (estimada a partir de censos agropecuarios). Sin embargo, las estimaciones regionales realizadas a partir de la precipitación anual no pueden trasladarse directamente al manejo, ya que además de la influencia de la precipitación, la oferta forrajera a escala de predio y de unidad de manejo está determinada por la intensidad de pastoreo previo, por la condición del pastizal (que a su vez depende de la historia de pastoreo), y por otros factores como la posición topográfica, el tipo de suelo y las comunidades vegetales presentes (Posse *et al.*, 2000).

En la última década, con la utilización de sensores remotos, se ha hecho posible estimar la receptividad ganadera de ecosistemas áridos y semiáridos a partir de una relación entre la productividad primaria neta y los índices derivados de sensores remotos, como el NVDI (Paruelo *et al.*, 1997; Golluscio *et al.*, 1998, Vecchio *et al.*, 2008). Estas estimaciones son poco costosas, y luego de una calibración en el terreno permiten detectar la heterogeneidad de unidades de manejo y realizar un seguimiento temporal de la productividad. Aún así, ellas no son efectivas cuando la productividad primaria está centrada en especies poco aprovechables desde el punto de vista forrajero. Es por ello que las evaluaciones por teledetección son un complemento útil, pero no reemplazan la estimación de la receptividad en el terreno.

El balance entre disponibilidad de forraje y requerimientos de los animales puede verse afectado por la selección de dieta. Los animales no consumen a todos los ítems forrajeros de acuerdo a su disponibilidad, sino que seleccionan especies y formas de vida (pastos, arbustos y subarbustos) de acuerdo a su calidad, abundancia y a la presencia de defensas físicas y sustancias antiherbivoría (Senft *et al.*, 1987; Harborne, 1988; Bailey *et al.*, 1996; Stuth, 1991; Laca, 2008). La selección que realizan los herbívoros tiene un marcado impacto en la calidad de sus dietas (Hanley, 1982; Van Soest, 1994a; Shipley, 1999), y se realiza dentro de las restricciones que les imponen tanto su morfo-fisiología como la estructura y composición botánica de la vegetación (Hofmann; Steward, 1972; Black; Kenney, 1984; Hofmann, 1989; Illius; Gordon, 1991; Shipley, 1999; Clauss *et al.*, 2008).

Las células de los tejidos de las hojas de las dicotiledóneas y de los brotes jóvenes de los arbustos tienen paredes celulares más delgadas y mayor contenido celular que la de los pastos, siendo este contenido rico en nitrógeno (Hanley, 1982; Van Soest, 1994b; Shipley, 1999), un elemento que tiene marcado peso en la selección de especies en sistemas extensivos semiáridos. Aún así, los compuestos secundarios, que en general están ausentes en las gramíneas, son abundantes en los arbustos (Harborne, 1988; Duncan; Poppi, 2008) y pueden afectar la digestión, razón por la cual la inclusión de una otra especie de arbusto o subarbusto en la dieta constituye un dilema para el herbívoro en pastoreo.

Entre los herbívoros domésticos, los ovinos son particularmente selectivos (Hanley, 1982; Van Soest, 1994a; Hofmann, 1988; Illius; Gordon, 1993). Esto ocurre porque, si bien son animales de rumen grande adaptados al consumo de dietas gramíneas, tienen requerimientos absolutos bajos debido a su tamaño corporal pequeño. Por lo tanto, si bien sus dietas son básicamente gramíneas usualmente seleccionan dicotiledóneas para mejorar la calidad de las mismas (Hanley, 1982; Van Soest, 1994a, Shipley, 1999). Dentro de las dicotiledóneas seleccionan preferentemente a las herbáceas, aunque también los arbustos y subarbustos, especialmente cuando disminuye la abundancia de gramíneas y dicotiledóneas herbáceas (Stuth, 1991). Según el ecosistema, la inclusión de especies arbustivas y subarbustivas en las dietas de los ovinos puede variar entre el 2 y el 50% (Beck; Peek, 2005; Mellado *et al.*, 2005).

La producción ovina extensiva se realiza en la Patagonia sobre ecosistemas que difieren fisonómicamente de acuerdo a la dominancia relativa de 4 estratos de la

vegetación: (1) Coironal¹ (matas de porte mediano de gramíneas poco palatables, principalmente del género *Stipa*), (2) Intercoironal (área de pastos cortos, graminoides y hierbas que ocupan el espacio entre el coironal) dominado principalmente por *Poa spiciformis* var. *ibari* (Phil.) Giussani (Soreng *et al.*, 2003) (3) Arbustos de alto porte (que pueden alcanzar una altura de 50 cm o mayor), tales como *Junellia tridens*, *Lycium chilense* y *Senecio filaginoides*, entre otros y (4) Subarbustos (plantas leñosas de menos de 50 cm, tales como *Nassauvia glomerulosa*, *Nassauvia ulicina* y *Chuquiraga aurea*, entre otras) (Soriano; Sala, 1983). Estos estratos, que se distribuyen en una estructura de mosaico, difieren en calidad forrajera (Wernli *et al.*, 1977; Somlo *et al.*, 1985; Lara; Cruz, 1987; Somlo; Cohen, 1997) y en el aporte que realizan a la dieta de los ovinos en ciertos ecosistemas de la Patagonia (Posse *et al.*, 1996; Pelliza *et al.*, 1997, 2001). Además, los parches vegetados alternan, con áreas de suelo desnudo, con pavimento de erosión o con mantillo (Soriano *et al.*, 1994). Estos parches tienen además arreglos y dimensiones variables, y suelen ser mayores en las áreas dominadas por arbustos y más pequeños y numerosos en áreas dominadas por subarbustos o estratos graminosos. Estos parches actúan como “islas de fertilidad”, es decir que retienen suelo y propágulos y concentran la mayor parte de la productividad vegetal (Rostagno *et al.*, 1991), y su disposición y tamaño está relacionada con el uso ganadero (Ares *et al.*, 2003) ya que las áreas de uso intenso tienden a tener parches más pequeños, mientras que los pastizales de uso moderado y condición buena mantienen una estructura de parches bien marcada. Dado que la productividad primaria no se distribuye uniformemente en la superficie, los muestreos de vegetación para estimaciones forrajeras deben realizarse a escala de parches.

La vegetación en Patagonia presenta diversas fisonomías y el tipo de estrato dominante puede variar a nivel local. Esto ha llevado a la adaptación y al desarrollo de diferentes metodologías de evaluación forrajera en la región, que tienen en cuenta la composición botánica, la calidad de los diferentes estratos y además, el uso que de éstos realizan los animales. Algunos métodos trabajan a nivel de comunidad (sitios del pastizal con composiciones florísticas similares) y consideran su estado o condición mediante la estimación de la productividad de cada estrato. Para ello primero se realizan estudios a largo plazo que permiten caracterizar condiciones y estimar su productividad esperada según cada estado (Toothill *et al.*, 1978; Bonvissuto; Somlo, 1998). Los estudios mencionados han sido realizados en diferentes áreas ecológicas

¹ Coirón: Planta perenne de la familia Gramineae, cespitosa, con abundantes macollos, de hojas duras y punzantes, puede alcanzar hasta 1 m de altura y es característica del ambiente patagónico.

de Río Negro y Neuquén (Bonvissuto *et al.*, 2008). Otro método estima la cobertura aérea vegetal de todas las especies presentes en un sitio y utilizan técnicas de puntos al paso (Evans; Love, 1957) y luego sintetiza atributos de disponibilidad, diversidad y calidad de la vegetación en un único indicador de receptividad denominado “Valor Pastoral” (Daget; Poissonet, 1982; Nakamatsu *et al.*, 1998, 2001; Elissalde *et al.*, 2002). Este método es usualmente denominado “Método Chubut”. Finalmente, un tercer método (Método Santa Cruz) estima la receptividad sólo en base al intercoironal, el estrato de mayor calidad. Este método estima la disponibilidad por métodos destructivos mediante cortes de biomasa (Borrelli, 2001) pero deja de lado al componente leñoso, cuya calidad puede ser puntualmente alta a nivel específico.

Los métodos descritos anteriormente han sido utilizados desde mediados de la década del 80 para realizar estimaciones de receptividad en diferentes regiones ecológicas de Patagonia. En la zona N de Santa Cruz (Golfo San Jorge y Meseta Central) se han aplicado los métodos Santa Cruz y Chubut² con resultados variables.

El principal argumento para la utilización del método Santa Cruz, que simplifica el muestreo pero desestima el aporte del estrato arbustivo y subarbustivo ha sido que, dada la selectividad ovina, el consumo de leñosas es bajo (Borrelli, 2001). El argumento que asume que arbustos y subarbustos son poco utilizados se sustenta en el supuesto de su pobre calidad forrajera, por lo que incluirlos en la dieta representarían un aporte mínimo al balance nutricional de los ovinos (Borrelli, 2001). Sin embargo, en Patagonia existen pocos estudios de selección de dieta (Pelliza *et al.*, 1997) y los datos referidos al valor nutritivo de los arbustos que sustentaban el mencionado supuesto son escasos (Lara; Cruz, 1987). Por otra parte el componente leñoso domina fisonómicamente en algunas áreas ecológicas de la región, y, como se ha mencionado anteriormente, la teoría permite predecir en ellas el consumo y aún la selección por ovinos de arbustos y/o subarbustos. Además, el consumo de estos estratos ha sido ocasionalmente documentado para la Meseta Central y Golfo San Jorge (Pelliza *et al.*, 1997). Por estas razones, se considera necesario evaluar el uso de arbustos y subarbustos por los ovinos en distintas áreas ecológicas de Santa Cruz, y relacionar esta utilización con la disponibilidad, estructura y valor nutritivo de la vegetación en estos ambientes de Patagonia, para lo cual, en este estudio se pone a prueba la siguiente

² Método Chubut es sinónimo de valor pastoral.

HIPÓTESIS:

“En ambientes semiáridos, los ovinos utilizan a los arbustos y subarbustos en relación a su disponibilidad (es decir, el consumo de arbustos y subarbustos es mayor cuando mayor es su abundancia relativa). Sin embargo, en todas las situaciones, e independientemente de su abundancia, seleccionan en estos estratos a las especies de mayor valor proteico”.

Las **predicciones** que se desprenden de esta hipótesis son:

- 1- En las tres áreas ecológicas consideradas en este estudio los ovinos consumirán arbustos y subarbustos.
- 2- Los porcentajes de arbustos y subarbustos en las dietas serán mayores en el área en las que estos estratos sean más abundantes en la vegetación
- 3- En todas las áreas los ovinos seleccionarán a las especies de arbustos y subarbustos de mayor valor proteico.

OBJETIVOS GENERALES:

1. Estimar algunos de los indicadores de la receptividad ganadera ovina anual en tres áreas ecológicas de Patagonia en las que los arbustos y subarbustos tienen diferente importancia relativa: **Meseta Central (MC)**, **Estepa Arbustiva del Golfo San Jorge (GSJ)**, **Matorral de Mata Negra (MMN)**,
2. Evaluar la variabilidad entre áreas y dentro de ellas de dichos indicadores, y
3. Poner a prueba las tres predicciones planteadas anteriormente referidas al uso de la vegetación por los ovinos en dichas áreas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Evaluar para cada área ecológica los indicadores que se indican a continuación, comparándolos entre ellas³:
 - a) Máxima acumulación de biomasa forrajera total y por estrato de la vegetación,

³ Las evaluaciones se realizan en las condiciones actuales de uso promedio de cada una de las áreas.

- b)** Cobertura del suelo (suelo desnudo, pavimento de erosión, mantillo y vegetación), diferenciando en la vegetación los 4 estratos que fisonómicamente la caracterizan (coironal, intercoironal, arbustos y subarbustos) y por especies.
- c)** Uso relativo por ovinos de los cuatro estratos y de las especies que los integran.
- d)** Valor nutritivo de la biomasa forrajera a nivel estrato y/o especies.
- e)** Selección de estratos y/o especies.

2. Explorar en todas las áreas ecológicas la relación de los dos indicadores de abundancia estimados (disponibilidad y cobertura).

3. Evaluar el impacto de considerar el uso de parches por ovinos al realizar la receptividad de cada área ecológica.

Esta tesis se estructura en dos capítulos. En el primero se evalúan la biomasa total acumulada y estructura de la vegetación y se calcula la receptividad utilizando la disponibilidad total (**Capítulo 1: Acumulación de biomasa y estructura de la vegetación de tres ecosistemas de la Provincia de Santa Cruz**). En el segundo se evalúan los patrones de selección de la vegetación por los ovinos, y se calcula la receptividad teniéndola en cuenta (**Capítulo 2. Patrones de selección de la vegetación por ovinos en tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz**). Finalmente, se analiza de manera integrada el significado de la información presentada en los dos primeros capítulos en la evaluación de la receptividad de las tres áreas ecológicas consideradas.

CAPÍTULO I: Acumulación de biomasa total y estructura de la vegetación de tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz

INTRODUCCIÓN

La ecorregión patagónica es toda aquella superficie al sur del Río Colorado (Cabrera, 1976) y se extiende desde los 39°LS hasta los 55°LS (Soriano, *et al.*, 1983; Ares *et al.*, 1990). Abarca a las provincias de Chubut, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego, ocupa más de 780.000 km² y representa el 28% del total del área continental de la República Argentina (Del Valle, 1998). Una de las actividades pioneras de toda esta vasta superficie es la ganadería extensiva ovina. Si bien actualmente representa menos del 2% del PBI de la región, esta actividad es de sumo interés debido a la ocupación del espacio que realiza y a la mano de obra que emplea para su desarrollo (Gargiulo, 1998).

A escala de región, la Patagonia es considerada un gran semidesierto de características templadas y templadas-frías (Soriano *et al.*, 1983; Paruelo *et al.*, 1998), que presenta una marcada variación en sus características climáticas locales, debido a un gradiente NE-SO en temperatura, y otro O-E en precipitación. El gradiente de temperatura se debe principalmente a su gran extensión latitudinal (Paruelo *et al.*, 1998). Los valores medios anuales de temperatura oscilan entre los 12°C en el NE y los 4°C en el SO. La precipitación media anual disminuye marcadamente en sentido O-E debido principalmente a la presencia de la Cordillera de los Andes (Barros *et al.*, 1979; Jobbágy, *et al.*, 1995; Paruelo *et al.*, 1998), ya que las masas de aire provenientes del Pacífico ascienden y se enfrían, debido a la presencia de la cordillera de los Andes, hasta alcanzar el punto de saturación del vapor de agua y un 100% de humedad, por lo cual precipitan en gran parte del lado oeste de la cordillera (efecto orográfico). De esta manera las precipitaciones pueden variar desde más de 2000 mm anuales cerca de la cordillera hasta los 200-300 mm anuales hacia el centro y este de la denominada Patagonia extra-andina. En la Patagonia norte y central las precipitaciones se concentran principalmente durante la estación invernal, período en el que pueden representar hasta el 46% del total anual (Jobbágy, *et al.*, 1995), pero hacia el sur (Estepa Magallánica Seca) son del tipo isohidro (Burgos, 1985). De esta manera, tanto el gradiente de temperaturas medias anuales como la distribución y estacionalidad de las precipitaciones, condicionan y favorecen el desarrollo de una gran diversidad de ambientes, tales como estepas, matorrales y semidesiertos (Soriano, 1956, Jobbágy *et al.*, 1995, Le Houérou, 1996).

Las diferentes áreas ecológicas de Patagonia tienen composiciones florísticas disímiles pero, en líneas generales, en todas ellas, los cuatro estratos que se reconocen en la vegetación (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) se presentan asociados en parches. En general, son comunes las áreas en las que predominan las gramíneas perennes (coirones), dispersas en una matriz de pastos cortos (intercoironal) asociados a subarbustos. Entre estas asociaciones de coirones e intercoironal se intercalan las especies arbustivas (Cabrera, 1953, 1971; Soriano, 1956; León *et al.*, 1998). En ambientes semidesérticos la productividad primaria neta de la vegetación está limitada por la disponibilidad de agua (Noy-Meir, 1973) y relacionada positivamente a la precipitación anual media (Lauenroth, 1979; Sala *et al.*, 1988). Particularmente en Patagonia, los regímenes de precipitación y temperatura promueven ciclos de crecimiento activo de la vegetación desde los meses de septiembre-octubre (primavera) hasta marzo-abril (otoño) con un pico de acumulación de biomasa en diciembre-enero. Este patrón de crecimiento ocurre también en la Estepa Magallánica donde el régimen de precipitación es isohidro. Por otra parte, la frecuencia y/o dominancia de un estrato en un área ecológica quedan determinadas por las temperaturas medias anuales, la cantidad y el régimen de precipitaciones y además por el tipo de suelo, entre otros factores. En general la dominancia de arbustos en algunas de las áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz está relacionada con el régimen de precipitación invernal y los suelos de textura gruesa (Sala *et al.*, 1997). La cobertura vegetal es en general parcial, y en la mayoría de los ambientes extra-andinos oscila entre el 30 y el 50%. Particularmente en la provincia de Santa Cruz las mayores coberturas se localizan en los pastizales subandinos y las estepas del sur de la provincia. En toda la región son frecuentes las manifestaciones de erosión hídrica (canales, canalículos y mantos de erosión laminar) y eólica (pavimentos de erosión y acumulaciones de sedimentos) (Goergen *et al.*, 1995).

En las áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz, las evaluaciones de disponibilidad de forraje y estructura de la vegetación comenzaron a realizarse a mediados de la década del 80, como resultado de relevamientos y evaluaciones realizados por entidades públicas (Consejo Agrario Provincial-CAP; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA). Esos relevamientos y evaluaciones son exigidos en la actualidad por Ley Nacional N°25.422 para la solicitud de créditos y aportes no reintegrables que promueven el desarrollo de la actividad ovina en la provincia (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación-SAGPyA, 2001). La mayor parte de estas evaluaciones se han realizado con la utilización del método

Santa Cruz, por lo que hacen referencia sólo a valores de disponibilidad de biomasa de intercoironal. Además, sólo en pocos casos presentan simultaneidad temporal entre áreas (informes generados en distintas áreas durante el mismo lapso de tiempo). Aún así, los registros mencionados han permitido estimar y recomendar valores de receptividad para las distintas áreas ecológicas de la provincia.

El manejo tradicional de las majadas en las diferentes áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz es del tipo año redondo con cargas fijas (Sistema Regional de Soporte de Decisiones, 1997). Sin embargo, la receptividad ovina no es fija, ya que depende del forraje disponible para los animales, que a su vez, guarda una estrecha relación con las condiciones ambientales. Dado que el tipo de cobertura de suelo, la producción anual de forraje, y la composición botánica de la vegetación inciden en las estimaciones de receptividad de los campos y en el uso de la vegetación que realizan los ovinos, el conocimiento de su variabilidad entre áreas ecológicas permitiría una adecuación de los métodos para realizar estimaciones de su receptividad.

El presente capítulo tiene como **objetivos:**

1. Evaluar tres indicadores de receptividad ganadera ovina referidos a la estructura del pastizal en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz que fisonómicamente difieren en la abundancia y tipo del componente leñoso (Meseta Central, Estepa Arbustiva del Golfo San Jorge y Matorral de Mata Negra):
 - a) Acumulación anual de biomasa forrajera por estratos (diferenciándola por especies en el caso de arbustos y subarbustos).
 - b) Porcentajes de cobertura del suelo (suelo desnudo, pavimento de erosión, mantillo y vegetación).
 - c) Porcentajes de cobertura de estratos y especies.
2. Explorar para cada área ecológica la relación entre los dos indicadores de abundancia estimados (disponibilidad y cobertura).
3. Calcular la receptividad de las tres áreas ecológicas utilizando como estimador a la disponibilidad total de biomasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el verano del 2007-2008 en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz (Oliva *et al.*, 2001) en las que fisonómicamente se reconoce el mayor porcentaje de los estratos leñosos: Meseta Central (MC), Estepa Arbustiva del Golfo San Jorge (GSJ) y Matorral de Mata Negra (MMN) (**Figura 1**).

Meseta Central (MC): Es el área ecológica que ocupa la mayor superficie de la provincia con algo más de 14,33 millones de ha (59% de la superficie provincial). El tipo de clima predominante en esta amplia superficie es frío árido de meseta, con temperaturas medias anuales que varían de 10° en el NE a 8°C en SO y una precipitación anual media del orden de los 150 mm que se concentra en el invierno, y que aumenta a 200 mm en una pequeña franja cercana a la costa. Los suelos pertenecen al Orden Aridisoles, suelos característicos de zonas áridas, con escasa retención de agua, de colores claros, y escaso contenido en materia orgánica (USDA Soil Taxonomy, 1999) y de textura franco-arenosa y/o arcillosa. La cobertura de la vegetación a escala de cuadro (potrero) oscila entre 30% y 75%. En líneas generales, la especie subarbustiva *Nassauvia glomerulosa* aparece como dominante en toda el área, asociada a coirones del género *Stipa*. En el intercoironal son abundantes especies de los géneros *Poa* y *Carex* (Movia *et al.*, 1987). La MC es el área ecológica de Santa Cruz que presenta los más severos signos de degradación, ya que el estado de deterioro de sus suelos se ha catalogado como grave en un 80% del área y como muy grave en un 47% (Goergen, 1995, Sistema Regional de Soporte de Decisiones, 1997, Del Valle *et al.*, 1998).

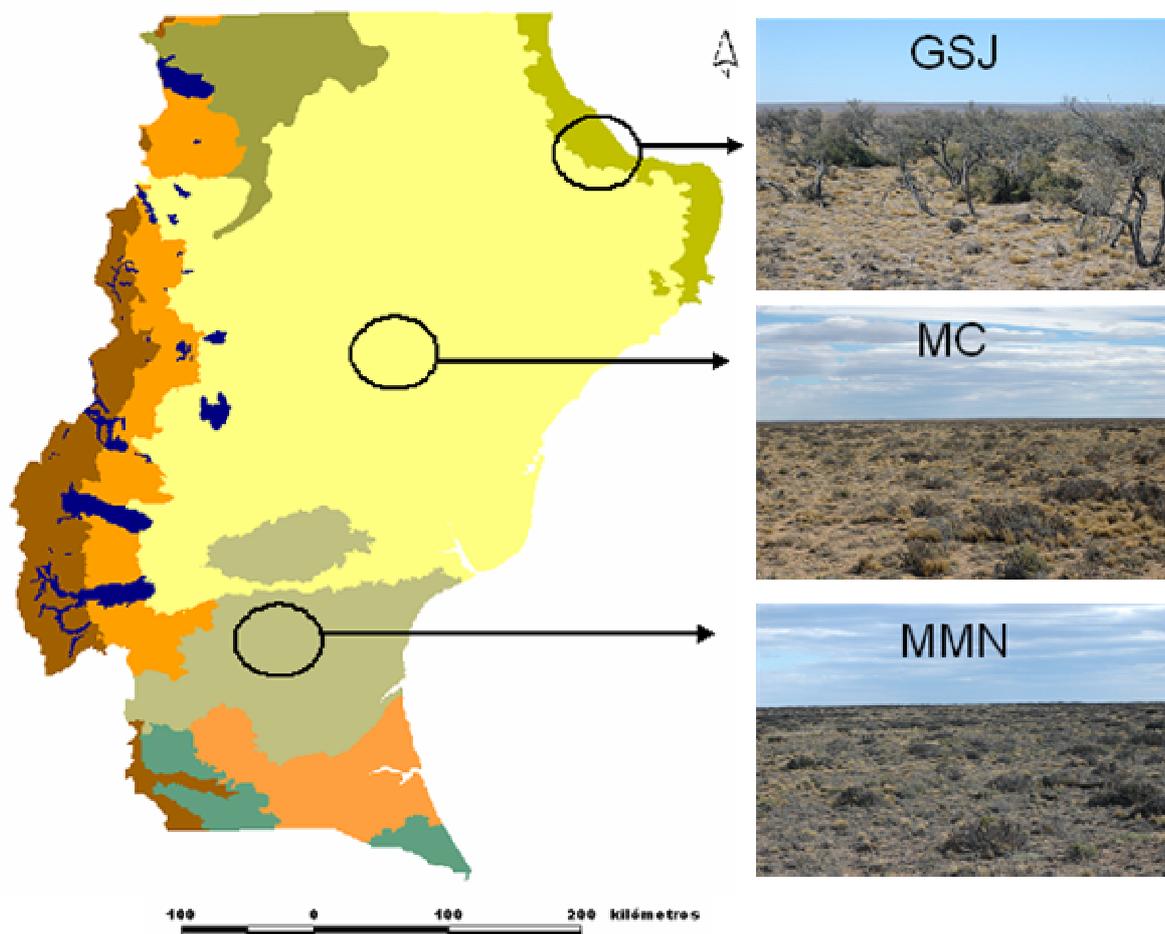


Figura 1: Áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz⁴. Las letras individualizan a las áreas consideradas en este estudio. MC=Meseta Central, GSJ=Golfo San Jorge, y MMN=Matorral de Mata Negra.

Estepa Arbustiva del Golfo San Jorge (GSJ): Se localiza hacia el sector NE de la provincia, en inmediaciones de la costa del Golfo San Jorge. Tiene una superficie aproximada de 0,65 millones de ha (3% de la superficie provincial). Es la única zona de Santa Cruz que posee clima templado-frío costero (menores oscilaciones térmicas diarias que el clima frío continental), con una temperatura media anual de 11°C. Las precipitaciones anuales son del orden de los 200 mm y se concentran principalmente en el invierno. Los suelos pertenecen al Orden Aridisoles, pobres en materia orgánica y con niveles de salinidad de moderada a alta. La vegetación del área puede cubrir hasta el 80% del suelo, y suelen encontrarse extensas áreas dominadas por especies de arbustos de los géneros *Adesmia*, *Lycium*, *Mulinum* y *Trevoa*. En las zonas donde no predominan los arbustos se pueden encontrar gramíneas cespitosas del género

⁴ Fuente: Oliva *et al.*, 2001.

Festuca, las que suelen estar acompañadas por subarbustos de los géneros *Chuquiraga* y *Nassauvia*, mientras que en el intercoironal predominan especies de los géneros *Poa* y *Carex* (Cabrera, 1976; Bertiller *et al.*, 1981; León *et al.*, 1998).

Matorral de Mata Negra (MMN): Esta área ecológica se encuentra comprendida entre los ríos Coyle al norte y Santa Cruz al sur y cuenta con una superficie de 2,83 millones de ha (12% de la superficie provincial). El clima es frío árido de meseta en la zona central y costero hacia el este. La temperatura media anual varía entre los 8°C y 6°C mientras la precipitación media anual oscila entre 200 y los 150 mm y presenta un máximo invernal. Los suelos predominantes son del tipo Aridisoles y Molisoles. Estos últimos, suelen presentar horizontes superficiales de colores oscuros, debido a la incorporación de material vegetal así como una mayor capacidad de retención de agua y mayor drenaje que un Aridisol. El arbusto 'mata negra' (*Junellia tridens*) es dominante y puede cubrir hasta el 70% de la superficie total del suelo. Otras especies características en la zona pero de menor abundancia pertenecen a los géneros *Berberis*, *Nardophyllum* y *Nassauvia*. Los coirones dominantes son *Festuca pallescens* y *Festuca gracillima*, la primera dominante hacia la parte norte del área y la segunda hacia el sur. En el intercoironal predominan especies del género *Poa* (Anchorena, 1978; Roig *et al.*, 1985).

En julio de 2006 se seleccionó un establecimiento (campo) representativo en cada área ecológica, para lo cual se tuvieron en cuenta las variables descriptivas de los sistemas ganaderos de Santa Cruz indicadas en el Sistema Regional de Soporte de Decisiones (1997) (**Tabla 1**). Los establecimientos seleccionados fueron: Ea. Cerro Bombero (19000 ha; **MC**), Ea. El Moscoso (18200 ha; **GSJ**), y Ea. La Realidad (17500 ha.; **MMN**), y en cada uno de ellos se seleccionaron al azar 3 potreros (cuadros). Las variables de uso ganadero de los cuadros seleccionados en cada establecimiento se presentan en la **Tabla 2**. Los valores de la carga animal que se presentan fueron estimados a partir de encuestas de uso con los productores.

Tabla 1: Principales variables descriptivas de los sistemas ganaderos de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz⁵. Para cada especie, entre paréntesis se indica el estrato al que pertenece: **a** (arbusto), **c** (coironal), **i** (intercoironal), **s** (subarbusto).

VARIABLE DESCRIPTIVA	ÁREA ECOLÓGICA		
	MESETA CENTRAL	GOLFO SAN JORGE	MATORRAL DE MATA NEGRA
Superficie modal (ha)	21.700	13.100	22.000
Pp (mm)	<150	200	150-200
Concentración Pp	Invierno	Invierno	Invierno
Tipo de suelo	Aridisoles, franco-arenosos franco-arcillosos, pobres en materia orgánica	Aridisoles, someros, pedregosos, pobres en materia orgánica, pH neutro, salinidad moderada/alta	Aridisoles y Molisoles, arenosos, buen drenaje
Receptividad Media* (EOP*ha ⁻¹ *año ⁻¹)	0,13	0,20	0,24
Principales especies	<i>Berberis heterophylla</i> (a), <i>Nassauvia glomerulosa</i> (s), <i>Stipa speciosa</i> (c), <i>Carex argentina</i> (i), <i>Poa dusenii</i> (i)	<i>Lycium chilense</i> (a), <i>Trevoa patagonica</i> (a), <i>Nassauvia glomerulosa</i> (s), <i>Nassauvia ulicina</i> (s), <i>Stipa humilis</i> (c)	<i>Junellia tridens</i> (a), <i>Nassauvia glomerulosa</i> (s), <i>Festuca pallescens</i> (c), <i>Stipa chrysophylla</i> (c), <i>Poa dusenii</i> (i),

En cada cuadro se establecieron 3 sitios de muestreo. De esta manera se disponía de 27 sitios (3 áreas ecológicas*3 cuadros*3 sitios). Durante julio de 2007, en cada sitio se excluyó el pastoreo de un área mediante una clausura para la estimación de la acumulación anual de biomasa y se ubicó una transecta de 200 m en el área pastoreada para realizar las estimaciones de cobertura. Las tres áreas ecológicas corresponden a las unidades de Estepa Arbustiva y Semidesiertos Jg11, Kf11 y Kg11 del análisis de Paruelo *et al.* (1998). Los perfiles de NDVI correspondientes demuestran que el crecimiento activo ocurre en primavera-verano, con un pico de acumulación durante diciembre-enero, de modo que los cortes en clausuras en enero permitieron evaluar el forraje acumulado en el momento de máxima acumulación de material verde, lo que se consideró como una estimación de la producción en dicho período. El tamaño de las jaulas de exclusión del pastoreo en cada área ecológica estuvo asociado al tamaño de los parches de vegetación. El muestreo se realizó sobre el mosaico completo (suelo desnudo, mantillo y cobertura de vegetación). En cada sitio, la transecta se ubicó a una distancia de aproximadamente 100 m de la clausura, determinándose al azar su posición

⁵ Modificado del Sistema Regional de Soporte de Decisiones (1997).

(*) Estimada a partir de disponibilidad de biomasa de intercoironal.

Tabla 2: Variables de uso ganadero de tres potreros seleccionado al azar en un establecimiento representativo de cada una de tres áreas ecológicas de la provincia de santa Cruz. MC= Meseta central (Ea. Cerro el Bombero) , GJS = Golfo San Jorge (Ea. El Moscoso), MMN = Matorral de Mata Negra (Ea. La Realidad). Diciembre 2007.

Área Ecológica	Potrero	Sup. ha	Categoría	Período	Meses	Nº cabezas x potrero	Equivalente Ovino (EO)	Carga animal potrero EO*año ⁻¹	Carga animal EO*ha ⁻¹ *año ⁻¹
MC	Cerro	5090	Ovejas	Año redondo	12	450	1	450	0,09
	Seco	3380	Borregos	Año redondo	12	350	0,71	249	0,07
	Vega	4549	Ovejas	Año redondo	12	450	1	450	0,10
GJS	Cementerio	5136	Ovejas Carneros	Año redondo 01 may al 01 sep	12 4	1010 40	0,77 0,97	778 13	0,15
	Medio	2502	Ovejas	Año redondo	12	480	0,77	370	0,15
	Quemado	1599	Ovejas Carneros	Año redondo 01 may al 01 sep	12 4	300 8	0,77 0,97	231 3	0,15
	La Paz	4108	Ovejas Borregos	15 sep al 01 ene 15 sep al 01 ene	3,5 3,5	1925 375	1,5 0,84	842 92	0,23
	Casa	1483	Ovejas	01 ene al 01 marzo	3	1925	0,72	347	0,23
MMN	Puesto	4894	Ovejas Borregos Carneros	01 mar al 15 sep 01 ene al 15 sep 15 may al 15 sep	6,5 8,5 4	1925 375 85	0,77 0,84 1,26	803 223 36	0,22

La información sobre cantidad de precipitación y temperatura registrada durante el período del estudio en MC y GSJ provino de estaciones meteorológicas automáticas (Davis Vantage Pro II). Estas estaciones se encuentran ubicadas en el casco principal de los establecimientos Cerro Bombero (MC) y El Moscoso (GSJ) a una distancia máxima de 10 km de los sitios de muestreo y se instalaron en agosto de 2007. Para el área ecológica MMN no se cuenta con la información de precipitaciones para el período de estudio ya que la estación más cercana (distante 80 km) actualmente sólo registra información de temperatura.

La caracterización climática histórica (precipitación de los últimos 10 años) de las tres áreas se realizó de manera indirecta con información proveniente de imágenes satelitales MODIS (MODIS Vegetation Index - 250 m). Se analizó la evolución del índice EVI (Enhanced Vegetation Index) que es un estimador potente del estado de la vegetación y responde a variaciones de Índice de área Foliar (IAF), tipo de canopeo y fisonomía de las plantas, entre otros factores. Si se considera que la productividad primaria en regiones áridas y semiáridas se relaciona en forma directa con la cantidad de precipitaciones (Noy-Meir, 1973; Sala *et al.*, 1988) y es determinada a su vez por la temperatura que define el inicio del período de crecimiento (Jóbbagy *et al.*, 2002), un estimador como EVI, de las condiciones de vegetación permitiría inferir como fue la disponibilidad de agua, relacionada directamente con las precipitaciones.

El cálculo de EVI es el siguiente:

$$EVI = \frac{(\rho_N - \rho_R)}{(\rho_N + C_1\rho_R - C_2\rho_B + L)}(1 + L)$$

donde:

ρ_N , ρ_R y ρ_B son los valores de reflectancia en las bandas del infrarrojo cercano, rojo y azul respectivamente, y C_1 , C_2 y L son coeficientes que realizan una corrección del uso de la banda del azul por dispersión atmosférica.

Se calculó el valor promedio mensual de EVI durante la estación de crecimiento (septiembre a abril) para cada área, a través de una serie de 10 años de imágenes (2000 a 2010). Además, se calculó el valor histórico del índice para el mes de enero y se lo comparó con el índice obtenido para enero de 2008, momento en el que se realizó el muestreo (Laboratorio de Teledetección EEA-Santa Cruz).

Acumulación total de biomasa

El muestreo de todos los sitios se realizó en enero de 2008 y dadas las distancias entre ellos requirió de 21 días. En las jaulas de exclusión se estimó la acumulación anual de forraje total y por estrato, las que se expresaron por unidad de superficie (Singh *et al.*, 1975; Sala; Austin; 2000).

La biomasa acumulada en el coironal y en el intercoironal se estimó por la biomasa verde acumulada en cada estrato, a partir de cortes y separación de la biomasa verde de la seca, Esto es posible dado que, en las tres áreas la mayor parte del material producido en la temporada de crecimiento se mantiene en pie y puede ser identificado visualmente. En cada clausura se cortó la biomasa de dichos estratos al nivel del suelo, en dos marcos de 0,2 x 1m (0,2 m²). Los marcos se ubicaron en forma sistemática dentro de la clausura e incluyeron parches de suelo desnudo, mantillo, pavimento de erosión. En ellos se cosechó sólo la biomasa del coironal y del intercoironal. Los arbustos y subarbustos que quedaron incluidos en los marcos no se cortaron.

La biomasa acumulada por arbustos y subarbustos se estimó a nivel específico. Primero se determinó la densidad de individuos de cada especie por conteo de todos los individuos dentro de la clausura. Luego, para cada especie se cosecharon todos los brotes de la temporada de crecimiento de un ejemplar de tamaño promedio incluido en la jaula. Se asumió que los ejemplares de arbustos y subarbustos en las clausuras eran una muestra representativa de los existentes en el sitio. En las situaciones en las que había más de un individuo de una especie, se recolectaba biomasa sólo de un ejemplar. Si la variabilidad en tamaño de los individuos era marcada, se elegía uno de tamaño intermedio. Los brotes de la temporada de crecimiento se diferencian de aquéllos de temporadas anteriores porque poseen una coloración distinta (colores claros y/o verdes más intensos al resto de los brotes) y un menor grado de lignificación. Esta diferenciación visual de los brotes ha sido utilizada en el pasado por otros autores (Sala *et al.*, 1988, Elissalde *et al.*, 2002) aunque la metodología no ha sido presentada formalmente. En la estimación de biomasa no se incluyeron las especies representadas por menos de 3 individuos dentro de la clausura si el tamaño de ellos era reducido.

Todo el material cosechado en cada clausura fue secado en estufa a 60 °C por 36 h hasta peso constante y se pesó en una balanza de precisión de 0,1g. Las muestras provenientes del coironal y del intercoironal fueron separadas en biomasa verde y seca (de coloración amarilla o gris). En la metodología empleada no se realizó un corte

de emparejamiento al principio de la temporada para no alterar la dinámica del rebrote y activar posibles mecanismos de crecimiento compensatorio. Es por ello que los cortes incluyeron material senescente de otras temporadas de crecimiento que no fue considerado en el cálculo de biomasa acumulada. Para calcular la biomasa acumulada en la clausura para cada especie de arbusto y subarbusto se multiplicó la biomasa cosechada del individuo promedio por su densidad.

Finalmente, todos los valores de MS se expresaron en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para lo cual se tuvo en cuenta el tamaño diferente de las jaulas de exclusión. La biomasa del coironal y del intercoironal proveniente de cada uno de los marcos y la de cada arbusto y subarbusto de cada jaula se conservaron individualmente para realizar las estimaciones de valor nutritivo (ver **Capítulo II**).

Cobertura de suelo, estratos y especies

Los porcentajes de cada tipo de cobertura del suelo y los de vegetación se estimaron sobre las transectas de 200 m definidas en cada sitio durante julio 2007 y se determinaron durante el muestreo realizado en enero 2008. Para ello se empleó la metodología propuesta por Evans y Love (1957) y se utilizó una varilla de 1 m de largo y 4 mm de diámetro. En cada transecta, cada 2 m, se registró el tipo de cobertura de suelo (suelo desnudo, pavimento de erosión, mantillo y/o vegetación) (100 puntos por transecta). En los puntos en los que se detectó vegetación, se registró además la especie y el tipo de estrato. Los datos fueron expresados como porcentajes de cobertura de: 1- tipos de cobertura de suelo, 2- estratos en el área vegetada, y 3- especies en cada tipo de estrato.

Análisis de los datos

Los datos de biomasa acumulada por estrato, y los porcentajes de cobertura de suelo y de vegetación (estratos y especies) se analizaron en dos pasos:

1. En el primer paso, por análisis de componentes principales (**ACP**) se exploró la variabilidad existente entre todos los sitios de muestreo (variabilidad entre y dentro de áreas ecológicas) para diferentes grupos de variables. Para ello se utilizaron matrices de correlación, y se consideró al sitio como unidad operativa. Todas las matrices de datos estuvieron integradas por 27 casos (sitios) pero con diferente número de variables. Cuatro variables en las matrices de tipos de cobertura de suelo (vegetación, mantillo, suelo desnudo y pavimento) y en las de biomasa acumulada y cobertura por

estratos (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal), y 25 en la matriz de especies (ver variables en **Tabla 5 de resultados**). En todos los casos se analizó la dispersión de los sitios en los planos definidos por el PC1 y el PC2 y por el PC1 y el PC3. El plano definido por el PC1 y PC3 no indicó ningún patrón entre sitios ni áreas para ninguna de las variables analizadas, por lo que los gráficos correspondientes no se presentan.

2. En el segundo paso, todos los datos (incluidos los de biomasa acumulada total) fueron analizados por ANVA con un modelo completamente aleatorizado, con área ecológica como fuente de variación, cuadro como repetición y sitios como submuestras. La normalidad y homogeneidad de varianzas se analizaron por test de Levene y análisis de residuales. Los datos de las variables de tipo de cobertura de suelo y vegetación no eran homogéneos ni normales. Por esta razón fueron transformados para su análisis. Para la transformación de los datos de cobertura de suelo y de estratos de vegetación se tuvo en cuenta que ellos son datos composicionales, esto es, datos que tienen la particularidad de que las variables que los componen son las partes de un total y por ello la suma de las variables es constante (usualmente 1 o 100). Esta característica genera relaciones entre las variables que fueron estudiadas por Aitchison (1982, 1983, 1986) quien demostró que ellas responden a una estructura geométrica en particular. Existen varias transformaciones que se pueden utilizar para convertir esa estructura geométrica a la geometría euclídea (que mantiene la distancia entre las variables), entre ellas la denominada CLR (Centered Log Ratio) (Aitchison, 1982, 1983, 1986) que es la utilizada en este estudio en la transformación de los datos de cobertura. Luego de la transformación todos los datos fueron homogéneos. Las diferencias entre medias se evaluaron por la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$). Todos los resultados que se muestran corresponden a $\bar{x} \pm ES$ de datos sin transformar. La relación entre cobertura y disponibilidad de estratos en las tres áreas en conjunto se evaluó por análisis de correlación.

La estimación de la receptividad de las tres áreas ecológicas consideradas se realizó con uno de los indicadores estimados en este estudio: la biomasa total acumulada por ha. Para ello, se tuvo en cuenta que no todo el material vegetal puede ser consumido ya que es necesario que quede un área foliar remanente, a fin de no comprometer los rebrotes futuros. En este sentido, se utilizó un Índice de Cosecha (**IC**) definido como la proporción de biomasa que se puede consumir sin causar daños en el ecosistema. Este Índice de Cosecha no es constante a través de los ecosistemas,

aunque la evidencia empírica indica que es mayor a medida que el ambiente es más productivo. Golluscio *et al.* (1998) proporcionan una función de IC en función de la Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA), donde $IC(\%) = -5.71 + 0.7154 \cdot PPNA^{0.5}$ y PPNA fue estimada a partir de datos de potreros utilizados con diferente carga y sistemas de pastoreo en ambientes húmedos de Argentina y Uruguay, obtenidos por Oosterheld *et al.* (1992). Esta regresión arroja valores de entre 9.9 y 11% para ecosistemas con productividades inferiores a los $1000 \text{ kg} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$ de materia seca. Sin embargo, un gran número de estudios en desiertos han demostrado que índices de cosechas mayores, de entre el 30 y el 45% pueden ser considerados como moderados y arrojan adecuados valores de productividad animal (Hutchings; Steward, 1953; Beale *et al.*, 1986; Holechek, 1991; Winder *et al.*, 2000). De esta manera, para el cálculo del forraje disponible se utilizó un IC de 30% y el forraje disponible (FD) se calculó entonces como: $FD = \text{Biomasa} \cdot IC \cdot 100^{-1}$.

Además de la consideración de un IC, en la estimación de la receptividad es necesario evaluar el consumo individual del animal, que se puede estimar en MS: $513 \text{ kg} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ (Equivalente Ovino Patagónico-EOP). Esta unidad de referencia corresponde a una oveja de 49 kg de peso vivo, esquilada en septiembre, que gesta y desteta un cordero de 20 kg de peso vivo a los 100 días de lactancia y representa 2,79 Mcal energía metabolizable por día (Borrelli, 2001). El cálculo de receptividad (**R**) se realizó entonces como: $R = \text{Forraje disponible} / \text{Consumo individual anual}$.

RESULTADOS

Precipitación, temperatura y estado de la vegetación

En MC y GSJ, el período comprendido entre la primavera 2007 y el inicio del verano 2008 en los que se realizó el estudio fue relativamente seco y frío. En este estudio, la precipitación durante la estación de crecimiento fue inferior a los valores medios históricos. Los valores registrados de 41,8 (MC) y 33,2 mm (GSJ), fueron un 48,4 y 20,4% inferiores a los valores medios históricos (**Figura 2**).

Las temperaturas medias registradas durante la estación de crecimiento fueron inferiores a las medias históricas. El patrón mensual de temperatura es similar en MC y GSJ, aunque en ésta última área los valores absolutos son entre 0,8 y 1,9° C superiores. El mes más frío es julio con 3,4 y 4,3 °C para MC y GSJ respectivamente, mientras el mes más cálido es enero con 16,5 y 17,7 °C para las mismas áreas. Por último, el período de aridez histórico (meses en los cuales los valores medios

mensuales históricos de precipitación en mm son inferiores a los valores medios mensuales históricos de temperatura en °C es menos prolongado en MC que en GSJ (8 vs 10 meses)

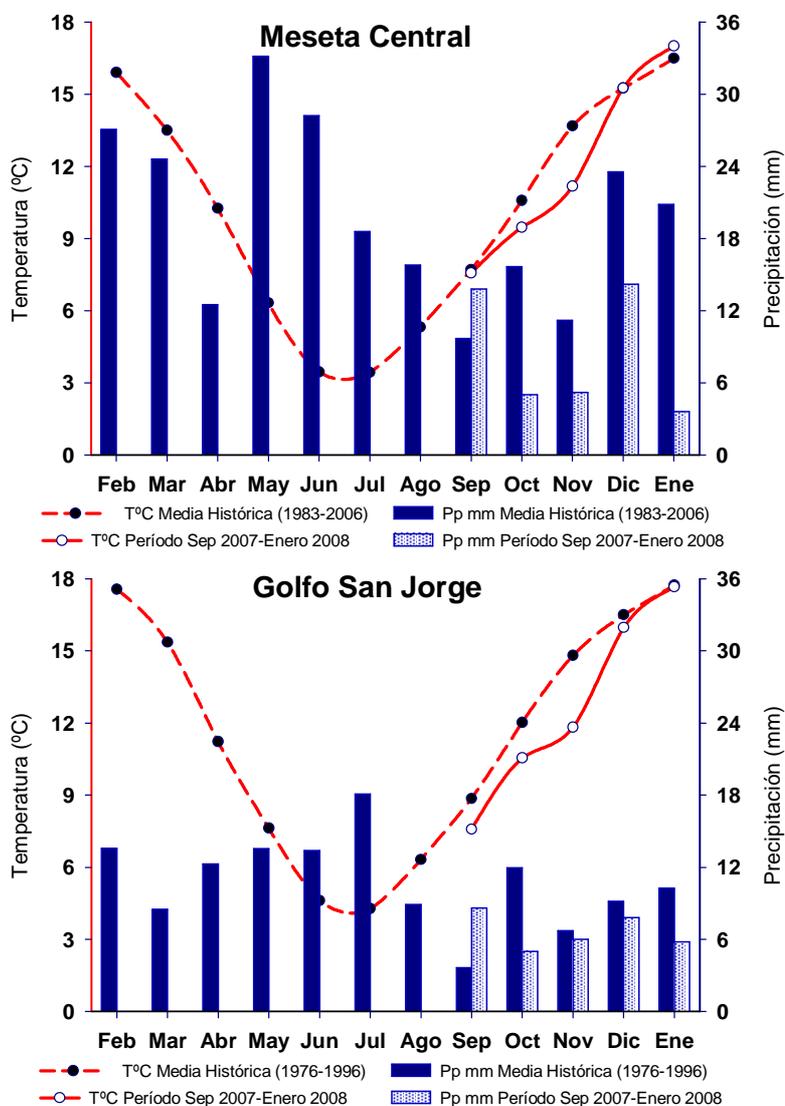


Figura 2: Precipitación y temperaturas medias mensuales históricas y del período primavera-inicio del verano 2007-2008, en dos áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Los promedios históricos corresponden a los períodos 1983-2006 (Meseta Central) y 1976-1996 (Golfo San Jorge)⁶.

Índice mejorado de la vegetación (EVI)

Los valores medios mensuales históricos del EVI son mayores en el MMN, intermedios en MC y menores en GSJ, para todos los meses, a excepción de Septiembre, mes en el cual el valor en MMN es intermedio. Mientras que en MC y

⁶ Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Estaciones San Julián Aero (MC) y Puerto Deseado Aero (GSJ).

MMN el índice alcanza su mínimo durante septiembre ($0,85\pm 0,05$, y $0,87\pm 0,08$, respectivamente), en GSJ lo hace durante el mes de febrero ($0,77\pm 0,05$). Por otra parte, los valores medios máximos mensuales ocurren en noviembre en MC ($0,98\pm 0,10$), octubre en GSJ ($0,99\pm 0,12$) y diciembre en MMN ($1,2\pm 0,08$) (**Figura 3**).

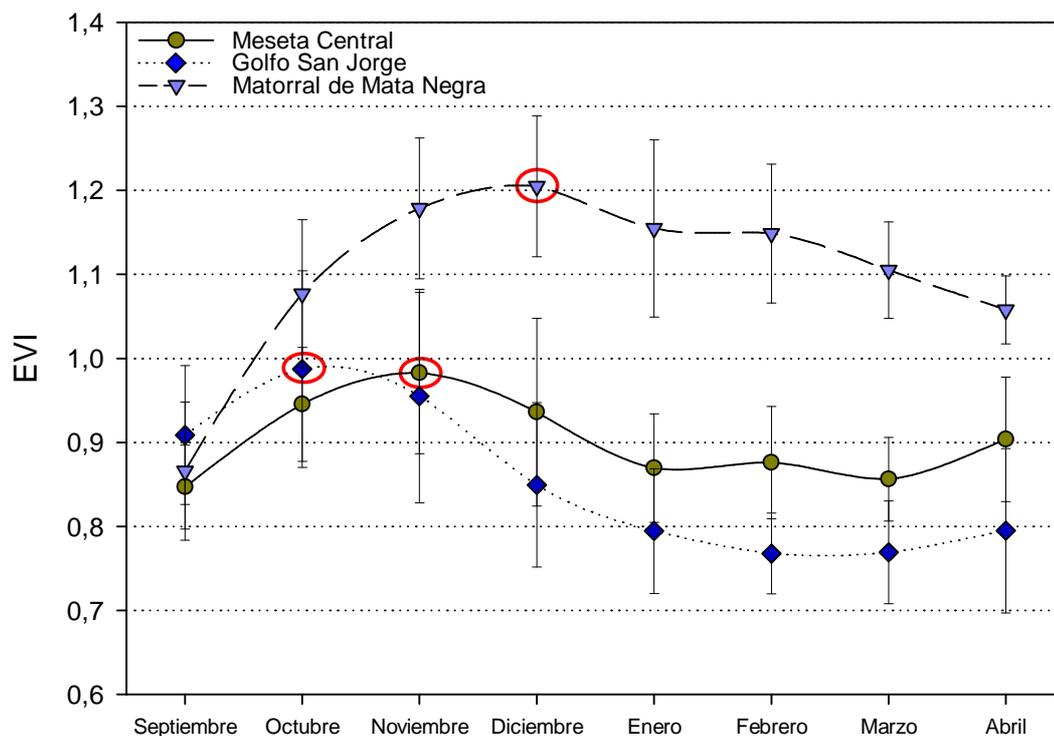


Figura 3: Promedio mensual del Índice Mejorado de la Vegetación⁷ (EVI) ($\bar{x} \pm ES$) en el período 2000-2010 en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz: Meseta Central, Golfo San Jorge y Matorral de Mata Negra. Los círculos rojos indican el momento en el que el índice alcanza su valor máximo en cada una de las tres áreas.

Durante los últimos 10 años, los promedios mensuales del EVI de septiembre a abril tuvieron menores oscilaciones en MC que en GSJ y MMN. Además, en el GSJ los valores de EVI decrecen consistentemente desde comienzos de la década hasta el período de estudio (**Figura 3**). En enero de 2008, el valor del EVI se encontró por debajo de la media histórica para ese mes en las tres áreas, y esa diferencia fue más visible en GSJ.

⁷ Datos provistos por el Laboratorio de teledetección de la EEA Santa Cruz.

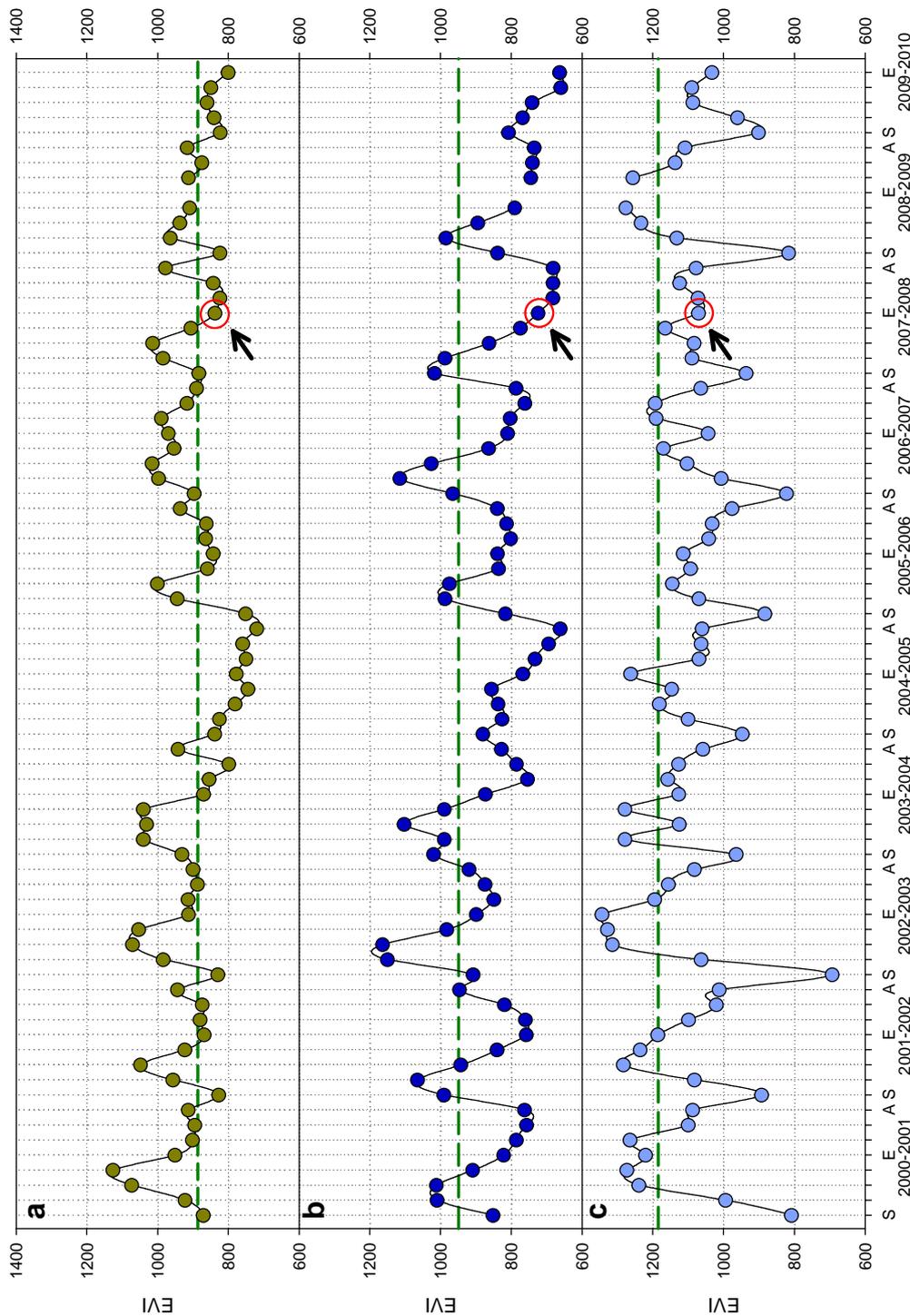


Figura 4: Evolución del Índice Mejorado de la Vegetación (EVI) en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz: **a)** Meseta Central, **b)** Golfo San Jorge y **c)** Matorral de Mata Negra. Los valores corresponden a medias mensuales del EVI para el período septiembre-abril. Periodo 2000-2010. Para cada área, la línea punteada indica el valor medio histórico para el mes de enero. El círculo y/o flecha indica el valor del índice para el mes en el que se realizó el muestreo de vegetación en el presente estudio. (Datos provistos por el laboratorio de Teledetección de la EEA-Santa Cruz.

Biomasa total acumulada

La biomasa total acumulada por unidad de superficie ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en las áreas clausuradas durante primavera y principios de verano fue diferente entre áreas. En MC ésta fue 83% mayor que en las otras dos áreas (MC=268±40,3a, GSJ=149,3±41,9b y MMN=145,1±19,4b MS: $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (Figura 5).

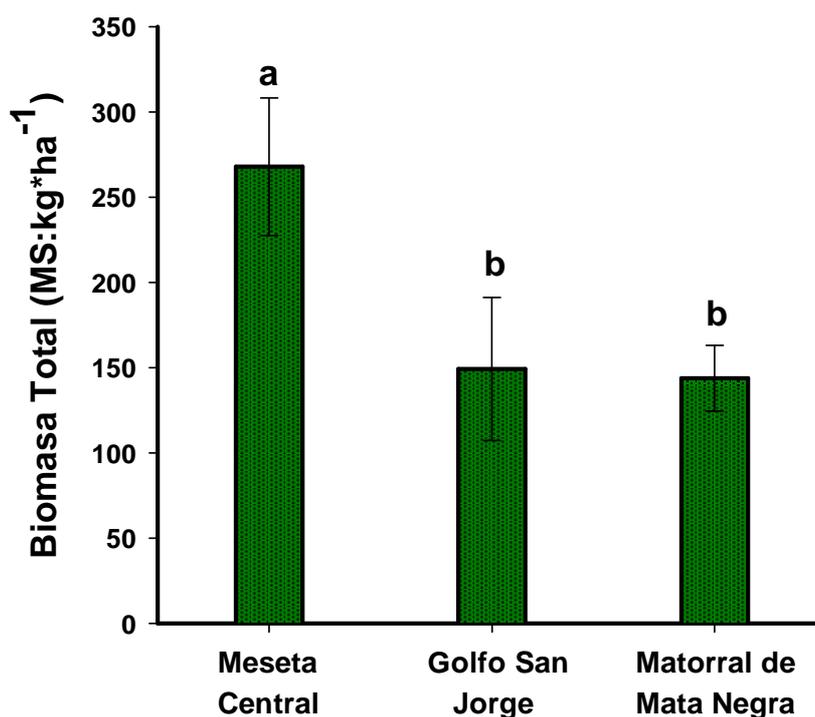


Figura 5: Biomasa total acumulada durante primavera y principios de verano ($\bar{x} \pm \text{ES}$) en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008. Medias con diferente letra difieren entre áreas. Contraste Duncan ($p < 0,05$; $n=3$).

Biomasa por estratos

El ACP de la biomasa por estratos indicó que la variabilidad de la biomasa por estratos fue menor en MMN que en las otras dos áreas. La componente principal 1 (CP1) explicó el 38% de la varianza ente sitios, y señala que, en todos los sitios del MMN, la biomasa por ha de subarbustos fue menor y las de coironal e intercoironal mayores que en los sitios de las otras dos áreas (Figura 6).

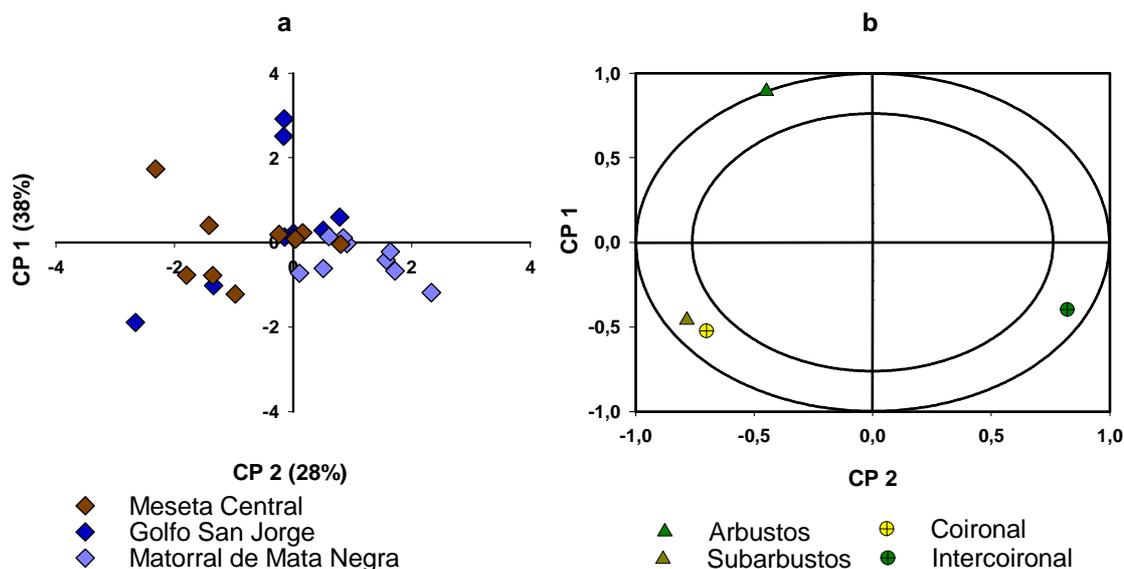


Figura 6: Variabilidad en el aporte de cuatro estratos (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) a la biomasa acumulada por ha durante primavera-inicio del verano en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008. ACP: **a)** diagrama de casos y **b)** diagrama de variables.

A nivel de cuadros, sólo la cantidad de biomasa producida por el coironal fue similar entre áreas (MS coirones: $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ $39,4\pm 7,9$). La biomasa de los estratos restantes difirió entre áreas (arbustos: $91,6\pm 34,3\text{a}$, $63,7\pm 31,4\text{a}$ y $2,0\pm 1,0\text{b}$ MS: $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; subarbustos $93,9\pm 26,5\text{a}$, $35,7\pm 19,2\text{b}$ y $26,5\pm 13,9\text{b}$ MS: $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, e intercoironal $33,6\pm 7,4\text{b}$, $7,9\pm 5,5\text{b}$ y $89,3\pm 17,0\text{a}$ MS: $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para MC, GSJ y MMN respectivamente. (**Figura 7**).

Los estratos de la vegetación representaron diferentes porcentajes de la biomasa total en las tres áreas ecológicas. El aporte relativo del intercoironal fue máximo en MMN ($60,5\pm 5,7\%$) y similar en MC y GSJ ($15,6\pm 4,2$ y $6,8\pm 3,1\%$, respectivamente). La contribución a la biomasa total de los arbustos fue mayor en MC y GSJ ($30,2$ y $37,9\%$, respectivamente) y prácticamente nula en MMN ($1,5\%$). El aporte conjunto de la fracción leñosa (arbustos+subarbustos) a la biomasa total, fue del orden del 65, y el 55% para MC y GSJ, respectivamente, y en MMN no alcanzó al 20%. En MC el aporte de arbustos y subarbustos mantuvo una relación 1:1,2; en el GSJ 1:0,8 y en MMN 1:12,6 (**Tabla 3**).

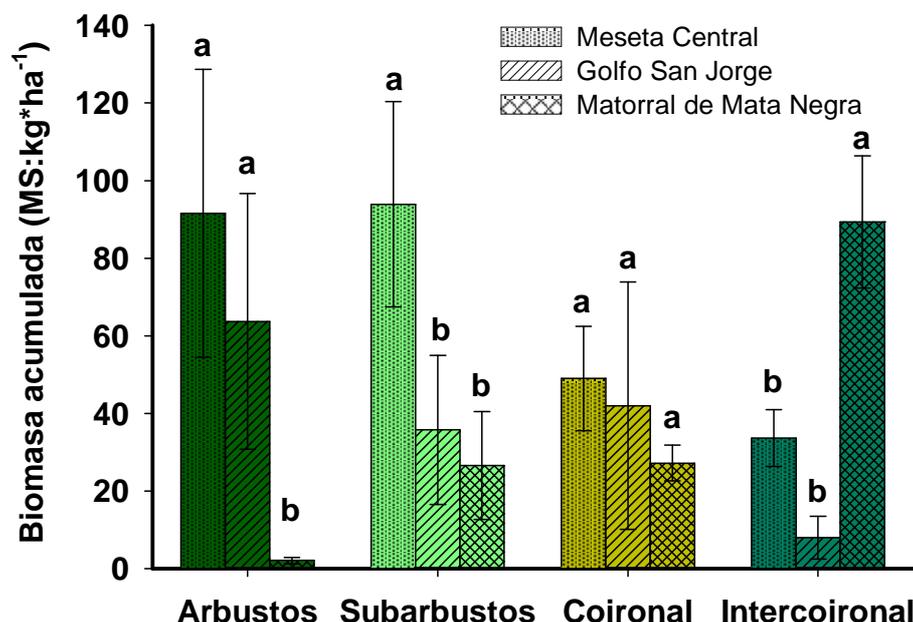


Figura 7: Biomasa acumulada (MS: kg*ha⁻¹) durante la primavera y principios de verano ($\bar{x} \pm ES$) en los diferentes estratos de la vegetación de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008. Medias de un mismo estrato con distinta letra difieren entre áreas. Contraste Duncan ($p < 0,05$; $n=3$).

Tabla 3: Aporte porcentual ($\bar{x} \pm ES$) por estrato a la biomasa total acumulada durante primavera y principios de verano en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008. Para cada estrato, medias seguidas por la misma letra no difieren entre áreas. Contraste Duncan ($p < 0,05$).

AREA ECOLOGICA \ ESTRATO	Arbustos	Subarbustos	Coironal	Intercoironal	TOTAL
MESETA CENTRAL	30,2 ± 6,0 a	35,4 ± 5,4 a	18,7 ± 2,2 a	15,6 ± 4,2 b	100
GOLFO SAN JORGE	37,9 ± 13,7 a	28,7 ± 10,6 a	26,6 ± 11,4 a	6,8 ± 3,1 b	100
MATORRAL DE MATA NEGRA	1,5 ± 0,8 b	18,9 ± 6,1 a	19,2 ± 3,2 a	60,5 ± 5,7 a	100

Las especies de arbustos y subarbustos presentes en las clausuras de las tres áreas fueron diferentes. Dentro de los arbustos, sólo *Berberis sp* fue común a las tres áreas, y *Junellia tridens* (mata negra) a MMN y MC. Dentro de los subarbustos, *Azorella sp* se encontró en las clausuras de MMN y MC y *Chuquiraga aurea* en las de MC y GSJ (Tabla 4).

Tabla 4: Géneros y/o especies de arbustos y subarbustos presentes en áreas excluidas al pastoreo durante la primavera y el inicio del verano de 2008 en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz (3 sitios por área). Para cada área, se indica el tamaño de la clausura considerada en la estimación de disponibilidad de leñosas.

ESTRATO	AREA ECOLÓGICA		
	MATORRAL DE MATA NEGRA (2x2m)	MESETA CENTRAL (2x2m)	GOLFO SAN JORGE (6x6m)
Arbustos	<i>Adesmia campestris</i> <i>Berberis sp.</i> <i>Junellia tridens</i>	<i>Berberis sp.</i> <i>Junellia tridens</i> <i>Schinus sp.</i>	<i>Berberis sp.</i> <i>Lycium chilense</i> <i>Trevoa patagonica</i>
Subarbustos	<i>Acaena sp.</i> <i>Azorella sp.</i> <i>Ephedra</i>	<i>Azorella sp.</i> <i>Chuquiraga aurea</i> <i>Nassauvia glomerulosa</i>	<i>Chuquiraga aurea</i> <i>Chuquiraga kingii</i> <i>Nassauvia glomerulosa</i>

Cobertura

La variabilidad en tipos de cobertura de suelo a nivel sitio no permitió establecer un patrón consistente de los sitios entre áreas (**Figura 8**). Aún así, las variables de cobertura de suelo registradas a nivel de cuadros difirieron entre áreas ecológicas. La cobertura de suelo desnudo fue un 22% menor en MC que en las dos áreas restantes. Las áreas que presentaron mayores diferencias fueron MC y MMN. En MC la cobertura vegetal fue 15% mayor ($61,0 \pm 3,8$ vs $52,7 \pm 3,0$) y el suelo desnudo 22% menor ($23,9 \pm 5,5$ vs $30,5 \pm 0,8$). El pavimento de erosión en MMN fue 66 y 70% mayor que en MC y GSJ, respectivamente ($8,0 \pm 3,5$; $4,8 \pm 4,3$ y $4,7 \pm 2,2$), mientras el porcentaje de mantillo fue similar en las tres áreas ($8,8 \pm 1,7$; $10,3 \pm 1,3$ y $10,4 \pm 1,9$) (**Figura 8**).

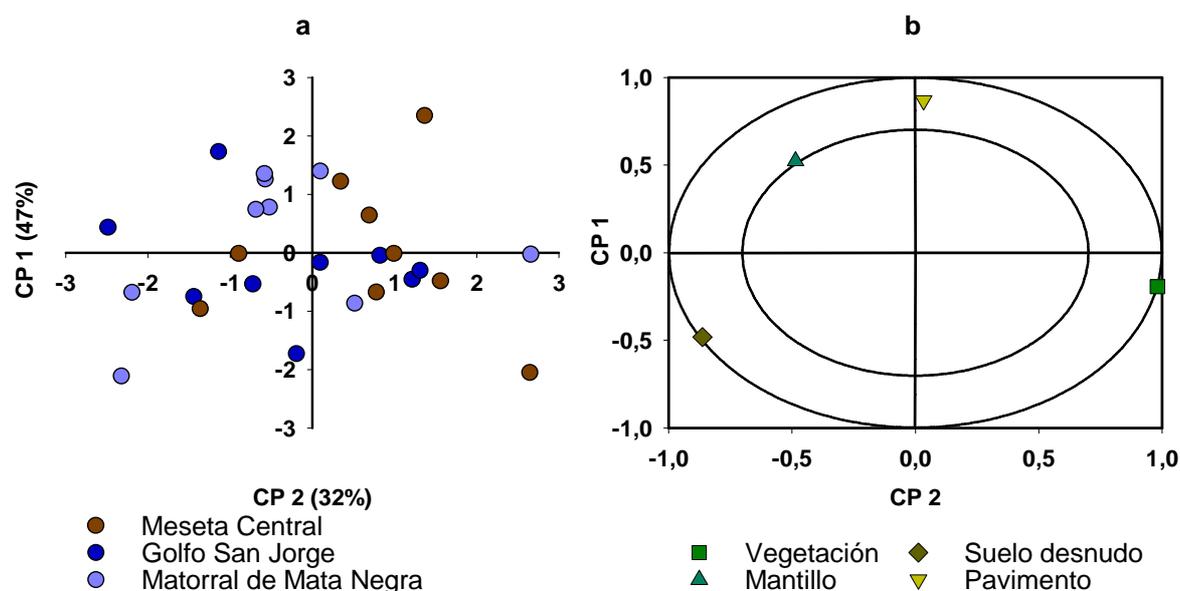


Figura 8: Variabilidad del tipo de cobertura de suelo (vegetación, mantillo, suelo desnudo y pavimento de erosión) en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008. ACP: a) diagrama de casos y b) diagrama de variables.

A diferencia de lo que ocurrió con los porcentajes de tipos de cobertura de suelo, los porcentajes estimados de cobertura de los estratos de la vegetación mostraron un claro patrón de variación entre áreas a nivel de sitio. La mayor variación entre sitios (PC1, explica el 43% de la varianza) se debió a un gradiente entre MMN con mayores porcentajes de arbustos y coironal, y algunos sitios del GSJ con mayores porcentajes de subarbustos (Figura 9).

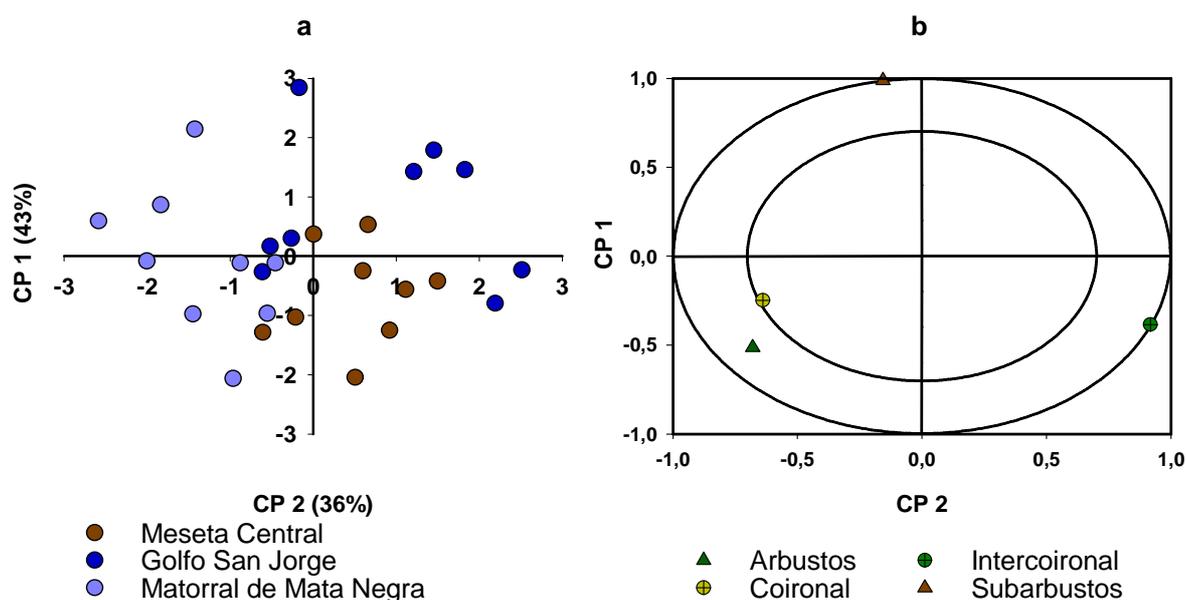


Figura 9: Variabilidad del tipo de cobertura por estrato (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008. ACP: **a)** diagrama de casos y **b)** diagrama de variables.

El porcentaje del área vegetada representada por los diferentes estratos difirió entre áreas ecológicas. En MMN el porcentaje de cobertura de arbustos fue más de tres veces y media ($23,7 \pm 0,4$ vs $6,7 \pm 1,6$) el promedio de las otras dos áreas. El porcentaje de subarbustos difirió entre áreas y fue menor en MMN ($11,5 \pm 0,9$), intermedio en MC ($34,2 \pm 1,9$) y máximo en GSJ ($43,4 \pm 0,7$). El porcentaje de coironal e intercoironal fue similar para las tres áreas (coironal: $17,6 \pm 1,3$; intercoironal: $40,3 \pm 2,4$) (Figura 10).

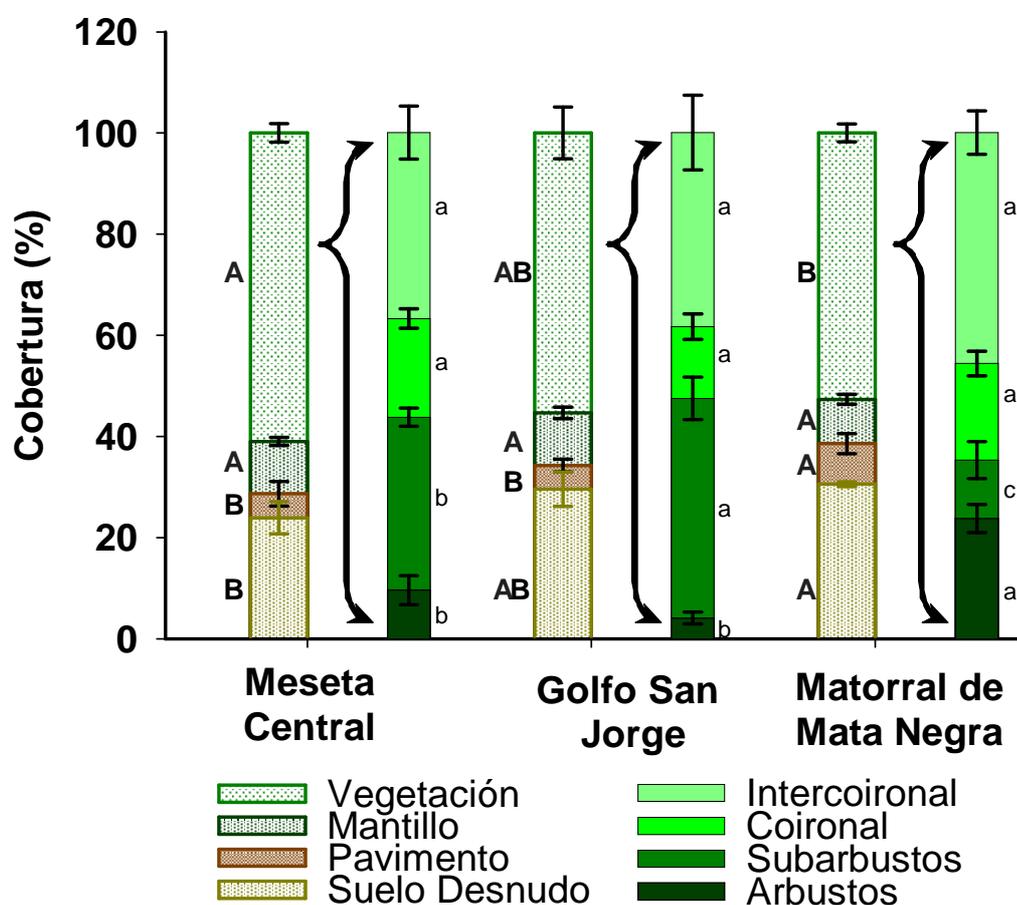


Figura 10: Porcentajes de tipos de cobertura de suelo y estratos en la vegetación en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz: Meseta Central, Golfo San Jorge y Matorral de Mata Negra. Medias de una misma cobertura de suelo con diferentes letras mayúsculas y medias de una misma forma de vida con diferente letra minúscula difieren entre áreas ($p < 0,05$).

El APC de los datos de cobertura de especies indicó que el mayor porcentaje de la varianza entre sitios (PC1, explica el 34% de la varianza) se debe a un gradiente entre los sitios del MMN con mayores porcentajes de *Junellia tridens*, *Azorella sp* y *Nardophyllum sp* y los del GSJ con mayores porcentajes de *Chuquiraga sp* y *Nassauvia sp*. El porcentaje de *Poa sp* en el intercoironal fue particularmente alto en 3 sitios de MMN y del GSJ (Figura 11, Tabla 5).

Tabla 5: Cobertura por estratos y especies de la vegetación ($\bar{x} \pm ES$) de tres áreas ecológicas de Santa Cruz (%). Diciembre 2007-Enero 2008.

Géneros / Especies	Área ecológica		
	Meseta Central	Golfo San Jorge	Matorral de Mata Negra
Arbustos	----- % -----		
<i>Acantholippia sp (Aca)</i>	2,9 ± 0,8	1,2 ± 1,1	1,1 ± 0,7
<i>Adesmia campestris (Adc)</i>	0,2 ± 0,2	-	0,2 ± 0,2
<i>Berberis spp (Ber)</i>	-	1,3 ± 0,7	2,7 ± 1,1
<i>Junellia tridens (Jtr)</i>	6,4 ± 2,0	0,1 ± 0,1	16,4 ± 2,1
<i>Lycium chilense (Lyc)</i>	-	0,9 ± 0,7	-
<i>Nardophyllum sp (Nar)</i>	-	-	3,2 ± 1,0
<i>Trevoa patagónica (Tre)</i>	-	0,5 ± 0,2	-
Sub-total	9,5 ± 1,6 b	4,0 ± 0,7 b	23,7 ± 0,4 a
Subarbustos	-----		
<i>Azorella spp (Azo)</i>	2,0 ± 0,9	0,2 0,2	4,6 ± 1,4
<i>Chuquiraga spp (Chu)</i>	5,4 ± 0,6	7,0 ± 2,3	-
<i>Ephedra sp (Eph)</i>	0,6 ± 0,4	-	1,7 ± 0,6
<i>Junellia sp (Jun)</i>	1,6 ± 0,7	3,8 ± 1,6	0,9 ± 0,6
<i>Nassauvia spp (Nas)</i>	22,9 ± 1,9	30,5 ± 2,7	2,8 ± 1,6
<i>Otros subarbustos (Osb)</i>	1,8 ± 0,2	1,9 ± 1,1	1,5 ± 0,3
Sub-total	34,2 ± 1,9 b	43,4 ± 0,7 a	11,5 ± 0,9 c
Coirón	-----		
<i>Festuca spp (Fes)</i>	0,2 ± 0,2	1,0 ± 0,7	5,1 ± 1,0
<i>Stipa spp (Sti)</i>	19,3 ± 1,8	13,2 ± 1,3	14,0 ± 1,7
Sub-total	19,5 ± 5,9 a	14,2 ± 0,8 a	19,1 ± 2,5 a
Intercoirón	-----		
<i>Acaena sp (Aca)</i>	1,1 ± 0,5	1,2 ± 0,5	3,7 ± 1,2
<i>Adesmia spp (Ade)</i>	-	2,4 ± 0,4	1,0 ± 0,5
<i>Bromus sp (Bro)</i>	3,7 ± 0,8	2,2 ± 0,7	5,1 ± 0,9
<i>Carex sp (Cax)</i>	10,6 ± 1,9	7,9 ± 1,8	14,0 ± 1,0
<i>Hoffmanseggia trifoliata (Hof)</i>	-	0,8 ± 0,6	-
<i>Hordeum sp (Hor)</i>	-	-	0,2 ± 0,2
<i>Poa spp (Poa)</i>	19,4 ± 1,9	21,6 ± 2,9	19,8 ± 2,7
<i>Rytidosperma sp (Ryt)</i>	1,5 ± 0,4	2,3 ± 0,7	0,8 ± 0,5
<i>Otras dicotiledóneas (Odc)</i>	-	-	0,9 ± 0,9
<i>Otras gramíneas (Ogr)</i>	0,5 ± 0,3	-	0,2 ± 0,2
Sub-total	36,8 ± 0,7 a	38,4 ± 1,8 a	45,7 ± 2,9 a

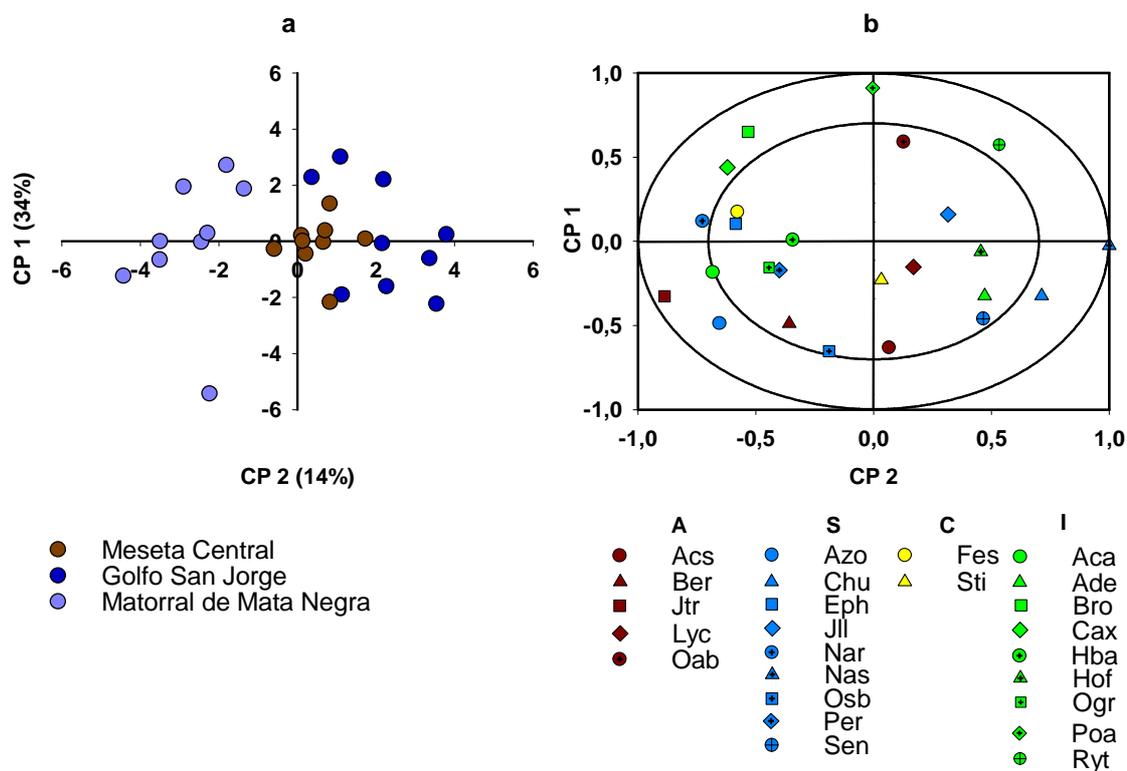


Figura 11: Variabilidad en la composición botánica del pastizal en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre-2007-Enero 2008. ACP: a) diagrama de casos y b) diagrama de variables. A: Arbustos.- S: Subarbusos.- C: Coironal.- I: Intercoironal. Las abreviaciones de especies corresponden a las utilizadas en la Tabla 5.

La cobertura y la disponibilidad relativas de arbustos y de subarbusos en los sitios evaluados no estuvieron asociadas a través de las áreas ecológicas. Los sitios de MMN fueron los de mayor cobertura de arbustos, aunque en ellos la disponibilidad de este estrato fue nula o muy baja. En las otras dos áreas, ocurrió lo inverso. A valores de cobertura de entre 0 y 24%, la disponibilidad varió sin ningún patrón de 0 a 67% en MC y de 0 a 100% en GSJ. Algo similar ocurrió para los subarbusos. En las tres áreas, la variabilidad de disponibilidad fue mucho mayor que la de cobertura, sin que existiera correlación entre las dos variables (**Figura 12**).

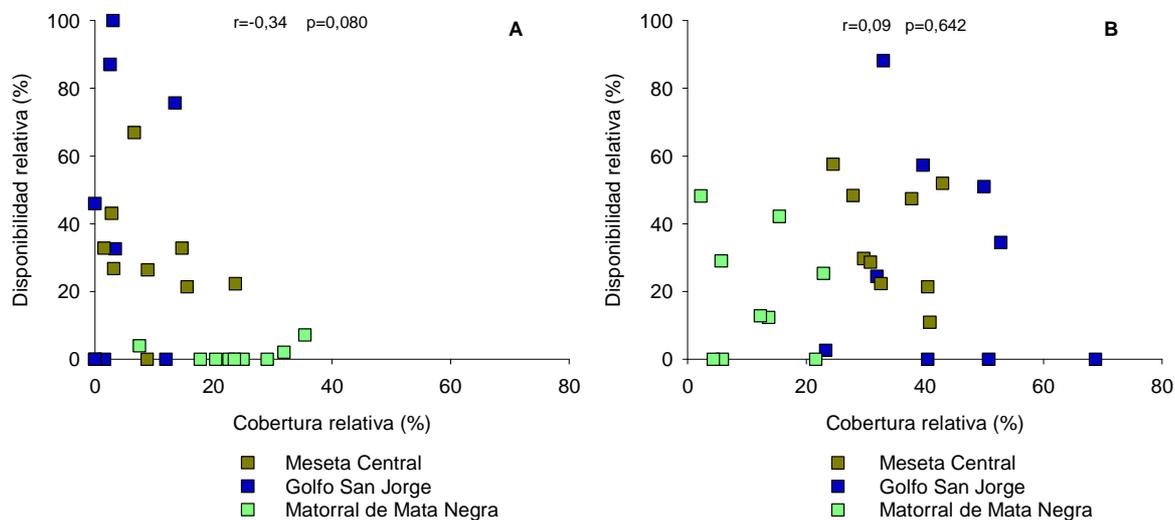


Figura 12: Relaciones entre la cobertura y disponibilidad relativas de arbustos (A) y subarbustos (B) en tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.

La receptividad calculada a partir de la biomasa total para la MC fue mucho mayor a la de las otras dos áreas, dado que el forraje disponible en ella fue 83% superior. De esta manera, la receptividad estimada ($EOP \cdot ha^{-1}$) en MC resultó en 1 EOP cada 4 ha aproximadamente, mientras que en GSJ y MMN en 1 EOP cada 7,5 ha (**Tabla 6**).

Tabla 6: Biomasa total ($MS: kg \cdot ha^{-1}$), Forraje disponible ($MS: kg \cdot ha^{-1}$) y Receptividad estimada ($EOP \cdot ha^{-1}$) \bar{x} para tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz.

Area Ecológica	Biomasa Total MS ($kg \cdot ha^{-1}$)	Forraje Disponible MS ($kg \cdot ha^{-1}$)	Receptividad EOP $\cdot ha^{-1}$
Meseta Central	267	80,1	0,16
Golfo San Jorge	149	44,7	0,09
Matorral de Mata Negra	143	42,9	0,08

DISCUSIÓN

La receptividad ganadera de un ambiente es el número máximo de animales que un área es capaz de soportar sin que ocasione daños a la vegetación y/o a los recursos forrajeros (Holecheck *et al.*, 1989). La correcta estimación de la receptividad del ambiente es un elemento clave para el desarrollo y funcionamiento de cualquier sistema de producción ganadero, más aún de aquéllos que se sustentan en la diversa oferta forrajera proveniente de los pastizales naturales.

La estimación de la receptividad es una tarea compleja ya que requiere de la cuantificación de distintos atributos (indicadores) de la vegetación y de la población de animales y un mismo atributo puede ser evaluado de distintas maneras (Borrelli, 2001, Elissalde *et al.*, 2002). En los ecosistemas semiáridos, la receptividad debe ser estimada a partir de datos de producción promedio de varios años, lo que implica una complicación adicional, ya que este promedio encierra mucha variabilidad, como consecuencia de la marcada variación intra e interanual de la precipitación. La productividad es usualmente evaluada en el momento de máxima acumulación que en esta región coincide con el verano (Jobbágy *et al.*, 2002) y los cálculos de receptividad se realizan por estimaciones del consumo animal a lo largo del año⁸. Si bien algunos métodos de evaluación de la receptividad admiten evaluaciones y ajustes de cargas de tipo anual, y por lo tanto permiten un manejo adaptativo de los rodeos, en general se establece una receptividad media a largo plazo, que suele estar por debajo del potencial del sitio en años en los que la precipitación se encuentra por arriba de la media.

En el presente capítulo se estimaron simultáneamente dos indicadores de la receptividad en tres áreas ecológicas de la provincia Santa Cruz (Meseta Central=MC, Golfo San Jorge=G SJ y Matorral de Mata Negra=MMN) en establecimientos que, durante los últimos 5 años han ajustado las cargas animales con el método Santa Cruz, y se evaluó su variabilidad entre y dentro de ellas. Estos indicadores fueron la cantidad de biomasa acumulada durante la primavera y el inicio del verano, y la cobertura de diferentes tipos de suelo y vegetación.

Los valores registrados de cantidad de biomasa acumulada por ha fueron inferiores a $270 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ en las tres áreas ecológicas. No existe en la bibliografía información sobre acumulación de biomasa total para estas áreas ecológicas de Patagonia,

⁸ Las estimaciones de consumo animal se realizan en función del EOP (Equivalente Ovino Patagónico) el cual equivale al promedio de requerimientos anuales de una oveja de 49 kilos de peso vivo al servicio, esquilada en septiembre, que gesta y desteta un cordero de 20 kilos vivo a los 100 días de lactancia. EOP=2,79Megacalorías por día.

aunque sí existen modelos que permiten estimar la productividad a escala regional, a partir de la precipitación anual, que fueron ajustados en otros ecosistemas semiáridos (Sala *et al.*, 1988, Paruelo *et al.*, 1998). Esas estimaciones han sido realizadas en función de valores de precipitación medios (año “normal”). Sala *et al.* (1988) proponen que la productividad forrajera anual de largo plazo esperada para una región semiárida puede ser derivada de la ecuación $PPNA = (0.6 * pp) - 36$. Los valores de PPNA estimados con esta ecuación y con información previa referida a precipitación media anual (De Fina *et al.*, 1968) para las áreas consideradas en este estudio fueron aproximadamente 3 veces mayores que los registrados en este estudio: MC 480 vs 267 (MS: $kg * ha^{-1}$), GSJ 530 vs 149 (MS: $kg * ha^{-1}$), y MMN 600 vs 143 (MS: $kg * ha^{-1}$). Los valores registrados también son bajos en comparación con los estimados en función de la precipitación promedio y del Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) (Paruelo *et al.*, 1998), los que duplican los valores de biomasa acumulada registrados en las clausuras del presente estudio. Paruelo *et al.* (1998) estimaron para MC, GSJ y MMN valores de PPNA de 450, 390 y 650 $kg * ha * año^{-1}$ respectivamente en años de precipitación normal. Los valores de biomasa acumulada estimados con ambas ecuaciones no son comparables directamente con los obtenidos en este estudio debido a que las ecuaciones fueron alimentadas con valores de precipitación media histórica de las zonas de estudio. Si se acepta que el pico de biomasa total acumulada es el reflejo de la cantidad de precipitación en la temporada, mientras que la temperatura modula la fecha de inicio del crecimiento (Jobbágy *et al.*, 2002) es evidente que los bajos valores de acumulación de biomasa registrados se deben a los bajos niveles de precipitación ocurridos durante 2007. Los registros pluviométricos de las dos estaciones meteorológicas y el análisis del Índice de Anomalía de la Vegetación sustentan esta idea anterior. Por un lado los registros de precipitaciones de esas estaciones, aunque no abarcaron todo el año, indican que el año de muestreo fue seco en MC y GSJ, y que durante la estación de crecimiento (septiembre 2007-enero 2008) las precipitaciones fueron un 48 (MC) y 20% (GSJ) inferiores a los valores esperados en situaciones normales. Por otro lado, el análisis del Índice Mejorado de la Vegetación (González *et al.*, 2009) muestra que, en el año de estudio y para la misma época, entre el 80 y el 88% de la superficie de los departamentos de Río Chico (MC), Deseado (GSJ) y Corpen Aike (MMN) se encontraba en estado de sequía o sequía incipiente.

El análisis de los registros del EVI mostró que la máxima acumulación de biomasa de las áreas ecológicas consideradas posiblemente no ocurrió en diciembre, tal como

se asumió al diseñar el estudio, sino que se anticipa, y ocurre en una secuencia N-S (GSJ, MC y MMN). Esta secuencia podría llegar a tener implicancias en la estimación de la receptividad a partir de la biomasa total.

La biomasa total acumulada por ha en MC fue casi el doble de la biomasa acumulada en GSJ y MMN. Esta diferencia en producción podría estar directamente relacionada con la mayor cobertura de vegetación en la MC, que fue un 15% mayor que en el GSJ. Además, si se considera el aporte de cada tipo de estratos a la biomasa total, una gran parte de la diferencia en la producción de biomasa total entre estas dos áreas se puede atribuir a la fracción leñosa, y en especial a los subarbustos. La relación entre cobertura y disponibilidad mostró que en MC y GSJ, arbustos y subarbustos pueden acumular gran cantidad de biomasa a pesar de su baja cobertura, y que esta relación varía entre sitios, posiblemente por la variabilidad entre especies. En promedio entre áreas, en MC los subarbustos acumularon 2,5 veces la biomasa que en GSJ, a pesar de que su cobertura estimada fuera de las clausuras fue un 45% mayor, lo que sugiere diferencias en la estructura de los subarbustos de las dos áreas referidas a su vigor y densidad de su follaje. Aún cuando no se realizaron mediciones de estructura de plantas, durante el muestreo se hizo evidente que los individuos del subarbusto *Nassauvia glomerulosa* (el subarbusto dominante en las dos áreas) presentaban, en general, un mayor vigor en los sitios de MC que en los de GSJ y en esta última área, los ejemplares presentaban brotes menos desarrollados. Esto podría estar relacionado al fuerte déficit hídrico de la zona del Golfo. Los registros indican que durante la temporada de crecimiento la MC recibió un 25% más precipitaciones que el GSJ y que durante septiembre y diciembre los registros mensuales en MC fueron mayores a los 10mm. Es posible entonces que estos pequeños eventos de precipitación combinados al momento del año en que se dieron hayan permitido la recuperación del estado hídrico y producción sobre *N. glomerulosa*, especie, que desarrolla un sistema radical superficial.

El MMN fue el área con mayores porcentajes de cobertura de arbustos y de intercoironal, pero en esta área las especies leñosas produjeron muy poca biomasa en el período evaluado en comparación a las dos áreas restantes. La poca producción de biomasa de los arbustos está directamente relacionada a la casi nula producción de brotes de *Junellia tridens*, la especie dominante en esta área (**ver Tabla 5**). Fue notoria la baja producción de biomasa en los brotes de la temporada de los individuos, lo que explica el bajo valor de acumulación para el estrato arbustivo. Mediante observación a campo se constató que otros individuos de la misma especie en

cercanías de las jaulas presentaban una condición similar en cuanto a la casi nula producción de brotes (obs. pers.) por lo que se desestima algún efecto relacionado al tamaño de las clausuras utilizadas para la estimación de la producción de brotes. La experiencia empírica indica que *Junellia tridens* es una especie con una fenología particular, ya que solamente florece luego de inviernos en los que nieva mucho y con frecuencia (obs. pers.). Tanto la floración como la producción de brotes podrían estar relacionadas a eventos de precipitación invernal que recargarían las capas profundas del suelo, accesibles a las raíces bien desarrolladas de este arbusto. Es posible entonces que la sequía y la falta de nevadas durante el año 2007 haya impedido la recarga del perfil en profundidad y esto a su vez, restringido la productividad del arbusto.

Las diferencias entre los valores de PPNA predichos según precipitación y NDVI con los de biomasa acumulada registrados en este estudio pueden atribuirse a varias razones. Primero, las predicciones se realizaron en función de precipitaciones medias anuales, y las tres áreas ecológicas sufrieron una sequía generalizada (González *et al.*, 2009). Una alternativa para subsanar este problema hubiera sido estimar los datos de producción de biomasa durante la estación de crecimiento en función de la precipitación registrada durante dicho período (septiembre 2007-enero 2008). Sin embargo, en los ecosistemas semiáridos los coeficientes de correlación entre la variabilidad en la producción de biomasa y la precipitación anual para un mismo sitio son bajos (Lauenroth, 1979; Sala *et al.*, 1988; Jobbágy *et al.*, 2002;). Esto obedece a que, en estos ecosistemas la disponibilidad de agua es una limitante fuerte de la productividad primaria (Noy-Meir, 1973) y además a que existe un umbral por debajo del cual las precipitaciones no son realmente efectivas (Sala; Lauenroth, 1982). Además, la precisión de la estimación de productividad de estos ambientes disminuye a medida que el sistema recibe una menor cantidad de agua (Paruelo *et al.*, 1997). Durante el período de muestreo el 98,7% de eventos fueron pequeños pulsos de agua (<5mm) que probablemente no indujeron una respuesta productiva por evaporarse rápidamente. En este aspecto pudo haber diferencias marcadas en las estrategias de captación de agua del suelo de las distintas formas de vida (arbustos y subarbustos vs coironal e intercoironal) (Sala *et al.*, 1997) y es posible que los subarbustos de raíces superficiales y las gramíneas cortas hayan podido aprovechar parte de estos eventos.

Todas las variables consideradas en este estudio presentaron diferencias entre sitios, pero mientras que en las de tipo de cobertura de suelo no fue posible reconocer un patrón, en la vegetación surgen uno con claridad. La cobertura de los diferentes

estratos es menos variable entre sitios en MC que en las otras dos áreas (ver Figura 8). Tanto los estratos (arbustos, coironal, intercoironal y subarbustos) como las diferentes especies de arbustos subarbustos de la región patagónica (*Chuquiraga sp*, *Lycium chilense*, *Nassauvia glomerulosa*) difieren en su valor nutritivo (Wernli *et al.*, 1977, Somlo *et al.*, 1985, Somlo; Cohen, 1997; Elissalde *et al.*, 2002). Es por ello, que la heterogeneidad en la distribución de especies de arbustos y subarbustos registrada en este estudio para el GSJ sugiere que en esta área ecológica los ovinos podrían ser más selectivos en algunos sitios que en otros, según la especie de arbusto y/o subarbusto presente y de su valor nutritivo. Esto fue confirmado al calcular los datos de selectividad general utilizando porcentajes de composición botánica de dietas y de disponibilidad de la vegetación (ver Capítulo II).

La receptividad ganadera ovina estimada en este estudio para GSJ y MMN es inferior a los valores recomendados para estas áreas ecológicas, mientras en Meseta Central resultó ser similar al recomendado (Sistema Regional de Soporte de Decisiones, 1997). Se debe tener en cuenta que las estimaciones realizadas en este capítulo (ver Tabla 6) se realizaron bajo el supuesto de que no toda la biomasa total acumulada está disponible para ser consumida en su totalidad por los ovinos ya que existen diversos factores que pueden influir en la obtención de la misma y por ende modificar los valores de receptividad estimados previamente. Por otra parte, debe considerarse que la disponibilidad de biomasa se estimó en diciembre en todas las áreas, cuando el análisis del EVI indica que esta ocurre antes, y que se anticipa según un gradiente N-S. Por otra parte, el cálculo de receptividad realizado en base a datos de biomasa total de la vegetación no contempla la selectividad de los animales ni las diferencias en valor nutritivo de estratos y especies, aspectos que se profundizaran en el Capítulo II.

CAPÍTULO II: Patrones de selección de la vegetación por ovinos en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz

INTRODUCCION

En un ambiente determinado, la calidad de la dieta de un herbívoro depende de la interacción entre su capacidad de selección y la calidad y abundancia de la oferta forrajera. La capacidad de selección de los herbívoros está definida por características inherentes al animal, esto es su morfo-fisiología (Hofmann; Steward, 1972; Hofmann, 1989), y también por ciertas características de la vegetación tales como disponibilidad, estructura y composición botánica, entre otras (Hofmann, 1989; Shipley, 1999).

La morfo-fisiología de los ovinos determina que estén adaptados para consumir forraje con alto contenido de celulosa y hemicelulosa, pero a su vez que posean una alta capacidad de selección, por lo que escogen dicotiledóneas herbáceas y brotes tiernos de arbustos y subarbustos cuando están disponibles (Hanley, 1982; Van Soest, 1994a). Como ya se ha mencionado, la adaptación al consumo de forraje rico en contenido de celulosa y hemicelulosa, está determinada por su alta relación volumen rumino-reticular:peso corporal y su peso corporal relativamente bajo (Hanley, 1982). El rumen relativamente grande les confiere una gran eficiencia en el aprovechamiento de forrajes toscos (Hanley, 1982; Hofmann, 1989; Shipley, 1999). Por otro lado, su tamaño corporal determina requerimientos de energía relativamente bajos, y les permite disponer de tiempo para seleccionar especies de calidad. Por lo tanto, en los pastizales semiáridos los ovinos componen dietas con especies graminosas, pero seleccionan aquéllas de mayor valor nutricional tales como dicotiledóneas herbáceas y brotes de arbustos y subarbustos. En consecuencia, en sus dietas los porcentajes de especies leñosas y dicotiledóneas herbáceas son generalmente superiores a los de la oferta forrajera (Stuth, 1991).

En líneas generales, las dicotiledóneas herbáceas y los brotes de algunas especies leñosas son más digestibles y tienen mayores porcentajes de contenidos celulares y de proteína que las gramíneas dominantes, por lo que su incorporación a las dietas mejora la calidad de éstas (Hanley, 1982; Van Soest, 1994b; Shipley 1999). Sin embargo, la inclusión en la dieta de dicotiledóneas y arbustos está condicionada por su abundancia relativa su estructura, y también por la disponibilidad general del ambiente (Stuth, 1991).

La producción ovina es la principal actividad ganadera en la extensa superficie de la provincia de Santa Cruz y se realiza en áreas ecológicas que difieren en los porcentajes de tipo de cobertura de suelo y de formas de vida (ver Capítulo I). En las últimas décadas la ganadería de estas áreas se ha visto afectada por la disminución de la receptividad de los campos como consecuencia del sobrepastoreo y las altas cargas animales utilizadas (Barbería, 1995). La información disponible indica que el stock ganadero provincial se ha reducido en más del 70% en los últimos 30 años desde unas 7503 millones de cabezas en 1937 a 2162 millones en 2002 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación-SAGPyA, 2008) (**Figura 13**).

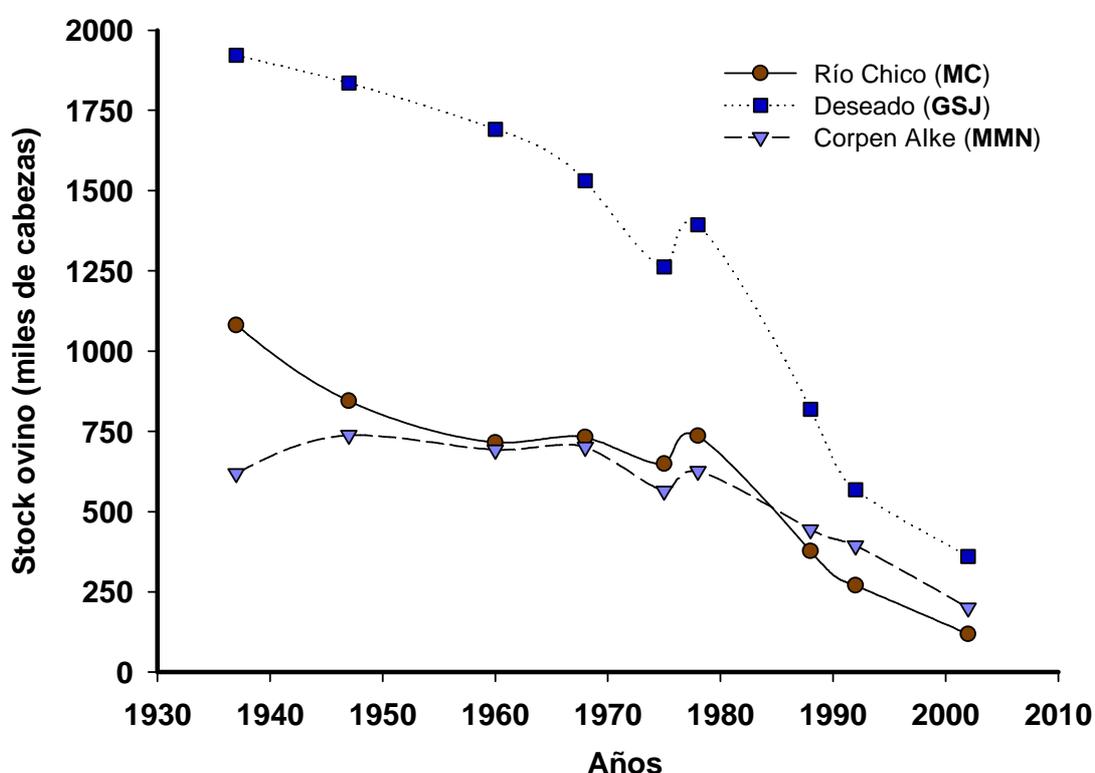


Figura 13: Evolución del stock ganadero ovino (miles de cabezas) en tres departamentos de la provincia de Santa Cruz: Río Chico, Deseado y Corpen Aike. Cada departamento incluye a las áreas ecológicas Meseta Central (MC), Golfo San Jorge (GSJ) y Matorral de Mata Negra (MMN), respectivamente. Período: 1937-2002⁹.

La provincia de Santa Cruz presenta 8 áreas ecológicas. En todas ellas el sistema productivo ganadero es de carácter extensivo. Las principales variables descriptivas de estas áreas han sido determinadas en el Sistema Regional de Soporte de Decisiones (1997) en base a un reconocimiento de la heterogeneidad de sus

⁹ Fuente: SAGPyA, 2008.

condiciones ambientales, productivas y sociales (ver **Tabla 2 en Capítulo I**). La superficie modal promedio de los establecimientos de éstas áreas ecológicas varía de 13 mil ha en el Golfo San Jorge a 22 mil ha en el Matorral de Mata Negra. En la actualidad, los sistemas de producción provinciales utilizan biotipos animales carniceros o doble propósito (Corriedale) y/o biotipos laneros (Merino). En líneas generales se puede mencionar que el biotipo carnicero tiene mayores requerimientos específicos que su par lanero, por lo que no resulta ventajosa su producción en pastizales degradados y/o de baja productividad primaria. Por esta razón es que la raza Corriedale se localiza mayoritariamente en aquellas áreas ecológicas de la provincia menos degradadas y con una mayor producción de forraje, especialmente de intercoironal.

En general, el manejo de las majadas patagónicas es del tipo año redondo, aunque a veces los cuadros son utilizados diferencialmente según la estación del año. Los cuadros altos (veranada) son pastoreados cuando las condiciones meteorológicas son más benignas. Los cuadros bajos y por lo tanto más protegidos (invernada) se utilizan durante otoño-invierno, cuando las condiciones meteorológicas son más rigurosas, y las bajas temperaturas y nevadas pueden incidir en los porcentajes de señalada. La señalada (relación entre el número de corderos obtenidos en relación a la cantidad de ovejas madres de la majada) es un indicador del nivel productivo de un establecimiento que varía entre y dentro de las áreas, con valores normales que oscilan entre un 40% y un 70%, bajo un manejo tradicional. La receptividad en EOP¹⁰ estimada de los establecimientos de Santa Cruz varía entre 0,13 para Meseta Central y 1,03 EOP*ha⁻¹*año⁻¹ para Estepa Magallánica Húmeda (**Tabla 2 en Capítulo I**). Estos valores de receptividad han sido estimados en función de la acumulación de forraje total del intercoironal con la utilización del Método Santa Cruz (ver Introducción General), y no consideran al estrato leñoso.

Durante los últimos 25 años en la provincia de Santa Cruz, y particularmente en el área ecológica Estepa Magallánica Seca, como parte de las actividades técnicas llevadas a cabo por INTA, se han realizado numerosas estimaciones de receptividad de los campos a los fines de adecuar el tamaño de los rodeos en el marco del desarrollo sustentable. Estas estimaciones de receptividad se han realizado además, en el Matorral de Mata Negra y en la Meseta Central en función de la disponibilidad de intercoironal, en un número de establecimientos que representa un 10% del total

¹⁰ EOP= representa el requerimiento de una oveja de 49 Kg de peso vivo al servicio, esquilada en septiembre, que gesta y desteta un cordero de 20 kg a los 100 días de lactancia

provincial. A partir de 2001 las estimaciones de disponibilidad así como el cálculo de receptividad se han convertido en requisito formal para acceder a créditos otorgados por la Ley para la recuperación de la ganadería ovina (Ley N°25.422).

En ciertas áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz tales como Meseta Central y Golfo San Jorge, entre otras, el componente leñoso es abundante y, simultáneamente la cobertura del intercoironal es reducida. En estas áreas, los valores de receptividad estimados mediante el Método Santa Cruz son bajos en comparación a otras áreas ecológicas y en ellas se originan reclamos del sector ganadero que, en base a su experiencia, considera que los estratos leñosos deberían ser incluidos en los cálculos de receptividad. Esta afirmación estaría de acuerdo con información disponible en la literatura internacional sobre ecosistemas semiáridos arbustivos y subarbustivos, que indica que en ellos los ovinos consumen y/o seleccionan dicotiledóneas herbáceas, arbustos y subarbustos (Hanley, 1982; Van Soest, 1994a; Pelliza *et al.*, 1997 Shipley, 1999; Beck; Peek, 2005). Es más, Pelliza *et al.* (1997) documentaron los tipos dietarios de ovinos para distintas áreas ecológicas de Santa Cruz y encontraron que la presencia de dicotiledóneas y leñosas puede alcanzar hasta un 80% del total de la dieta. Es posible, sin embargo, que estos elevados porcentajes en dieta provengan de años de sobrepastoreo que han promovido cambios en el suelo y en la vegetación, y el reemplazo de las especies de pastos palatables y de mejor valor forrajero por leñosas y dicotiledóneas de menor valor forrajero (Paruelo *et al.*, 1993).

La dualidad de enfoques planteada anteriormente indica la necesidad de evaluar para las áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz con abundancia de los estratos leñosos si efectivamente los ovinos consumen a los arbustos y subarbustos y además, cuantificar en que proporciones lo hacen, a los fines de rediscutir los valores de receptividad actualmente aceptados

El presente capítulo tiene como **objetivos**:

1- Validar, para las tres áreas ecológicas de Santa Cruz consideradas en el CAPÍTULO I, Meseta Central (MC), Golfo San Jorge (GSJ) y Matorral de Mata Negra (MMN) la hipótesis planteada en la Introducción, que establece que “En ambientes semiáridos, los ovinos utilizan a los arbustos y subarbustos en relación a su disponibilidad (es decir, el consumo de arbustos y subarbustos es mayor cuando mayor es su abundancia relativa). Sin embargo, en todas las situaciones, e independientemente de su abundancia, seleccionan en estos estratos a las especies de mayor valor proteico”.

2- Estimar la receptividad de las tres áreas ecológicas en función del consumo relativo y el valor nutritivo de los estratos leñosos, y determinar para cada una de ellas cual es el estrato limitante en las determinaciones de carga animal.

3- Comparar los valores de receptividad estimados a partir de estimaciones de disponibilidad de biomasa promedio a largo plazo, realizadas a nivel regional (Sala *et al.*, 1988; Paruelo *et al.*, 1998), con las realizadas en el presente estudio, ya sea sin (Capítulo I) o con (Capítulo II) la consideración de la composición botánica de las dietas y el valor nutritivo de las especies que la componen.

Las predicciones que se desprenden de la HIPÓTESIS PLANTEADA y que serán puestas a prueba son:

1. En las tres áreas ecológicas consideradas en este estudio los ovinos consumirán arbustos y subarbustos.
2. Los porcentajes de arbustos y subarbustos en las dietas serán mayores en donde estos estratos sean más abundantes en la vegetación.
3. En todas las áreas los ovinos seleccionarán a las especies de arbustos y subarbustos de mayor valor proteico.

Para ello se caracterizarán en cada una de ellas, indicadores de receptividad referidos al **uso de la vegetación** por el ganado ovino:

- a) La composición botánica de la dieta (por estratos y por especies).
- b) La selectividad por las 4 formas de vida y por especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en las tres áreas ecológicas consideradas en el Capítulo I para evaluar producción, porcentajes de tipos de suelo y porcentajes de formas de vida, y en los mismos establecimientos. En los campos de las tres áreas, la receptividad ovina se determina anualmente por el método Santa Cruz desde hace 5 años, lo que asegura que en ninguno de ellos los cuadros están sobrepastoreados. El muestreo se realizó simultáneamente con los de vegetación, y en los mismos sitios.

Composición botánica de las dietas

Para caracterizar la composición botánica de las dietas de los ovinos, en cada sitio se recolectaron 40 heces frescas en las proximidades de cada una de las clausuras de exclusión del pastoreo. Se recolectaron 5 pellets por deposición. Todas las heces recolectadas en un sitio se integraron en una compuesta. De esta manera se dispuso de 27 muestras compuestas (3 áreas ecológicas x 3 campos x 3 sitios). La cuantificación de la composición botánica de cada una de las muestras compuestas se realizó por microhistología (Sparks; Malechek, 1968) en el Laboratorio de Microhistología de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (**UNPA**¹¹), el cual dispone de patrones de referencia para las especies de las tres áreas ecológicas. Todas las cuantificaciones se realizaron a nivel de género y cuando fue posible la determinación se realizó a nivel específico. Se evaluó la frecuencia de los fragmentos en 100 campos al microscopio (20 campos oculares por slide x 5 slides) con un aumento de 100x. La frecuencia relativa de los fragmentos de cada ítem fue utilizada como un estimador de su porcentaje en peso seco en las dietas. Se asumió una relación 1:1 entre frecuencia y peso seco (Sparks; Malechek, 1968). Las especies estimadas en las dietas en porcentajes inferiores al 3% fueron agrupadas en los siguientes ítems: Otros Arbustos, Otros Subarbustos y Otras Gramíneas.

Variabilidad por estratos y especies de las dietas

La variabilidad (por estratos y por especies) en la composición botánica de las dietas entre los sitios de las tres áreas ecológicas se exploró por Análisis de Componentes Principales (Orloci, 1978) para lo cual se utilizó una matriz de

¹¹ Lecturas realizadas por Amanda Manero y Katiza Dragnic.

correlación. La matriz de datos utilizada para el análisis a nivel de estratos estaba conformada por 27 sitios (9 sitios por área ecológica) y cuatro variables (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal). En el análisis a nivel de especies la matriz estuvo integrada por 27 sitios y 22 ítems (ver ítems en **Tabla 7**). En todos los casos se analizó la dispersión de los sitios en los planos definidos por el PC1 y el PC2 y por el PC1 y el PC3, pero se presentan sólo los gráficos que señalaron patrones en la composición botánica de las dietas entre sitios y/o áreas ecológicas.

Los porcentajes de los 4 estratos en las dietas se analizaron por ANVA, con un modelo completamente aleatorizado, con área ecológica como única fuente de variación, cuadro como repetición y sitios de muestreo como submuestras ($n=3$). La normalidad y homogeneidad de varianzas se analizaron por test de Levene y análisis de residuales. Los datos no fueron normales ni homogéneos por lo que se transformaron por CLR función recomendada para datos del tipo composicionales (ver **Capítulo I**). Las diferencias entre áreas se evaluaron por la prueba de comparaciones múltiples de Duncan ($\alpha=0,05$). En los resultados se presentan los datos sin transformar.

Selectividad

La selectividad de los ovinos se evaluó a tres niveles: 1- Selectividad general a nivel de estratos, 2- Selectividad por estratos y 3- Selectividad por especies. En todos los casos se utilizaron los datos de composición botánica de dietas que se presentan en este **Capítulo** y los de los valores de abundancia estimados en el **Capítulo I**. Los índices mencionados anteriormente requieren de un estimador de la abundancia de estratos o especies en la vegetación, tal como su disponibilidad o su cobertura. La utilización de disponibilidad o cobertura como indicador de abundancia en la vegetación de los ítems de interés depende de la posibilidad de estimarlos con el menor sesgo posible. En los ecosistemas extensivos arbustivos es mucho más factible realizar estimaciones de cobertura que de disponibilidad, razón por la cual estudios realizados en ellos suelen utilizar valores de cobertura para estimar selectividad (Mellado *et al.*, 2003, 2004). Sin embargo, no siempre cobertura y disponibilidad están directamente relacionadas. En el capítulo I se observó que en MMN esto no ocurrió. Por esta razón, en este capítulo se calculan los IS utilizando ambas variables de abundancia, para evaluar como utilizar una u otra impactan en el resultado del índice.

Los índices fueron calculados para cada sitio. La selectividad general de los ovinos a nivel de estrato en cada sitio se estimó según el grado de similaridad entre los

porcentajes de especies procedentes de cada estrato en sus dietas y los de vegetación por el Índice de Kulczynski (IK) (Oosting, 1956). Este índice expresa como un porcentaje de lo que la dieta y la vegetación tienen en común y se calcula como

$$IK = \sum_1^i \frac{2 * (W_i)}{200}$$

En este caso, i corresponde a cada estrato, y W es el porcentaje de ese estrato que la dieta y la vegetación tienen en común. Este índice varía de 1 a 100. A medida que los valores de IK disminuyen, mayor es la diferencia entre la composición en estratos de la dieta y de la vegetación, y por lo tanto mayor la selectividad a este nivel.

La selectividad de los ovinos por cada estrato y por las especies detectadas en las dietas en cada sitio se evaluaron con el Índice (IS) propuesto por Stuth

$$(1991): IS_i = \frac{\% Item_i Dieta - \% Item_i Vegetación}{\% Item_i Dieta + \% Item_i Vegetación}$$

, donde i corresponde al valor del estrato o de la especie que se considere según el nivel de análisis. Este índice puede tomar valores entre +1 y -1. Un valor de 0 indica indiferencia. Valores superiores a 0 indican selección y valores inferiores a 0 que el ítem en cuestión es evitado.

Valor nutritivo de especies y estratos en la vegetación

Para cada área ecológica se evaluó el valor nutritivo (digestibilidad de la materia seca y el porcentaje de proteína bruta) de la biomasa acumulada en las clausuras durante la primavera y el inicio del verano de la temporada de crecimiento 2007-2008 (ver **Capítulo I**). Para arbustos y subarbustos, y cuando el tamaño de las muestras lo permitió, las determinaciones se realizaron a nivel de especie. Para la mayoría de las especies de arbustos y subarbustos, el tamaño de la muestra obtenida en cada clausura era reducido. En esos casos se decidió agrupar la biomasa obtenida de las distintas clausuras en una muestra compuesta por campo, y aún por área ecológica (ver **Tabla 7** en Resultados). Para intercoironal se analizó una muestra compuesta y también algunas especies puntuales mencionadas en la bibliografía como palatables. Las muestras de coironal se analizaron sin discriminar entre especies.

En los casos en los que el tamaño de la muestra era tan reducido que no permitía evaluar digestibilidad y proteína, se priorizó la determinación de % de proteína cruda por sobre el de digestibilidad, ya que en sistemas de producción de carácter extensivo desarrollado sobre pastizales, el contenido de nitrógeno es un condicionante para la producción animal (Hodgson, 1990).

Las determinaciones de valor nutritivo se realizaron en el Laboratorio de Calidad de la EEA Balcarce. La digestibilidad de la MS se estimó por la degradabilidad *in vitro* de la materia seca, determinada por la técnica de producción de gas (Theodorou *et al.*, 1998) para lo cual se utilizaron los estándares para diferentes alimentos propuestos por Villalba (2001). El porcentaje de nitrógeno (%N) se estimó por combustión de cada muestra en oxígeno ultrapuro (Horneck; Millar, 1998) en un analizador de nitrógeno LECO FP 52. Para cada muestra, el dato de %N fue multiplicado por la constante 6,25 para obtener el % de proteína bruta.

Finalmente, se realizaron estimaciones de la receptividad ovina de las tres áreas ecológicas, considerando la utilización del componente leñoso por los ovinos y su calidad (objetivo 3) y a partir de estimaciones de biomasa total promedio a largo plazo, disponible en la literatura (Sala *et al.*, 1988; Paruelo *et al.*, 1998). Para calcular la receptividad a partir de los datos obtenidos en este estudio, pero considerando la composición botánica de las dietas y la calidad de las especies, primero se estimó el nivel de proteína en las dietas de los ovinos en cada área ecológica, para lo cual se utilizó la información referida a la composición botánica de las dietas y el % de proteína de los diferentes ítems presentes en ellas. El % de cada estrato en la dieta refleja el porcentaje en que fue consumido, ya que la microhistología asume una relación 1:1 entre la cuantificación de fragmentos de un ítem y su porcentaje en peso seco (Holechek *et al.*, 1982). En los cálculos se consideraron solamente aquellos ítems que representaban al menos un 3% en las dietas. Luego, se realizó un cálculo de receptividad. Para ello, se utilizó la información de biomasa acumulada por estrato (MS: kg*ha⁻¹), el mismo índice de cosecha que el utilizado en el Capítulo I para estimar la receptividad a partir de la biomasa total (30%) y los porcentajes de cada estrato en las dietas y el valor nutritivo de las especies. Se asumió una asignación de MS de 513 kg*animal⁻¹*año⁻¹. Para cada área ecológica se calculó la biomasa forrajeable por estrato (MS: kg*ha⁻¹), el consumo esperado por animal en cada estrato (MS: kg*animal⁻¹*año⁻¹), y la superficie necesaria para satisfacer los requerimientos de un ovino (ha*animal⁻¹) en cada una de las áreas a fin de establecer la receptividad sustentable en las distintas áreas ecológicas.

RESULTADOS

Variabilidad por estratos y especies de las dietas

Los análisis de Componentes Principales de las dietas según estratos e ítems permitieron explorar la variabilidad entre áreas y además entre los sitios de cada área. En el análisis por estratos, la componente principal 1 (CP1), explicó el 64% de la varianza entre las dietas y separó a las dietas provenientes del MMN, con mayores porcentajes de especies del intercoironal y del coironal de las procedentes del GSJ y de la MC (intercoironal 81,7 vs 64%; coironal 10,6 vs 2%), las que en promedio tuvieron mayores porcentajes de subarbustos (26,1 vs 4,5%). La CP2 explicó el 22% de la varianza y separó a las de los dos sitios con mayores porcentajes de componentes leñosos. Las dietas de los sitios de MC tuvieron consistentemente mayores porcentajes de arbustos que las de los sitios de GSJ, aunque esta diferencia fue de pequeña magnitud (9,0 vs 6,9%, y no significativa). Las dietas del GSJ tuvieron 9% más subarbustos (30,5 vs 21,7%) (**Figura 14**, ver porcentajes promedio por área en **Tabla 7**).

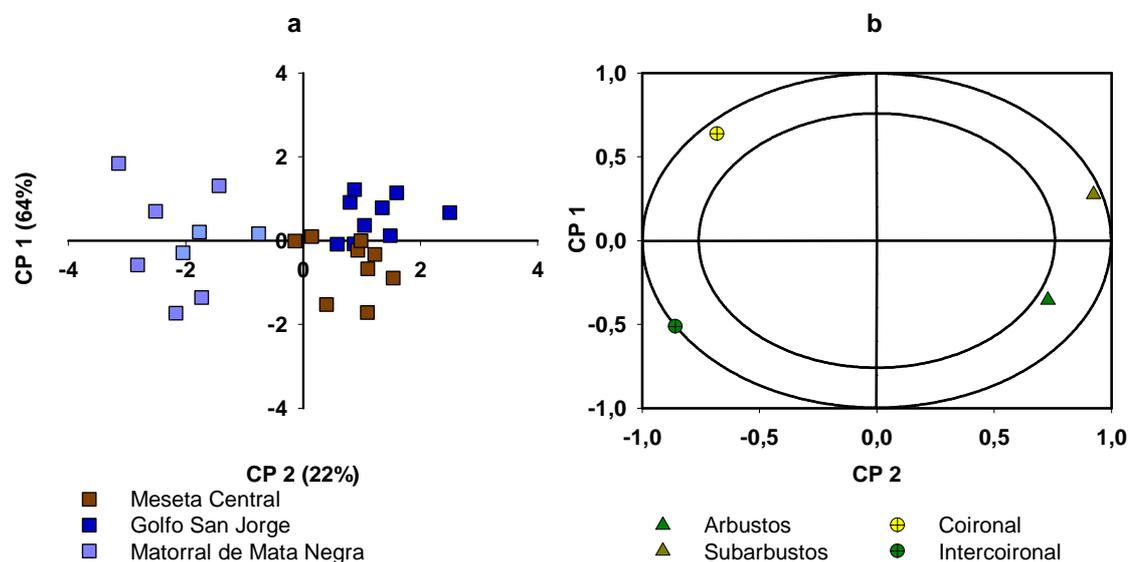


Figura 14: Variabilidad de los porcentajes de diferentes estratos de vegetación (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) en las dietas de ovinos en sitios de tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007–Enero 2008. ACP: **a)** diagrama de casos y **b)** diagrama de variables

Las dietas de los ovinos estuvieron integradas por un total de 35 ítems. De todos ellos, sólo 19 ítems representaron al menos un 3% de importancia en al menos una de las dietas (**Tabla 7**). El estrato integrado por el mayor número de ítems fue el

intercoironal (12), seguido por los arbustos (4) y subarbustos (4) y el coironal (2). Sólo 10 ítems resultaron comunes a las tres áreas ecológicas.

En promedio entre campos en las tres áreas ecológicas los ovinos obtuvieron el 59% o más de sus dietas del intercoironal. El porcentaje de este estrato fue mayor en las dietas provenientes del MMN ($81,7 \pm 2,9a$) que en las otras dos áreas ($63,9 \pm 1,6\%$). Esta fue la mayor diferencia entre las dietas de las tres áreas, tal como se observa en las **Figuras 14 y 15**. El estrato que fue segundo en abundancia en las dietas difirió entre áreas. En MC y GSJ fue el de los subarbustos, con porcentajes medios de $21,7 \pm 1,9$ y $30,5 \pm 1,6\%$. Este estrato sólo representó el $4,5 \pm 1,3\%$ en el MMN. El coironal fue el segundo estrato en importancia en MMN ($10,6 \pm 2,3\%$). El porcentaje de arbustos en las dietas fue inferior al 10% en todas las áreas y fue mayor en MC. En conjunto el componente leñoso en las dietas de los ovinos representó 30,8 y 37,4 % de las dietas de los ovinos en MC y GSJ respectivamente y sólo el 7,7% en el MMN. (**Tabla 7, Figuras 14 y 15**).

El ACP de las dietas por ítems, permitió establecer que éstas difieren en su composición botánica, pero además señalaron diferencias en las especies de arbustos consumidas en los diferentes sitios del GSJ. La CP1 explicó el 68,6% de la varianza entre las dietas, y señaló dos gradientes de dirección opuesta en su composición, relacionados con los porcentajes de *Bromus sp* y *Carex sp* (MMN>MC>GSJ) y *Chuquiraga sp* y *Berberis sp* (GSJ>MC>MMN) (**Figura 16, ver promedios entre campos en Tabla 7**).

La CP2 explicó el 6,1% de la variación entre las dietas y separó a las procedentes de los sitios del GSJ en dos grupos, en función del porcentaje en ellas de diferentes subarbustos. Las dietas procedentes de 5 sitios tuvieron mayores porcentajes de *Chuquiraga sp* ($23,3 \pm 3,5\%$), que las dietas de los 4 sitios restantes ($15,5 \pm 7,3\%$), y menores porcentajes de *Nassauvia sp* ($4,8 \pm 1,8$ vs $10,3 \pm 6,1\%$) (**Figura 16, Tabla 7**). La CP3 explicó el 5,8% de la varianza y señaló un contraste entre dietas de sitios de GSJ y un gradiente en las de los sitios de MC. En cinco sitios del GSJ consumieron mayores porcentajes de *Hordeum sp* y *Otros arbustos* y en los 4 sitios restantes consumieron mayores porcentajes de *Adesmia sp*, *Nassauvia sp* y *Rytidosperma sp*. En MC 3 sitios se diferenciaron por una mayor proporción de *Adesmia campestris* y *Junellia tridens sp*. Los restantes géneros que determinan las componentes principales son *Festuca*, *Juncus* y *Luzula*, entre otros.

Tabla 7: Composición botánica de la dieta de ovinos ($\bar{x} \pm ES$) en tres áreas ecológicas de Santa Cruz (%). Diciembre 2007-Enero 2008. En gris se destacan los valores de los ítems mayores al 10%¹².

ÍTEMS	Área ecológica		
	Meseta Central	Golfo San Jorge	Matorral de Mata Negra
	%		
Arbustos			
<i>Adesmia campestris</i> (Adc)	1,4 ± 0,6	-	0,1 ± 0,1
<i>Berberis</i> sp (Ber)	2,2 ± 0,9	4,6 ± 0,6	0,5 ± 0,3
<i>Junellia</i> sp (Jll)	4,6 ± 1,4	0,9 ± 0,3	2,5 ± 0,7
Otros arbustos (Oab)	0,8 ± 0,3	1,4 ± 0,4	-
Sub-total	9,0 ± 1,5 a	6,9 ± 0,7 a	3,2 ± 0,8 a
Subarbustos			
<i>Chuquiraga</i> spp (Chu)	16,1 ± 1,4	19,8 ± 2,2	0,0 - 0,0
<i>Ephedra</i> sp. (Eph)	0,1 ± 0,1	-	3,9 ± 1,3
<i>Nassauvia</i> spp (Nas)	3,8 ± 1,1	6,8 ± 1,7	0,1 ± 0,1
Otros subarbustos (Osb)	1,8 ± 0,7	3,8 ± 0,8	0,5 ± 0,1
Sub-total	21,7 ± 1,9 a	30,5 ± 1,6 a	4,5 ± 1,3 b
Coironal			
<i>Festuca</i> spp (Fes)	0,1 ± 0,1	0,9 ± 0,4	10,6 ± 2,3
<i>Stipa</i> spp (Sti)	0,7 ± 0,3	2,3 ± 1,0	-
Sub-total	0,8 ± 0,3 b	3,2 ± 0,3 b	10,6 ± 2,5 a
Intercoironal			
<i>Adesmia</i> sp (Ade)	2,5 ± 0,7	5,9 ± 1,6	1,1 ± 0,4
<i>Bromus</i> sp (Bro)	11,6 ± 3,4	4,6 ± 1,4	21,7 ± 1,3
<i>Carex</i> sp Cax)	21,6 ± 1,1	5,6 ± 2,0	21,2 ± 1,4
<i>Dicot 1</i> (Dc1)	4,9 ± 0,6	-	6,2 ± 1,5
<i>Dicot 2</i> (Dc2)	2,7 ± 1,0	-	0,2 ± 0,1
<i>Hoffmanseggia</i> sp (Hof)	0,8 ± 0,6	1,6 ± 0,6	-
<i>Hordeum</i> sp (Hor)	-	4,3 ± 1,2	-
<i>Juncus</i> sp (Jco)	0,1 ± 0,1	3,0 ± 1,1	7,7 ± 2,7
<i>Luzula</i> sp (Luz)	-	-	2,1 ± 0,7
<i>Poa</i> sp (Poa)	20,6 ± 1,7	22,3 ± 1,9	20,5 ± 0,9
<i>Rytidosperma</i> (Ryt)	3,0 ± 0,7	11,5 ± 2,6	0,7 ± 0,3
Otras intercoironal (Oit)	0,4 ± 0,1	0,7 ± 0,2	0,5 ± 0,2
Sub-total	68,4 ± 1,4 b	59,5 ± 2,0 b	81,7 ± 3,1 a

¹² Para cada ítem en la dieta, medias con diferente letra difieren entre áreas ($p < 0,05$).

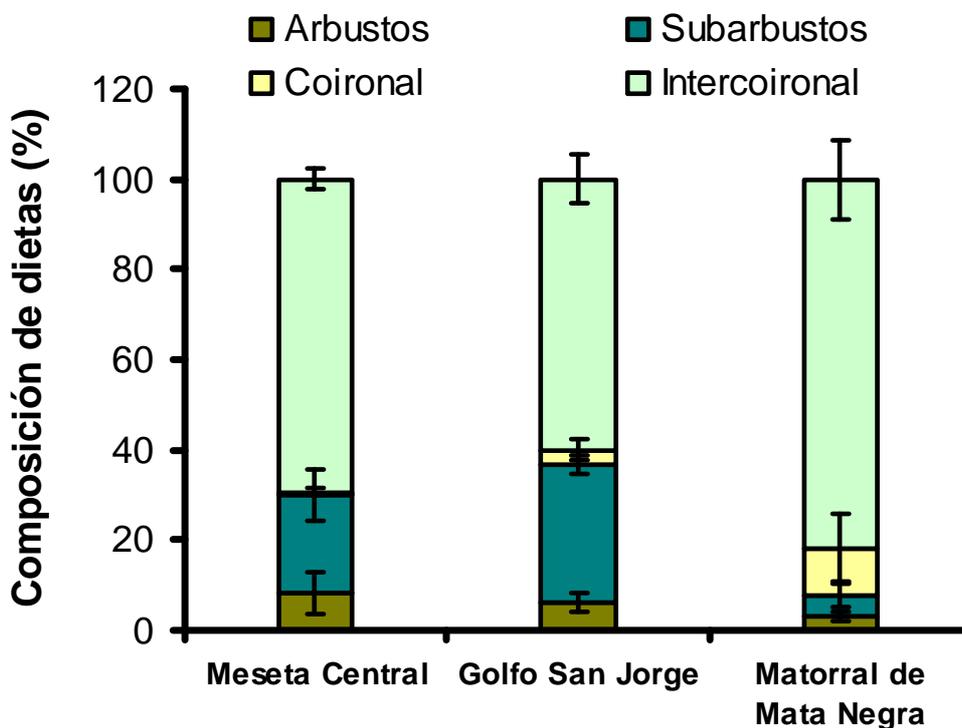


Figura 15: Porcentajes promedio ($\bar{x} \pm ES$) de los 4 estratos en la vegetación en las dietas de ovinos de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008. (Cada barra representa el promedio de muestras compuestas por 50 pellets cada una, procedentes de 9 sitios)

Sólo 6 ítems representaron más del 10% en las dietas promedio de los ovinos de las tres áreas (4 en MC, 3 en GSJ y 4 en MMN). En conjunto, estos ítems representaron el 69,9; 53,7 y 73,9 % de las dietas en dichas áreas, respectivamente. Solo un ítem leñoso (*Chuquiraga sp*) representó más del 10% de las dietas y esto ocurrió en MC y GSJ ($16,1 \pm 1,4a$ y $19,8 \pm 2,2a$ %). Las especies del género *Festuca* del coironal representaron el 10,6% en MMN pero fueron inferiores al 1% en MC y GSJ ($10,6 \pm 2,3a$; $0,1 \pm 0,1b$ y $0,9 \pm 0,4b$ %, respectivamente). Sólo un ítem del intercoironal (*Poa sp*) estuvo presente en más del 10% en las dietas de las tres áreas. Otros dos ítems del intercoironal (*Bromus sp* y *Carex sp*) representaron más del 10% en las dietas de MMN y MC (*Bromus sp*: $21,7 \pm 1,3a$, $11,6 \pm 3,4b$ y *Carex sp*: $21,2 \pm 1,4a$, $21,6 \pm 1,1a$ %), respectivamente. (Tabla 7).

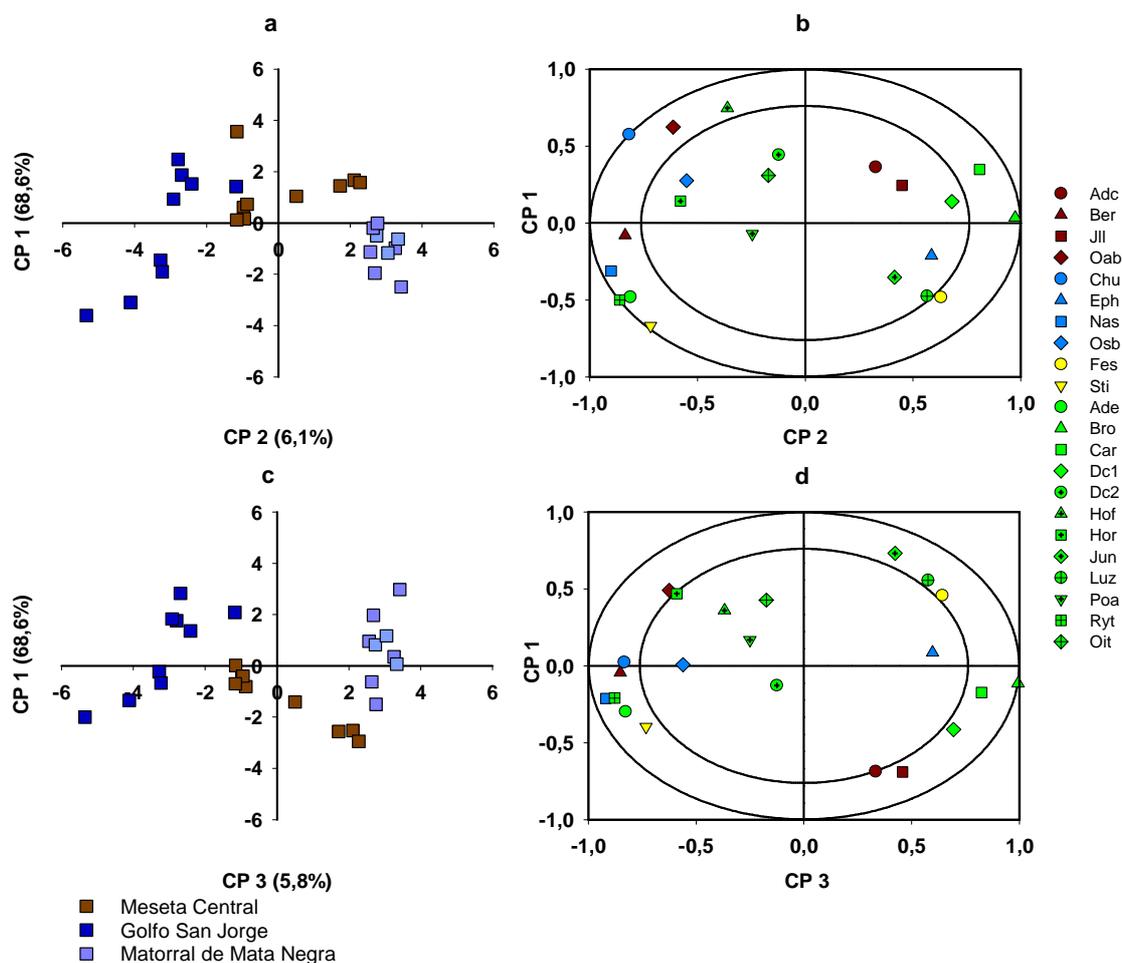


Figura 16: Variabilidad de la composición botánica de dietas de ovinos en diferentes sitios de tres áreas ecológicas de la Provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007–Enero 2008. ACP: **a y c**) diagrama de casos, **b y d**) diagrama de variables.

Selectividad

Los valores de los índices de selección de arbustos y subarbustos promedio entre áreas (generales y por estratos) calculados con datos de cobertura o de disponibilidad mostraron diferentes patrones entre áreas ecológicas (**Tabla 8**), dado que los índices calculados en base a cobertura señalan un patrón espacial de uso, mientras que los calculados en base a la disponibilidad indican el grado en el que los ovinos aprovechan un ítem cuando lo encuentran.

Tabla 8: Selectividad general y por cada estrato (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) $\bar{x} \pm ES$ de ovinos en tres cuadros de cada una de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz (n=3). Período Diciembre 2007-Enero 2008. La selectividad general se estimó por el Índice de Kulczynski (Oosting 1956), y la selectividad por cada estrato por el índice propuesto por Stuth (1991). Para los cálculos se utilizaron valores de % de los ítems en las dietas y dos indicadores de su abundancia en la vegetación: % cobertura (**A**) y % de biomasa (**B**). En gris se indican los valores del IS mayores a 0 en valor absoluto¹³

A						
Área Ecológica	Cuadro	Selectividad General	Selectividad por estrato			
			Arbustos	Subarbustos	Coironal	Intercoironal
MC	I	74,6	0,1	-0,1	-0,9	0,2
	II	70,0	-0,1	-0,1	-0,9	0,3
	III	54,2	-0,1	-0,4	-1,0	0,5
Media x área		66,3 ± 3,8ab	0,0 ± 0,4b	-0,2 ± 0,2a	-0,9 ± 0,1b*	0,3 ± 0,1a*
GSJ	I	72,2	0,2	-0,2	-0,6	0,2
	II	87,3	0,4	-0,1	-0,3	0,1
	III	59,9	0,2	-0,3	-0,9	0,4
Media x área		73,1 ± 5,3a	0,5 ± 0,5a*	-0,2 ± 0,2a	-0,6 ± 0,5ab*	0,2 ± 0,2a*
MMN	I	72,4	-0,7	-0,3	-0,1	0,2
	II	70,1	-0,7	0,0	-0,2	0,2
	III	45,4	-0,8	-0,8	-0,7	0,4
Media x área		62,6 ± 5,6b	-0,7 ± 0,2c*	-0,4 ± 0,4a*	-0,3 ± 0,3a*	0,3 ± 0,1a*
B						
Área Ecológica	Cuadro	Selectividad General	Selectividad por estrato			
			Arbustos	Subarbustos	Coironal	Intercoironal
MC	I	58,0	-0,6	0,0	-0,9	0,5
	II	40,6	-0,2	-0,3	-0,8	0,7
	III	36,0	-0,4	-0,3	-1,0	0,8
Media por área		44,9 ± 4,9b	-0,4 ± 0,2b*	-0,2 ± 0,1	-0,9 ± 0,0b*	0,7 ± 0,1a*
GSJ	I	25,0	-0,2	0,5	0,1	0,8
	II	39,4	-0,8	0,3	0,4	0,7
	III	20,6	1,0	0,1	-1,0	1,0
Media por área		28,3 ± 5,7c	0,0 ± 0,3ab	0,3 ± 0,2a	-0,2 ± 0,3a	0,8 ± 0,1a*
MMN	I	70,1	0,6	-0,2	0,0	0,2
	II	84,6	0,7	0,1	-0,2	0,1
	III	69,9	0,6	-0,5	-0,7	0,2
Media por área		74,8 ± 5,5a	0,6 ± 0,2a*	-0,2 ± 0,2a	-0,3 ± 0,1a*	0,2 ± 0,1b*

Para los dos estratos gramínicos, los índices seleccionados en base a cobertura y en base a disponibilidad mostraron patrones similares, dado que para ellos cobertura y disponibilidad están directamente relacionadas. El intercoironal fue seleccionado en las tres áreas, con valores similares del índice en base a cobertura. Sin embargo, los índices calculados con disponibilidad muestran un uso más intenso del forraje de este estrato en MC y GSJ (**Tabla 8**). El coironal fue siempre evitado, tanto en función de su

¹³ Para cada índice (columna) valores promedio con distinta letra difieren entre áreas ecológicas (p<0,05). El asterisco (*) indica una diferencia significativa de 0.05

disponibilidad como en función de su cobertura y con patrones similares, y en términos relativos fue más utilizado (menos evitado) en MMN que en las otras dos áreas El coironal según % de biomasa fue rechazado o neutro en MMN sin embargo fue seleccionado en GSJ en I (IS=0,1) y II (IS=0,4). Los subarbustos también fueron evitados en función de la superficie que cubren y de su disponibilidad en las tres áreas, pero con menor intensidad que el coironal, siendo en GSJ incorporados a la dieta en relación directa a su disponibilidad. El patrón de selección de arbustos fue más complejo. En GSJ los seleccionaron en función de su cobertura en los tres sitios pero no en función de su disponibilidad salvo en el sitio III (IS=1). En MMN ocurrió lo inverso. Los IS generales sintetizaron estos patrones y muestran que, si bien en MMN es donde los ovinos son más selectivos entre estratos si se considera su cobertura es en GSJ donde seleccionan más en base al forraje ofrecido en cada uno de ellos (**Tabla 8**).

El análisis de la variación de los porcentajes de arbustos y subarbustos en las dietas en relación con su abundancia en la vegetación (cobertura y disponibilidad) permite tener una idea más acabada de lo que ocurre con la selección de los ovinos por los estratos leñosos. La variación en porcentajes de arbustos y subarbustos en los sitios muestreados teniendo en cuenta disponibilidad, no guardan asociación con sus porcentajes en las dietas ($r=0,34$ y $0,17$; $p= 0,08$ y $0,37$) para arbustos y subarbustos respectivamente. Aún cuando los porcentajes de estos estratos variaron dentro de amplios rangos, sus porcentajes en las dietas se mantuvieron relativamente constantes (**Figura 17**).

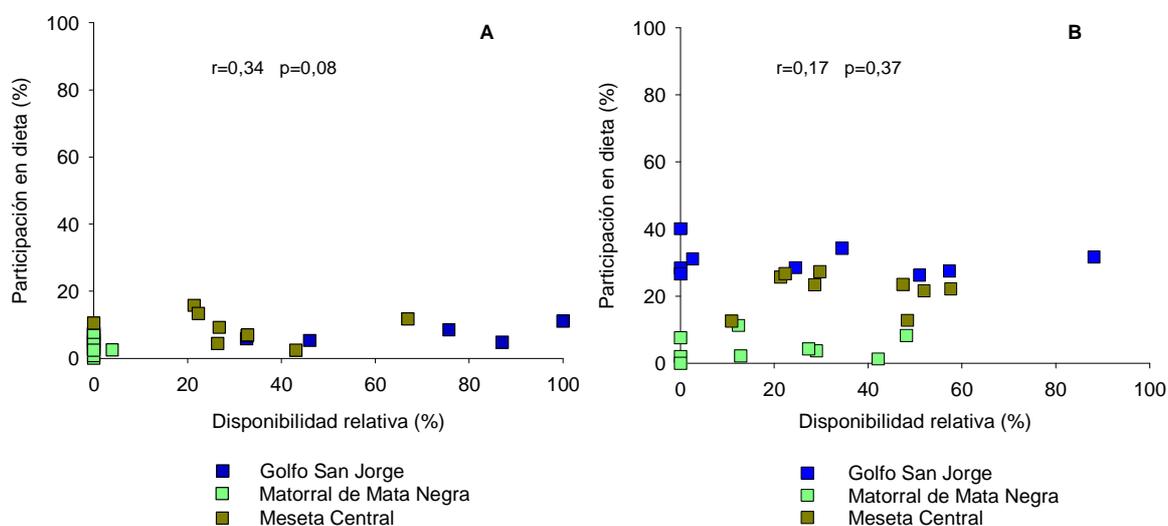


Figura 17: Relaciones entre la disponibilidad de arbustos (A) y subarbustos (B) en la vegetación y sus porcentajes en las dietas de ovinos en tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Diciembre 2007-Enero 2008.

Valor nutritivo de especies y estratos en la vegetación

Si bien los datos de valor nutritivo obtenidos en el presente estudio no cubren a todas las especies en la vegetación, y en muchos casos representan valores de muestras compuestas entre campos de un área y aún de distintas áreas, permiten realizar ciertas consideraciones. Se evaluaron 6 ítems de arbustos, 10 subarbustos, 2 de coironal y 7 del intercoironal. La especie con mayor valor de digestibilidad (68,2%) de todas las evaluadas fue *Poa lanuginosa*, perteneciente al género clave en las determinaciones de receptividad ganadera de la provincia de Santa Cruz (**Tabla 9**).

Tabla 9: Participación en dieta (%), Proteína Bruta (%), Digestibilidad de la materia seca (%), Proteína total (gr y %) de las principales especies detectadas en dietas de ovinos en tres áreas ecológicas: Meseta Central, Golfo San Jorge y Matorral de Mata Negra. Diciembre 2007-Enero 2008.

MESETA CENTRAL						
Estrato	Especie	% en dieta	PB(%)	Dig(%)	Proteína aportada a la dieta total	% Proteína aportada a la dieta total
Intercoironal	<i>Poa sp. (Poa)</i>	20,6	8,3	40,2	1,7	29,8%
Intercoironal	<i>Bromus sp. (Bro)</i>	11,6	7,3	55,5	0,8	14,8%
Subarbusto	<i>Nassauvia sp (Nas)</i>	3,8	7,1		0,3	4,7%
Intercoironal	<i>Carex sp. (Cax)</i>	21,6	6,3	53,0	1,4	24,1%
Subarbusto	<i>Chuquiraga sp (Chu)</i>	16,1	6,1	38,5	1,0	17,1%
Intercoironal	<i>Dicot 1 (Dc1)</i>	4,9	6,0		0,3	5,1%
Intercoironal	<i>Rytidosperma (Ryt)</i>	3,0	5,3	61,8	0,2	2,8%
Arbusto	<i>Junellia sp.(Jll)</i>	4,6	2,0		0,1	1,6%
	Subtotal	86,2			5,7	100
GOLFO SAN JORGE						
Estrato	Especie	% en dieta	PB(%)	Dig(%)	Proteína aportada a la dieta total	% Proteína aportada a la dieta total
Intercoironal	<i>Hordeum sp. (Hor)</i>	4,3	8,5		0,4	6,1%
Intercoironal	<i>Poa sp. (Poa)</i>	22,3	8,3	40,2	1,9	31,0%
Arbusto	<i>Berberis sp.(Ber)</i>	4,6	7,6		0,4	5,9%
Intercoironal	<i>Bromus sp. (Bro)</i>	4,6	7,3	55,5	0,3	5,6%
Intercoironal	<i>Juncus sp (Jco)</i>	3,0	7,1	52,7	0,2	3,6%
Intercoironal	<i>Carex sp. Cax)</i>	5,6	6,3	53,0	0,4	6,0%
Subarbusto	<i>Chuquiraga sp (Chu)</i>	19,8	6,1	38,5	1,2	20,3%
Intercoironal	<i>Adesmia sp.(Ade)</i>	5,9	6		0,4	5,9%
Intercoironal	<i>Rytidosperma (Ryt)</i>	11,5	5,3	61,8	0,6	10,2%
Subarbusto	<i>Nassauvia sp (Nas)</i>	6,8	4,8	37,0	0,3	5,4%
	Subtotal	88,5			6,0	100
MATORRAL DE MATA NEGRA						
Estrato	Especie	% en dieta	PB(%)	Dig(%)	Proteína aportada a la dieta total	% Proteína aportada a la dieta total
Intercoironal	<i>Poa sp. (Poa)</i>	20,5	8,3	40,2	1,7	26,4%
Intercoironal	<i>Bromus sp. (Bro)</i>	21,7	7,3	55,5	1,6	24,6%
Intercoironal	<i>Juncus sp. (Jun)</i>	7,7	7,1	52,7	0,5	8,5%
Intercoironal	<i>Carex sp. Cax)</i>	21,2	6,3	53,0	1,3	21,0%
Coironal	<i>Festuca sp (Fes)</i>	10,6	6,4	51,9	0,7	10,5%
Intercoironal	<i>Dicot 1 (Dc1)</i>	6,2	6		0,4	5,7%
Subarbusto	<i>Ephedra sp. (Eph)</i>	3,9	5,6	54,6	0,2	3,3%
	Subtotal	91,6			6,4	100

Otras especies arbustos (*Berberis sp*, *Lycium chilense*, *Schinus sp* y *Trevoa patagonica*) y subarbustos (*Chuquiraga aurea* y *Nassauvia glomerulosa*), tuvieron aceptables niveles de proteína. Además, 5 ítems del estrato intercoironal superaron el 4% de proteína: *Arjona sp* (4,5%), *Hoffmanseggia trifoliata* (9,7%), *Hordeum sp* (7,3%), *Juncus balticus* (7,1%) y la muestra compuesta del intercoironal (6,6%) y hasta *Stipa pshylanta* (4,7%). De los subarbustos evaluados, sólo 2 especies superaron el 6% de proteína bruta: *Perezia sp* (flor=6,1%) y *Chuquiraga aurea* (flor=6,1%) y sus valores de digestibilidad fueron 68,5 y 51,9%. Particularmente, el valor de proteína del arbusto *Trevoa patagonica* (presente sólo en GSJ) fue un 40% mayor a *Poa sp* (13,2 vs 8,3%). Los arbustos que siguieron en contenido de proteína fueron *Berberis sp* (7,6%) y *Lycium sp* (7,4%). (Tabla 9).

Los valores de receptividad sustentable estimados en este capítulo, considerando la composición botánica de las dietas y el valor nutritivo de sus ítems, (**Tabla 10**) fueron inferiores a los calculados en el Capítulo I (**Tabla 6**). En MC y GSJ el estrato limitante para el cálculo de receptividad, asumiendo que la composición botánica de las dietas registrada en este estudio fuera constante al incrementar el número de animales, es el intercoironal, mientras que en MMN son los arbustos.

Tabla 10: Estimación de oferta forrajera (biomasa forrajeable) y el consumo esperado de cada estrato por animal en función de la participación en la dieta, con una asignación de 513 kg MS*animal⁻¹*año⁻¹. Se indica la superficie necesaria por animal y la receptividad sustentable (Equivalentes ovinos*ha⁻¹*año⁻¹) para que el consumo de cada estrato no supere el 30% de la biomasa forrajeable.

Meseta Central: Biomasa total acumulada: 267(kg*ha⁻¹)										
Estrato	Biomasa acumulada por estrato MS:kg*ha ⁻¹	IC %	Biomasa forrajeable MS:kg*ha ⁻¹	% de estrato en dieta	Asignación de forraje MS: kg*animal ⁻¹ *año ⁻¹	Consumo esperado x animal MS:kg*animal* año ⁻¹	Superficie necesaria p/satisfacer requerimientos ha*animal ⁻¹ *año ⁻¹	Receptividad teórica sustentable animal*ha ⁻¹ *año ⁻¹		
Arbustos	80,9	30	24,3	8,3	513	42,6	1,8	0,57		
Subarbustos	94,9	30	28,5	21,7	513	111,3	3,9	0,26		
Coironal	50,1	30	15,0	0,8	513	4,1	0,3	3,66		
Intercoiron	41,8	30	12,5	69,2	513	355,0	28,3	0,04		
Golfo San Jorge: Biomasa total acumulada. 149(kg*ha⁻¹)										
Estrato	Biomasa por estrato MS:kg*ha ⁻¹	IC %	Biomasa forrajeable MS:kg*ha ⁻¹	% de estrato en dieta	Asignación de forraje MS: kg*animal ⁻¹ *año ⁻¹	Consumo esperado x animal MS:kg* animal* año ⁻¹	Superficie necesaria p/satisfacer requerimientos animal*ha ⁻¹ *año ⁻¹	Receptividad teórica sustentable animal*ha ⁻¹ *año ⁻¹		
Arbustos	56,6	30	17,0	6,3	513	32,3	1,9	0,53		
Subarbustos	42,8	30	12,9	30,5	513	156,5	12,2	0,08		
Coironal	39,7	30	11,9	3,2	513	16,4	1,4	0,73		
Intercoiron	10,2	30	3,0	60,0	513	307,8	101,1	0,01		
Matorral de Mata Negra: Biomasa total acumulada. 143(kg*ha⁻¹)										
Estrato	Biomasa por estrato MS:kg*ha ⁻¹	IC %	Biomasa forrajeable MS:kg*ha ⁻¹	% de estrato en dieta	Asignación de forraje MS: kg*animal ⁻¹ *año ⁻¹	Consumo esperado x animal MS:kg* animal* año ⁻¹	Superficie necesaria p/satisfacer requerimientos animal*ha ⁻¹ *año ⁻¹	Receptividad teórica sustentable animal*ha ⁻¹ *año ⁻¹		
Arbustos	2,2	30	0,7	3,2	513	16,4	25,1	0,04		
Subarbustos	27,4	30	8,2	4,6	513	23,6	2,9	0,35		
Coironal	27,9	30	8,4	10,6	513	54,4	6,5	0,15		
Intercoiron	87,8	30	26,3	81,6	513	418,6	15,9	0,06		

Los valores de receptividad estimados a partir de la productividad primaria total (Sala *et al.*, 1988; Paruelo *et al.*, 1998) fueron superiores a los estimados por cosecha de biomasa en este estudio, ya sea considerando o no la composición botánica de las dietas. Las estimaciones de receptividad realizadas en función de la precipitación media anual (Sala *et al.*, 1988) fueron 1,7; 3,4 y 4,3 veces superiores y las estimaciones derivadas del NDVI (Paruelo *et al.*, 1998) fueron 1,6; 2,5 y 4,7 veces mayores a las obtenidas en este estudio por cosecha de biomasa total (Tabla 6, Capítulo 1), para MC, GSJ y MMN, respectivamente (Tabla 11). Los valores de receptividad estimados por cosecha de biomasa total fueron similares a los recomendados en SSD sólo para MC, mientras fueron 2,2 y 3,0 veces inferiores para GSJ y MMN. Por último, la receptividad estimada teniendo en cuenta la disponibilidad por estrato y la composición botánica de las dietas fue variable entre áreas ecológicas para un mismo estrato y por estratos dentro del área.

Tabla 11: Estimación de receptividad ganadera ($EOP \cdot ha \cdot año^{-1}$) para tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. En todos los casos se consideró una asignación de 513 kg MS/ha*animal. Oferta forrajera: ¹PPNA= $(0.6 \cdot pp) - 36$; ²Sistema Regional Soporte de Decisiones ³Relación PPNA/NDVI ⁴Biomasa total (Capítulo I) y ⁵Receptividad teórica sustentable por estrato (Capítulo II).

	Meseta Central	Golfo San Jorge	Matorral de Mata Negra
Sala <i>et al.</i>¹(1988)	0,28	0,31	0,35
SSD²(1997)	0,13	0,20	0,24
Paruelo <i>et al.</i>³(1998)	0,26	0,23	0,38
Andrade⁴(2010)	0,16	0,09	0,08
Andrade⁵(2010)			
Arbustos	0,57	0,53	0,04
Subarbustos	0,26	0,08	0,35
Coironal	3,66	0,73	0,15
Intercoirón	0,04	0,01	0,06

DISCUSIÓN

En las tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz consideradas en este estudio, la vegetación es heterogénea, tanto en la proporción de cobertura por estrato como en número y abundancia de especies. En este estudio se censaron un total de 34 especies, de las cuales 7 son arbustos, 12 subarbustos, 4 gramíneas de mediano porte o “coirones” y el resto fueron gramíneas bajas, gramínoideas o hierbas pertenecientes al estrato intercoironal con un total de 11 especies.

Como es común en muchas comunidades vegetales, en las tres áreas estudiadas las especies dominantes son pocas, y la cobertura de la mayoría de ellas es baja, registrándose varias especies ‘raras’ con porcentajes de cobertura muy reducidos. De acuerdo al área ecológica, sólo entre 5 y 8 especies superaron el 3% de la cobertura vegetal total y apenas 4 al 10% (ver **Tabla 5** en **Capítulo I**). El intercoironal, el estrato de mayor valor nutritivo, representó entre una tercera parte y la mitad de la cobertura vegetal, con porcentajes de 37, 38 y 46% en Meseta Central (MC), Golfo San Jorge (GSJ) y Matorral de Mata Negra (MMN), respectivamente.

En las tres áreas ecológicas consideradas, los ovinos consumieron especies de los estratos leñosos, lo que respalda la primera de las predicciones realizadas en este capítulo en base a la hipótesis sobre el uso de la vegetación por los ovinos (en las tres áreas ecológicas los ovinos consumirán arbustos y subarbustos). Este resultado está de acuerdo al marco teórico que postula que los ovinos son herbívoros adaptados al consumo de forraje con un alto contenido de celulosa y hemicelulosa, pero con capacidad de seleccionar alimentos ricos en contenidos celulares (Hanley, 1982; Hofmann, 1989; Shipley, 1999). La elevada relación volumen rumino-reticular:peso corporal de los ovinos es una adaptación para procesar alimentos ricos en celulosa, pero dado que su peso corporal es relativamente bajo, ellos tienen una alta capacidad de selección (Hofmann; Steward, 1972; Hanley, 1982; Van Soest, 1994a; Kenney; Black, 1984; Hofmann, 1989; Shipley, 1999) por lo que incorporan en sus dietas brotes de arbustos y subarbustos (Hanley, 1982; Van Soest, 1994b; Bartolomé *et al.*, 1998).

En las tres áreas ecológicas consideradas, los rangos de los porcentajes de arbustos y de subarbustos en las dietas fueron menores que dichos rangos en la vegetación. Es decir que los porcentajes de arbustos y subarbustos en las dietas no fueron mayores en las áreas en las que estos estratos eran más abundantes en la vegetación, tal como fuera predicho. La táctica de los ovinos fue consumir porcentajes relativamente constantes de los estratos leñosos (arbustos < de 15% en las tres áreas; subarbustos <40%; subarbustos entre 30 y 40% en GSJ, entre 15 y 30% en MC y

menos de 10% en MMN) sin importar cual fuera su abundancia. De esta manera, ellos posiblemente optimizaron el balance entre los costos de búsqueda y cosecha, y los beneficios de calidad y cantidad resultantes, o sea su eficiencia de pastoreo (Senft *et al.*, 1987).

Los subarbustos fueron en general evitados, tanto en relación a su cobertura como en relación a su disponibilidad, salvo en el GSJ donde fueron consumidos en porcentajes similares a su disponibilidad. No se ha encontrado en la bibliografía referencias sobre la importancia relativa de los subarbustos en la vegetación, ni tampoco sobre la relación entre su abundancia en la vegetación y en las dietas de los ovinos. Aún cuando Pelliza *et al.* (1997) informan que en MC y GSJ el porcentaje de las especies leñosas en la dieta de los ovinos durante el verano fue similar o mayor a los que se obtuvieron en este estudio (entre el 30 y 60%), estos autores no discriminan entre arbustos y subarbustos. Dentro del estrato subarbusivo, el ítem *Chuquiraga sp* fue el de mayor participación en las dietas procedentes de dos áreas ecológicas, con porcentajes de 16,1 (MC) y 19,8% (GSJ), pero su presencia no se registró en las heces de MMN. La abundancia de *Chuquiraga aurea* en MC y GSJ, hace suponer que los fragmentos del género encontrados en las dietas corresponden a esta especie, la cual no se detectó en el relevamiento de vegetación en MMN. Los porcentajes de participación en dieta de *Chuquiraga sp* registrados en MC y GSJ son elevados para un subarbusito espinoso cuyas hojas tienen una baja digestibilidad (DMS: 38,5%). En la bibliografía, existen antecedentes de consumos similares de *Chuquiraga sp*, con valores que oscilan entre un 10-20% de la composición botánica en las dietas de los ovinos en los Dominios Fisonómicos Florísticos 8 y 9 de la Provincia de Santa Cruz, que corresponden al área GSJ (Pelliza *et al.*, 1997). Sin embargo, se ha observado que los ovinos seleccionan a las flores de *Chuquiraga sp* cuando están disponibles, e incluso que pueden consumirlas cuando se encuentran diseminadas en el suelo (Nakamatsu, V., com. pers., 2009). En el presente estudio, las plantas de *Ch. aurea* se encontraban en plena floración durante el muestreo, tanto en MC como en GSJ (obs. pers.), por lo que es posible que hayan sido sus flores las que se registraron en las dietas de los ovinos en estas áreas. El consumo de flores del género *Chuquiraga* estaría asociado al aceptable nivel de proteína que ellas presentan durante el verano, él que en este estudio fue de 6,1%. Este valor es ligeramente superior al de 5,9% informado para brotes de *Chuquiraga avellanadae* en ambientes de Río Negro (Somlo *et al.*, 1985). De esta manera, la disponibilidad estacional de flores durante el verano,

determinaría que los ovinos seleccionen activamente estas estructuras y las incorporen en sus dietas.

La conducta de los ovinos puede ser afectada tanto por la cobertura de una especie como por su disponibilidad. Cuando estas dos variables están directamente relacionadas, es simple realizar inferencias sobre cómo la abundancia de una especie incide en su consumo relativo, simplemente si se relaciona su porcentaje en dieta con su abundancia en la vegetación. Por otra parte, cuando cobertura y disponibilidad no están directamente relacionadas, comparar su porcentaje en las dietas con su abundancia en la vegetación indica diferentes aspectos del forrajeo según se utilice cobertura o disponibilidad. Los valores del índice de selección de arbustos en base a cobertura o disponibilidad en la vegetación fueron diferentes, dado que estas dos variables no estuvieron asociadas. Esto estaría relacionado con las características inherentes a las especies arbustivas predominantes en cada una de las áreas ecológicas, mata negra (*Junellia tridens*) y *Berberis sp* en MMN. Como se discutió en el Capítulo I, las plantas de mata negra prácticamente no acumularon brotes durante la temporada de crecimiento 2007. Por esta razón, a pesar de que mata negra fue la especie arbustiva de mayor cobertura en MMN, su baja cantidad de brotes debe haber impuesto una limitante a su consumo e influido en el comportamiento animal. El bajo nivel de consumo de mata negra podría deberse a dos razones: 1- rechazo por la especie 2- la existencia de una limitante en la tasa de ingesta del animal, debida a su baja disponibilidad, lo que determinaría un mayor esfuerzo de búsqueda de forraje que incidiría directamente en tu tasa de consumo. Por otro lado, MMN fue el área con la mayor oferta forrajera de intercoironal, el estrato más consumido y seleccionado por los ovinos en las tres áreas ecológicas (MS: $89,3 \pm 17,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Debido a esta situación, ante una baja oferta forrajera del estrato arbustivo y a una mayor disponibilidad del intercoironal, los ovinos buscaron y seleccionaron este último estrato. En MC y GSJ, dos de las especies arbustivas predominantes (*Berberis sp* y *Trevoa patagonica*) son típicas de ambientes semiáridos y presentan una arquitectura particular y un gran número de espinas que actúan como defensas antiherbivoría (Holechek *et al.*, 1989; Stuth, 1991; Laca, 2008) y cuya presencia puede haber limitado el acceso al forraje producido por estas especies, y por ende, el consumo de sus brotes.

La selección de subarbustos estuvo en relación a su contenido de proteína. Como se muestra en la **Tabla 9**, las especies de subarbustos más abundantes en las dietas de los ovinos fueron las de mayor valor proteico. En MMN sólo una especie representó

más del 3% en las dietas (*Ephedra sp*= 3,9%), mientras que en MC y GSJ fueron dos los ítems que superaron ese valor (*Chuquiraga sp* 16,1 y 19,8%; *Nassauvia sp* 3,8 y 6,8%), respectivamente. Somlo *et al.* (1985) informan para *Nassauvia glomerulosa* un contenido de proteína de 2,7% lo que representa menos de la mitad del promedio obtenido para MC y GSJ (5,9%).

La selección de arbustos no siempre estuvo en relación al contenido de proteína. El porcentaje promedio de proteína de los arbustos fue similar al del intercoironal (6,4 vs 6,3%) en las tres áreas, y estos valores son compatibles con una adecuada performance productiva animal (National Research Council, 1985; Borrelli *et al.*, 1998). Wernli *et al* (1977) obtuvieron valores similares para pastizales de la región magallánica chilena, y además encontraron que los arbustos mantienen valores aceptables incluso hacia otoño-invierno, momento en el cual pueden tener hasta 1,5% mas proteína que los pastos. Aún así, y como se mencionó anteriormente, la inclusión de los arbustos en dieta fue menor al 10% en las tres áreas ecológicas y los índices de selección indican que los ovinos utilizan este estrato de diferente manera según el área ecológica y que además en cada área discriminan marcadamente entre especies. Esto podría deberse a las variaciones del contenido de proteína entre las especies de arbustos, los que variaron de 2% en algunas especies como mata negra a 6% (*Berberis sp*) y hasta 13,2% (*Trevoa patagonica*) en otras. Como ya se ha discutido previamente, a pesar de sus altos porcentajes de proteína y disponibilidad, *Berberis sp* y *T. patagónica* fueron incorporadas en las dietas en porcentajes relativamente bajos (**Tabla 6**), probablemente porque cuentan con defensas antiherbivoría (espinas). Debe tenerse en cuenta que es posible que algunos arbustos y subarbustos acumulen compuestos secundarios (taninos, terpenos, fenoles) como defensa antiherbivoría y aún así pueden ser consumidos en combinación con otros nutrientes que permiten detoxificar los compuestos de defensa. Al respecto se ha propuesto que la selección de dietas diversas operaría como un mecanismo para consumir compuestos secundarios en cantidades no tóxicas (Utsumi *et al.*, 2009)

Las especies del intercoironal representaron el 60% o más de la composición de las dietas de los ovinos, y siempre fueron consumidas en porcentajes mayores que los que representaban en la vegetación, ya sea en cobertura o en disponibilidad. Este resultado indica que los ovinos seleccionan al intercoironal en las tres áreas, comportamiento que ha sido reportado en varias oportunidades para pastizales de Patagonia (Posse; Anchorena 1996; Pelliza *et al.*, 1997, 2001). Además, los ovinos no consumieron a todas las especies del intercoironal en la misma proporción, sino que

seleccionaron preferentemente algunas (*Poa sp*, *Bromus sp* y *Carex sp*) lo que pone de manifiesto una estrategia de pastoreo a dos escalas (estratos y especies) (Senft *et al.*, 1987; Laca; Ortega, 1995). La preferencia por el intercoironal y la selección que de él realizan los ovinos, podrían estar en relación a los altos niveles de proteína y digestibilidad que poseen las especies que lo integran (**Tabla 8**). Los valores medios de proteína estimados a nivel de estrato son altos (6,3%) y los de las especies, similares a los reportados por Wernli *et al.* (1977) en pastizales de la región magallánica chilena y por Somlo *et al.* (1985) para diferentes ambientes de la provincia de Río Negro durante el verano. Un forraje con estos niveles de calidad les permitirían a los animales mantener una adecuada condición corporal (NRC, 1980; Borrelli *et al.*, 1998).

La composición botánica de la vegetación de las tres áreas ecológicas fue localmente variable, tal como lo indicaran los ACP de estratos y especies (ver **Capítulo I**). Aún así, las dietas estuvieron integradas sólo por 8, 10 y 7 ítems para MC, GSJ y MMN, respectivamente (**Tabla 9**) y su variabilidad entre sitios fue menor a la de la vegetación. Esto indica que los ovinos tendieron a seleccionar dietas similares en ambientes diversos, y pone de manifiesto su capacidad de adaptación a la diversidad de la oferta. En las tres áreas ecológicas los ovinos seleccionaron a dos escalas, entre y dentro estratos, tal como actualmente se conceptualiza el proceso de selección en ambientes heterogéneos (Senft *et al.*, 1987; Illius *et al.*, 1992; Kyriazakis; Oldham, 1993, Laca; Ortega, 1995). Sin embargo, los resultados de este estudio indican que en las áreas ecológicas estudiadas la selección de estratos y de especies tiene diferente magnitud. La selección entre estratos fue de mayor magnitud en MMN, mientras que la selección por especies fue de mayor magnitud en GSJ. Estas tácticas de selección les permitirían a los ovinos lograr su estrategia de pastoreo, esto es, alcanzar un adecuado balance en la ingesta de energía y de proteína en función de sus requerimientos (Holechek *et al.*, 1989; Hodgson, 1990; Laca 2008), y minimizar el tiempo de búsqueda. En las tres áreas ecológicas los ovinos priorizaron la ingesta de proteína y seleccionaron el intercoironal, pero también seleccionaron a algunas especies del estrato subarbustivo de similar valor proteico, posiblemente como una fuente de energía y ante situaciones en las que la oferta del intercoironal se torna limitante como en MC y GSJ.

Indistintamente de la composición florística del pastizal, la variabilidad espacial de los distintos estratos y el valor nutritivo de los distintos ítems, los ovinos fueron capaces de mantener una dieta con un nivel medio de proteína del 6%. Como se vio

previamente, sólo 11 ítems de los evaluados tuvieron un contenido de proteína del 6% o superior, siendo algunos de ellos los de mayor importancia en la composición botánica de las dietas.

La variabilidad entre sitios en la composición botánica de las dietas fue diferente entre áreas ecológicas. En MMN, las dietas procedentes de los tres sitios fueron similares entre sí, pero en cada una de las dos áreas restantes fue posible reconocer dos subgrupos de dietas, que en GSJ difirieron por la abundancia relativa de *Chuquiraga sp* (15,5 vs 23%) y *Nassauvia sp* (10,3 vs 4%) mientras en MC lo hicieron por la abundancia de *Bromus sp* (24,7% vs 5,1%). Lo anterior pone de manifiesto lo complejo del proceso por el cual los ovinos conforman sus dietas, el cual estaría ligado en principio a la disponibilidad total de forraje y por estrato, así como a variaciones en la calidad y estructura del pastizal (Illius *et al.*, 1992; Kyriazakis; Oldham, 1993). Las diferencias en el peso de los niveles de selección y en la heterogeneidad espacial de las dietas entre áreas ecológicas pueden estar relacionadas a varios factores, entre ellos: disponibilidad total de forraje y por estrato (sobre todo la del intercoironal) y diferencias en la calidad de los componentes en la oferta. Sólo en el MMN, la composición botánica de las dietas revela un claro ordenamiento en niveles del proceso de selección. En esta área las dietas fueron básicamente graminosas, ya que los ovinos se concentraron en el intercoironal y evitaron el consumo de mata negra, el arbusto dominante. Como ya se mencionó anteriormente, es factible además que el bajo consumo de mata negra sea el resultado directo de la muy baja acumulación de forraje (brotes) de esta especie durante la temporada de crecimiento. Dentro del intercoironal, seleccionaron *Bromus sp* y *Carex sp*. En las otras dos regiones, los ovinos consumieron a las diferentes formas en porcentajes más acordes a su cobertura. El único arbusto que representó una alternativa al intercoironal fue *Berberis sp* en GSJ que, como se dijo anteriormente, presenta defensas antiherbivoría que restringen su consumo.

En las tres áreas ecológicas consideradas en este estudio, los ovinos incorporan proteína en sus dietas con tácticas distintas, siendo éstas más contrastantes entre GSJ y MMN. Mientras que en el GSJ los ovinos consumieron a los subarborescentes al encontrarlos, obteniendo la proteína en sus dietas de al menos 10 ítems distintos, en MMN concentraron su pastoreo en el intercoironal, y tan solo 7 ítems de este estrato aportaron casi la totalidad de la proteína.

Los valores de receptividad calculados a partir de la productividad primaria total promedio estimada regionalmente (Sala *et al.*, 1988; Paruelo *et al.*, 1998) fueron

superiores a los estimados por cosecha de biomasa en este estudio, ya sea considerando o no la composición botánica de las dietas. Estas diferencias sugieren que las estimaciones de receptividad realizadas a partir de estimaciones de productividad regionales promedio entre años pueden inducir a marcadas sobreestimaciones locales en años de bajas precipitaciones. Aún considerando estas diferencias, todas las estimaciones de receptividad realizadas permitieron estimar cargas que, de mantenerse la composición botánica de las dietas estimada en este estudio, generarían una presión excesiva en el intercoironal en las tres áreas, o en los arbustos en el MMN, dada su baja disponibilidad. Sin embargo, si bien es cierto que la estrategia seguida por los herbívoros en pastoreo es mantener la calidad de sus dietas, al producirse cambios en la disponibilidad producto de aumentos en la carga animal, se adaptan modificando la composición botánica de las mismas. (García *et al.*, 2003, Dumont *et al.*, 2007).

Los resultados de este estudio aportan información novedosa sobre el uso relativo de los diferentes estratos de la vegetación de tres áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz, estableciendo con claridad que los arbustos y subarbustos son un componente importante de sus dietas, lo que sugiere que las estimaciones de la receptividad ovina en establecimientos en estas regiones, realizadas considerando solamente el aporte del intercoironal, llevarían a subestimaciones de la oferta forrajera. Aún así, la información obtenida no es suficiente para proponer una alternativa de estimación de receptividad dado que el estudio se realizó en un solo año, y no considera variaciones interanuales, y además, a que no se conoce si un aumento de presión de pastoreo determina sobreutilización de algunos de los estratos, o una diversificación de dietas.

CONCLUSIONES GENERALES

Las tres áreas ecológicas de la Patagonia austral consideradas en este estudio son espacialmente heterogéneas. En todas ellas la vegetación estuvo estructurada en cuatro estratos (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal), y cerca del 60% de la cobertura vegetal de estas áreas fue gramínea. La abundancia del componente leñoso fue variable. En términos de cobertura los arbustos fueron dominantes en MMN (23%), mientras que en MC y GSJ dominaron los subarbustos (34% y 44%).

Las especies de arbustos de las 3 áreas presentan diferente grado de adaptaciones al pastoreo, son abundantes las espinas en *Berberis sp* y *Trevoa patagonica*, las especies dominantes, otras especies, sin embargo no tuvieron este tipo de defensas antiherbivoría. Mas de la mitad de la producción primaria neta de las áreas consideradas estuvo concentrada en el estrato leñoso, excepto en el MMN, en donde, a pesar de la elevada cobertura de especies leñosas, éstas aportaron apenas un 20% de la PPNA, probablemente por tratarse el 2008 de un año extraordinariamente seco que restringió severamente la productividad de *Junellia tridens*, un arbusto freatófito que depende de la recarga hídrica profunda del perfil del suelo.

El 60% de la dieta de los ovinos estuvo compuesta por gramíneas cortas (intercoironal). Las especies leñosas fueron consumidas en las tres áreas ecológicas, aunque en proporciones variables; mientras en MC y GSJ constituyeron cerca de la tercera parte de la dieta, en MMN apenas representaron el 8%.

La proporción de subarbustos en dieta guardó relación directa con la cobertura y disponibilidad de este estrato en las tres áreas ecológicas. A mayor cobertura de subarbustos mayor consumo de estas especies.

El consumo de arbustos estuvo en relación a su disponibilidad relativa, pero no con su cobertura. En MMN, este estrato, que contaba con una elevada cobertura, no produjo material verde, y no se registró prácticamente consumo.

En general los arbustos y subarbustos que integraron las dietas fueron los de mayor valor proteico, pero sus porcentajes en las dietas no fueron relevantes, a excepción de *Chuquiraga sp*. Es posible que el consumo de este subarbusto espinoso, que llegó casi al 20% en algunas áreas, esté centrado en las flores, que tienen un alto valor proteico.

Los valores de receptividad ganadera ovina estimados en base a la biomasa total acumulada se encuentran dentro de los rangos recomendados para las tres áreas ecológicas consideradas en este estudio (Sistema Regional de Soporte de Decisiones, 1997). Estas estimaciones se realizaron considerando un índice de cosecha del 30%,

pero no tuvieron en cuenta la selectividad de los animales, ni las diferencias en valor nutritivo de estratos y especies.

Las estimaciones de receptividad realizadas en función de las especies consumidas y sus porcentajes en las dietas, fueron diferentes a las realizadas sólo en base a la oferta de forraje, ya sea total o del sólo del intercoironal. Es evidente que la oferta y el grado de utilización de los cuatro estratos (arbustos, subarbustos, coironal e intercoironal) varía entre áreas ecológicas. Del análisis de la oferta y la participación en la dieta de cada estrato surgen cargas animales máximas diversas para cumplir el criterio de un índice de cosecha del 30% de consumo de la biomasa producida. El estrato que podría llegar a ser limitante al consumo si se mantuviera la composición botánica de dietas estimada es diferente entre áreas. En MC y GSJ sería el intercoironal y en MMN el estrato arbustivo. De mantenerse la composición botánica de las dietas evaluadas en este estudio, un ajuste de carga en función de la biomasa total acumulada implicaría una sobreutilización del intercoironal en MC y GSJ y de los arbustos en MMN y la subutilización de los estratos restantes en todas las áreas ecológicas. Sin embargo, debe considerarse que, dada su capacidad de selección, los ovinos posiblemente modificarían su táctica de forrajeo al tornarse limitante un estrato. El ejercicio de cálculos de receptividad planteado, pone de manifiesto la importancia de la selectividad diferencial que ejercen los ovinos sobre los distintos estratos en las estimaciones de receptividad ganadera.

Los resultados de este estudio dejan claramente evidenciada la capacidad de los ovinos de adaptarse a cambios en la vegetación. Independientemente de las diferencias entre sitios en composición florística del pastizal y de las abundancias relativas de cada estrato, en cada área ecológica ellos integraron dietas más semejantes entre sí que la vegetación de los sitios de pastoreo. La información generada permitirá un mejor entendimiento del uso de la vegetación por los ovinos en los tres ecosistemas de producción ovina de la provincia de Santa Cruz considerados, y facilitará un manejo más efectivo de los rebaños por estimaciones de receptividad que consideren las interacciones entre los ovinos y los diferentes estratos de la vegetación.

BIBLIOGRAFÍA

- AITCHISON, J. 1982. The statistical analysis of compositional data. *Journal of Royal Statistical Society*. 44:139-177.
- AITCHISON, J. 1983. Principal components analysis of compositional data. *Biometrika*. 70:57-65.
- AITCHISON, J. 1986. The statistical analysis of compositional data. Chapman & Hall, London. 416 p.
- ANCHORENA, J. 1978. Regiones ecológicas de la Patagonia. EERA INTA Bariloche. (Informe inédito). 8 p.
- ARES, J.O.; BEESKOW, A.M.; BERTILLER, M.B.; ROSTAGNO, C.M.; IRISARRI, M.P.; ANCHORENA, J.; DEFOSSÉ, G.E.; MERONI, C.A. 1990. Structural and dynamic characteristics of overgrazed grasslands of northern Patagonia, Argentina. In: Breymeyer, A. ed. *Managed grasslands. Regional Studies*. Elsevier, Amsterdam. pp. 149-175.
- ARES, J., BERTILLER, M.; BISIGATO, A. 2003. Modeling and measurement of structural changes at a landscape scale in dryland areas. *Environmental Modeling and Assessment*. 8:1-13.
- BAILEY, D.W.; GROSS, J.E.; LACA, E.A.; RITTENHOUSE, L.R.; COUGHENOUR, M.B.; SWIFT, D.M.; SIMS, P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*. 49:386-400.
- BARBERÍA, E. 1995. Los dueños de la tierra en la Patagonia Austral: 1880-1920. Universidad Federal de la Patagonia Austral. Buenos Aires.
- BARROS, V.R.; SCIAN, B.V.; MATTIO, H.F. 1979. Campos de precipitación de la provincia de Chubut (período 1931-1960). *Geoacta*. 10:175-192.
- BARTOLOMÉ, J.; FRANCH, J.; PLAIXATS, J.; SELIGMAN, N.G. 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heat-woodland range. *Journal of Range Management*. 51:383-391.
- BEALE, F.; ORR, D.; HOLMES, W.; PALMER, N.; ERENSON, C.; BOWLY, P. 1986. The effects of forage utilization levels on sheep production in the semiarid southwest of Queensland. *Prod. Int. Rangel. Cong.* 2:30.
- BECK, J.L.; PEEK, J.M. 2005. Diet composition, forage selection, and potential for forage competition among elk, deer, and livestock on Aspen-Sagebrush Summer Range. *Rangeland Ecology & Management*. 58:135-147.
- BERTILLER, M.B.; BEESKOW, A.M.; IRRISARI, P. 1981. Caracteres fisonómicos y florísticos de la vegetación del Chubut. 2. La Península de Valdés y el Istmo Ameghino. Contribución N° 41. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Centro Nacional Patagónico, Puerto. Madryn. 20 p.
- BLACK, J; KENNEY, P. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. II. Height and density of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35:561-563.
- BONVISSUTO, G.; SOMLO, R. 1998. Guías de condición para los campos naturales de Precordillera y Sierras y Mesetas de Patagonia. INTA, Centro Regional Patagonia Norte, Estación Experimental Agropecuaria Bariloche INTA/GTZ (Argentina). Comunicación técnica N°78. 24 p.

- BONVISSUTO, G.; SOMLO, R.; LANCIOTTI, M.; GONZÁLEZ, A.; BUSO, C. 2008. Guías de condición para pastizales naturales de " Precordillera"; " Sierras y Mesetas" y " Monte Austral" de Patagonia. INTA, Centro Regional Patagonia Norte, Estación Experimental Agropecuaria Bariloche. Argentina. Comunicación técnica N°123. 48 p.
- BORRELLI, P.; OLIVA, G.; CIBILS, A.; CLIFTON, G. 1998. Stocking rates and herbage availability in relation to sheep production in the Magellanic steppe [Patagonia, Argentina]. EEA Santa Cruz (inédito). 19 p.
- BORRELLI, P. 2001. Producción animal sobre pastizales naturales. En: Borrelli, P.; Oliva, G. eds. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral, INTA, Buenos Aires. pp. 131-162.
- BURGOS, J. 1985. Clima en el extremo sur de Sudamérica. En: O. Boelcke, O.; Moore, D.; Roig, F. eds. Transecta botánica de la Patagonia Austral. CONICET, Instituto de la Patagonia y Royal Society, Buenos Aires. pp. 10-40.
- CABRERA, A. 1953. Esquema fitogeográfico de la República Argentina. Revista del Museo Ciudad Eva Perón (Nueva Serie). 8:87-168.
- CABRERA, A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 14:1-42.
- CABRERA, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: Kugler, W.F. ed. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. (2º. ed). Fascículo 1. ACME, Buenos Aires. Argentina. 85 p.
- CLAUSS, M., KAISER, T.; HUMMEL, J. 2008. The morphophysiological adaptations of browsing and grazing mammals. In: Gordon, I.J.; Prins, H.T. eds. The ecology of browsing and grazing. Springer-Verlag, Berlin. pp. 47-88.
- CONSORCIO DHV-SWEDFOREST. 1998. Diagnóstico estrategias y acciones propuestas para el uso sostenible de los recursos naturales en la Patagonia. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Buenos Aires, República Argentina. p.
- DAGET, P.; POISSONET, J. 1982. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Annales Agronomiques. 22:5-41.
- DAUBENMIRE, R. 1959. A Canopy-coverage method of vegetational analysis. Northwest Science. 33:43-64.
- DE FINA, A.; GARBOSKY, A.; GIANETTO, F.; SABELLA, L. 1968. Difusión geográfica de cultivos índices en la Provincia de Santa Cruz. Publicación N°111. INTA, Buenos Aires. 30 p.
- DEL VALLE, H.F. 1998. Patagonian soils: a regional synthesis. Ecología Austral. 8:103-123.
- DUMONT, B.; ROOK, A.; CORAN CH.; ROVER, K. 2007. Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems: 2. Diet selection. Grass and Forage Science. 62:159-171.
- DUNCAN, A.J.; POPPI, D.P. 2008. Nutritional ecology of grazing and browsing ruminants. In: Gordon, I.J.; Prins, H.T. eds. The ecology of browsing and grazing. Springer-Verlag, Berlin. pp. 89-116.

- ELISSALDE, N.;ESCOBAR, J.; NAKAMATSU, V. 2002. Inventario y evaluación de pastizales naturales de la zona árida y semiárida de la Patagonia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Patagonia Sur. EEA Chubut, Trelew. 45 p.
- EVANS, R.T.; LOVE, R.M. 1957. The step-point method of sampling - a practical tool in range research. *Journal of Range Management*. 10:208-212.
- GARCIA, F.; CARRÈRE, P.; SOUSSANA, J.; BAUMONT, R. 2003. The ability of sheep at different stocking rates to maintain the quality and quantity of their diet during the grazing season. *Journal of Agricultural Science*. 140:113-124.
- GARGIULO, G. 1998. Diagnóstico económico. Consorcio DHV-Swedforest. Desertificación en la Patagonia. p. 83.
- GOERGEN, J. 1995. Lucha contra la desertificación en la Patagonia con ayuda de un sistema de monitoreo ecológico (SME). En: Del Valle, H., Eiden, G., Mensching, H. y Goergen, J. eds. Lucha contra la desertificación en la Patagonia. Cooperación técnica argentino - alemana. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y GTZ, Bariloche. pp. 1-15.
- GOLLUSCIO, R.; DEREGIBUS, A.; PARUELO, J. 1998. Sustainability and range management in the patagonian steppes. *Ecología Austral*. 8:265-284.
- GONZÁLEZ, L.; PAREDES, P.; RIAL, P. 2009. Severidad de la sequía en Santa Cruz. Evaluación a través de índices de vegetación de imágenes MODIS. Actas I Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial. Ministerio Secretaría General de la Gobernación, Proyecto SIT Santa Cruz. Río Gallegos-Santa Cruz. Noviembre 2009. En CD.
- HARBORNE, J.B. ed. 1988. The flavonoids: Advances in research since 1980. Chapman and Hall, New York. p.
- HANLEY, T.A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*. 35:146-151.
- HODGSON, J. 1990. Grazing management. Science into practice. Longman Scientific & Technical, New York. p. 203.
- HOFMANN, R.R. 1988. Morphophysiological evolutionary adaptations of the ruminant digestive system. In: Dobson, A. eds. Aspects of Digestive Physiology in Ruminants. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA. pp. 1-26.
- HOFMANN, R.R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecología*. 78:443-457.
- HOFMANN, R.R.; STEWARD, D.R.M. 1972. Grazer or browser: a classification based on the stomach structure and feeding habits of East African ruminants. *Mammalia*. 36:226-240.
- HOLECHEK, J.L. 1991. Chihuahuan Desert rangeland livestock grazing management systems in New Mexico. *Rangelands* 16:237-240.
- HOLECHEK, J.L.; VAVRA, M.; PIEPER, R.D. 1982. Botanical composition determination of range herbivore diets: a review. *Journal of Range Management* 35(3):309-315.
- HOLECHEK, J.L.; PIEPER, R.D.; HERBEL, C. 1989. Range management: principles and practice. Prentice Hall. 501 p.

- HORNECK, A.D.; MILLAR, R.O. 1998. Determination of total nitrogen in plant tissue. In: Kalra, Y.P. ed. Handbook reference methods for plant analysis. Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press. p. 300.
- HUTCHINGS, S.S.; STEWART, G. 1953. Increasing forage yield and sheep production on intermountain winter ranges. U.S. Dept. Agric. Circ. 925 p.
- ILLIUS, A.W.; GORDON, I.J. 1991. Prediction of intake and digestion in ruminants by a model of rumen kinetics integrating animal size and plant characteristics. *Journal of Agricultural Science*. 116:145-157.
- ILLIUS, A.W.; GORDON, I.J. 1993. Diet selection in mammalian herbivores: constraints and tactics. In: Hughes, R.N. ed. Diet selection: an interdisciplinary approach to foraging behaviour, Blackwell Scientific, Oxford. pp.157-181.
- ILLIUS, A.W.; CLARK, D.A.; HODGSON, J. 1992. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. *Journal of Animal Ecology*. 61:183-194.
- INTA. 2008. Severidad de la sequía en Santa Cruz: evaluación a través de índices de vegetación de imágenes MODIS [en línea] <<http://www.inta.gov.ar>> [consulta: 04 de diciembre de 2008].
- JOBÁGY, E.; PARUELO, J.M.; LEÓN, R.J.C. 1995. Estimación del régimen de precipitación a partir de la distancia a la cordillera en el noroeste de la Patagonia. *Ecología Austral*. 5:47-53.
- JOBÁGY, E.; SALA, O.; PARUELO, J. 2002. Patterns and controls of primary production in the Patagonian steppe: a remote sensing approach. *Ecology*. 83:307-319.
- KENNEY, P. BLACK, J. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. I. Potential intake rate and acceptability of feed. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35:551-563.
- KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J.D. 1993. Diet selection in sheep: the ability of growing lambs to select a diet that meets their crude protein (nitrogen x 6,25) requirements. *British Journal of Nutrition*. 69:617-629.
- LACA, E.A.; ORTEGA. I.M. 1995. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. Fifth International Rangeland Congress. *Ecology of Herbivores*. American Soc. of Animal Science. Salt Lake City, Utah, USA. pp. 129-132.
- LACA, E.A. 2008. Foraging in a heterogeneous environment. In: Prins, H.T.; Van Langevelde, F. eds. Resource ecology: spatial and temporal dynamics of foraging. pp. 81-100.
- LARA, A.; CRUZ, G. 1987. Evaluación del potencial de pastoreo del área de uso agropecuario de la 12^o Región de Magallanes y la Antártica Chilena. INIA Kampenaike. pp.19-20.
- LAUENROTH, W.K. 1979. Grassland primary production: North American grasslands in perspective. In: French, N.R. ed. Perspectives in grassland ecology. *Ecological Studies Volume 32*. Springer-Verlag, New York, USA. pp. 3-24.
- LE HOUÉROU, H.N. 1996. Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environments*. 34:133-185.
- LEÓN, R., BRAN, D.; COLLANTES, M.; PARUELO, J.; SORIANO, A. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral*. 8:125-144.

- MELLADO, M.; VALDÉZ, R.; LARA, L.; LÓPEZ, R. 2003. Stocking rate effects on goats: a research observation. *Journal of Range Management*. 56:167-173.
- MELLADO, M.; RODRÍGUEZ, A.; OLIVERA, A.; VILLARREAL, J.; LÓPEZ, R. 2004. Age and body condition score and diets of grazing goats. *Journal of Range management*. 57:571-523.
- MELLADO, M., OLIVERA, K.A.; QUERO, A.; MENDOZA, G. 2005. Diets of prairie dogs, goats, and sheep on a desert rangeland. *Rangeland Ecology and Management*. 57:630-634.
- MOVIA, C.P.; SORIANO, A.; LEÓN, R.J.C. 1987. La vegetación de la cuenca del río Santa Cruz (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Darwiniana*. 28:9-78.
- NAKAMATSU, V.; LAGARRIGUE, M.; LOCATELLI, M.; SENDIN, M.; ELISSALDE, N.; ESCOBAR, J. 1998. Disponibilidad de forraje estimada a través del valor pastoral en zonas áridas del Chubut (Patagonia). 22º Congreso Argentino de Producción Animal. *Revista Argentina de Producción Animal*. 8 (1).
- NAKAMATSU, V.; ESCOBAR, J.; ELISSALDE, N. 2001. Evaluación forrajera de pastizales naturales de estepa en establecimientos ganaderos de la provincia del Chubut (Patagonia, Argentina), resultados de 10 años de trabajo. En: Cibils, A. ed. *Resúmenes del taller de actualización sobre métodos de evaluación, monitoreo y recuperación de pastizales naturales patagónicos*. FAO-INTA-INIA, Esquel. pp. 19-20.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1985. *Nutrient Requirements of Sheep*. 6th ed. Washington, DC: National Academy Press. 99 p.
- NOY-MEIR, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual review of ecology and systematics*. 4:25-51.
- OESTERHELD, M.; SALA, O.; MCNAUGHTON, J. 1992. Effect of animal husbandry on herbivore-carrying capacity at a regional scale. *Nature*. 356:234-236.
- OLIVA, G., GONZÁLEZ, L.; RIAL, P.; LIVRAGHI, E. 2001. El ambiente en la Patagonia Austral. En: Borrelli, P.; Oliva, G. eds. *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral*, INTA, Buenos Aires, pp. 17-80.
- OOSTING, H. J. 1956. *The study of plant communities*. Freeman and Company, San Francisco. 440 p.
- ORLÓCI, L. 1978. *Multivariate analysis in vegetation research*. Junk Publications, The Hague. 451 p.
- PARUELO, J.M.; JOBBÁGY, E.G.; SALA, O.E. 1998. Biozones of Patagonia (Argentina). *Ecología Austral*. 8:145-153.
- PARUELO, J.M.; BERTILLER, M.B.; SCHLICHTER, T.; CORONATO, F. eds. *Secuencias de deterioro en distintos ambientes patagónicos. Su caracterización mediante el modelo de estados y transiciones*. 1993. Convenio Argentino-Alemán de Cooperación técnica INTA-GTZ. Proyecto LUDEPA-SME. San Carlos de Bariloche. 110 p.
- PARUELO, J.M.; EPSTEIN, H.E.; LAUENROTH, W.K.; BURKE, I.C. 1997. ANPP estimates from NDVI for the central Grassland region of the United States. *Ecology*. 78:953-958.

- PARUELO, J.M.; BELTRÁN, A.; JOBBÁGY, E.; SALA, O.E.; GOLLUSCIO, R.A. 1998. The climate of patagonia: general patterns and controls on biotic processes. *Ecología Austral*. 8:85-101.
- PELLIZA, A., WILLEMS, P.; NAKAMATSU, V.; MANERO, A. 1997. Atlas dietario de herbívoros patagónicos. Somlo, R. ed. PRODESAR-INTA-FAO. 108 p.
- PELLIZA, A.; WILLEMS, P.; MANACORDA, M. 2001. Dietary structural types of polygastric herbivores at different environment and seasons. *Journal of Range Management*. 54:330-337.
- POSSE, G.; ANCHORENA, J.; COLLANTES, M.B. 1996. Seasonal diets of sheep in the steppe region of Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Range Management*. 49:24-30.
- POSSE, G.; ANCHORENA, J.; COLLANTES, M.B. 2000. Spatial micro-patterns in the Steppe of Tierra del Fuego induced by sheep grazing. *Journal of Vegetation Science*. 11:43-50.
- ROIG, F.; ANCHORENA, J.; DOLLENZ, O.; FAGGI, A.; MENDEZ, E. 1985. Las comunidades vegetales de la Transecta Botánica de la Patagonia Austral. En: Boelcke, O.; Moore, D; Roig, F. eds. *Transecta botánica de la Patagonia Austral*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Buenos Aires. pp. 350-519.
- ROSTAGNO, C., DEL VALLE, H.; VIDELA, L. 1991. The influence of shrubs on some chemical and physical properties of an aridic soil in north-eastern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments*. 20:179-188.
- SAGPyA. 2008. Ley N°25.422. [en línea] <<http://www.minagri.gob.ar>> [consulta: 04 de octubre de 2008].
- SALA, O.E.; LAUENROTH, W.K. 1982. Small rainfall events: an ecological role in semiarid regions. *Oecologia*. 53:301-304.
- SALA, O.E.; PARTON, W.J.; JOYCE, L.A.; LAUENROTH, W.K. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States. *Ecology*. 69:40-45.
- SALA, O.E.; LAUENROTH, W.K.; GOLLUSCIO, R.A. 1997. Plant functional types in temperate semi-arid regions. In: Smith, T.M.; Shugart, H.H.; Woodward, F.I. eds. *Plant Functional Types*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 217-233.
- SALA, O.E.; AUSTIN, A.T. 2000. In: Sala, O.; Jackson, R.; Mooney, H.; Howarth, R. eds. *Methods in ecosystem science*. Springer-Verlag. New York. pp. 31-43.
- SENF, R.L., COUGHENOUR, M.B.; BAILEY, D.W.; RITTENHOUSE, L.R.; SALA, O.E.; SWIFT, D.M. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience*. 11:789-799.
- SHIPLEY, L.A. 1999. Grazers and browsers: how digestive morphology affects diet selection. In: Launchbaugh, K.L.; Sanders, K.D.; Mosley, J.C. eds. *Grazing behavior of livestock and wildlife. Idaho forest, Wildlife and Tange*. Expt. Sta. Bull #70, Univ. of Idaho, Moscow, ID. pp. 20-27.
- SINGH, J.H.; LAUENROTH, W.K.; STEINHORST, R.K. 1975. Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *The Botanical Review*. 41:181-232.

- SISTEMA REGIONAL DE SOPORTE DE DECISIONES. 1997. Grupo Interdisciplinario para el Sistema de Soporte de Decisiones – Santa Cruz y Tierra del Fuego, versión 1.0. Santa Cruz, Argentina: PRODESER (INTA-GTZ). EEA Santa Cruz. 136 p.
- SOMLO, R.; DURAÑOÑA, C.; ORTIZ, R. 1985. Valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 5:569-605.
- SOMLO, R.; COHEN, L. 1997. Tablas de valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas 1-Cordillera-Precordillera. *Comunicación Técnica N°5*. INTA-EEA S.C. de Bariloche. 13 p.
- SORENG, R.J.; PETERSON, P.M.; DAVIDSE, G.; JUDZIEWICZ, E.J.; ZULOAGA, F.O.; FILGUEIRAS, T.S.; MORRONE, O. 2003. *Catalogue of New World Grasses (Poaceae): IV. Subfamily Pooideae. Contributions from the United States National Herbarium*. Vol. 38. pp. 1-730.
- SORIANO, A. 1956. Los distritos florísticos de la provincia patagónica. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 10:349-372.
- SORIANO, A.; SALA, O. 1983. Ecological strategies in a patagonian arid steppe. *Vegetatio*. 56:9-15.
- SORIANO, A.; MOVIA, C.P.; LEÓN, R.J.C. 1983. Deserts and semideserts of patagonia. In: West, N.E. ed. *Temperate deserts and semideserts*, Elsevier. pp. 440-453.
- SORIANO, A., SALA, O.; PERELMAN, S. 1994. Patch structure and dynamics in a Patagonian arid steppe. *Vegetatio*. 111:127-135.
- SPARKS, D.R.; MALECHEK, J.C. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*. 21:264-265.
- STUTH, J.W. 1991. Foraging behaviour. In: Heitschmidt, R.K.; Stuth, J.W. (eds). *Grazing management. An ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon. USA, pp 65-83.
- THEODOROU, M.K.; LOWMAN, R.S.; DAVIES, Z.S.; CUDDEFORD, D.; OWEN, E. 1998. Principles of techniques that rely on gas measurements in ruminant nutrition. In: Deaville, E.R.; Owen, E.; Adesogan, A.T.; Rymer, C.; Huntington, J.A.; Lawrence, T.L.J. eds. *In vitro Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants*. Occasional Publication Nro. 22. British Society of Animal Science. pp. 55-63.
- TOOTHILL, J.; HARGREAVES, J.; JONES, R. 1978. Botanal: a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. I. Field Sampling. *Tropical Agronomy, CSIRO, Australia. Technical Memorandum*. N°8.
- USDA SOIL TAXONOMY. 1999. *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2th ed. Agricultural Handbook No. 436. Soil Survey Staff. United States Department of Agriculture, National Resources Conservation Service.
- UTSUMI, S.A.; CIBILS, A.F.; ESTELL, R.E. 2009. Seasonal changes in one seed juniper intake by sheep and goats in relation to dietary protein and plant secondary metabolites. *Small Ruminant Research*. 81:152-162.

- VAN SOEST, P.J. 1994a. Feeding Strategies, Taxonomy and Evolution. In: Van Soest, P.J. ed. Nutritional ecology of the ruminant, 2th ed. Cornell Univ. Press, Ithaca and London, New York. pp. 22-39.
- VAN SOEST, P.J. 1994b. Nutritional concepts. In: Van Soest, P.J. ed. Nutritional ecology of the ruminant, 2th ed. Cornell Univ. Press, Ithaca and London, New York. pp. 7-21.
- VECCHIO, M.; GOLLUSCIO, R.; CORDERO, M. 2008. Cálculo de la receptividad ganadera a escala de potrero en pastizales de la Pampa Deprimida. *Ecología Austral*. 18:213-222.
- VILLALBA, S.E. 2001. Producción de gas *in vitro*. Uso de la técnica para estimar la degradabilidad de los alimentos para rumiantes. Tesis de Licenciado en Bromatología, Facultad de Bromatología, Univ. Nac. De Entre Ríos – EEA C. de Uruguay, INTA, Argentina. 51 p.
- WERNLI, C.; DOBERTI, H.; SCHMITT, J.; ALONSO, O.; CERDA, D. 1977. Estudios sobre el valor nutritivo de las praderas en Magallanes. Estación Experimental Kampen Aike. La Platina. Boletín Técnico N°10. 54 p.
- WINDER, J.; BAILEY, C.; THOMAS, M.; HOLECHEK, L. 2000. Breed and stocking rate effects on Chihuahuan Desert cattle production. *Journal of Range Management*. 53:32-39.