

# Desarrollo de un modelo de asignación variable de carga animal en Patagonia Sur

Andrade, M.; Suárez, D.; Peri, P.L.; Borrelli, P.; Ormaechea, S.; Ferrante, D.; Rivera, E.; Sturzenbaum, M.V.



**INTA** Ediciones

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Colección

# **DESARROLLO DE UN MODELO DE ASIGNACIÓN VARIABLE DE CARGA ANIMAL EN PATAGONIA SUR**

**Andrade, Miguel; Suárez, Diego; Peri, Pablo Luis;  
Borrelli, Pablo; Ormaechea, Sebastián;  
Ferrante, Daniela; Rivera, Emilio; Sturzenbaum, María Virginia**

**2015**

© Copyright 2015 Centro Regional Patagonia Sur INTA  
Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz

DESARROLLO DE UN MODELO DE ASIGNACIÓN  
VARIABLE DE CARGA ANIMAL EN PATAGONIA SUR

Fotos de tapa  
Pablo Luis Peri  
María Virginia Sturzenbaum

Diseño  
Rafael Carranza  
Diseño y Servicios  
carranza.rafael@gmail.com

Desarrollo de un modelo de asignación variable de carga animal en patagonia sur / Miguel Andrade ... [et.al.] ; edición literaria a cargo de Miguel Andrade y Pablo Luis Peri. - 1a ed. - Río Gallegos, Santa Cruz : Ediciones INTA, 2015. E-Book.

ISBN 978-987-521-592-4

1. Actividades Ganaderas. 2. Ganadería Sustentable . 3. Pastizal Natural . I. Andrade, Miguel II. Andrade, Miguel, ed. lit. III. Peri, Pablo Luis, ed. lit.  
CDD 636.2

**Andrade Miguel**

*INTA EEA Santa Cruz – Universidad Nacional de la Patagonia Austral*

**Suárez Diego**

*Consultor Privado*

**Peri Pablo Luis**

*INTA EEA Santa Cruz – Universidad Nacional de la Patagonia Austral - CONICET*

**Borrelli Pablo**

*OVIS 21*

**Ormaechea Sebastián**

*INTA EEA Santa Cruz*

**Ferrante Daniela**

*INTA EEA Santa Cruz – Universidad Nacional de la Patagonia Austral*

**Rivera Emilio**

*INTA EEA Santa Cruz – Agencia de Extensión Rural Río Gallegos*

**Sturzenbaum María Virginia**

*INTA EEA Santa Cruz – Agencia de Extensión Rural Río Gallegos.*



# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| PRÓLOGO.....  | 7  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 9  |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL.....   | 11 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....  | 12 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 13 |
| 2.1 Conceptualización del modelo de asignación<br>variable de carga (MAVC)..... | 13 |
| 2.2 Descripción del MAVC.....   | 13 |
| 2.2.1 Escenario Oferta Forrajera (Área Ecológica).....                          | 14 |
| 2.2.2 Escenario Requerimientos Animales.....                                    | 15 |
| 2.2.3 Disponibilidad Forrajera (DF).....  | 16 |
| 2.2.4 Consumo de Forraje (CF).....  | 16 |
| 2.2.5 Producción Estimada de Forraje (PEstF).....                               | 17 |
| 2.2.6 Producción Esperada de Forraje (PEspF).....                               | 17 |
| 2.2.7 Consumo MS Esperado (CMSE).....   | 18 |
| 2.2.8 Disponibilidad de MS Esperada (DMSE).....                                 | 18 |
| 2.3 Esquema del MAVC.....   | 18 |
| 2.4 Curvas de biomasa acumulada y de incrementos relativos.....                 | 19 |
| 2.4.1 Pastizal Subandino (PSA).....   | 19 |
| 2.4.2 Matorral de Mata Negra (MMN).....   | 21 |
| 2.4.3 Estepa Magallánica Seca (EMS).....  | 23 |
| 2.4.4 Estepa Magallánica Húmeda (EMH).....                                      | 25 |
| 2.4.5 Complejo Andino (CA) y Ecotono Fueguino (EF).....                         | 26 |
| 2.5 Evolución intra anual de la calidad del pastizal natural.....               | 29 |
| 2.6 Participación de intercoironal y especies del pastizal en dieta.....        | 30 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.7   | Análisis de sensibilidad de variables clave del modelo.....  | 31 |
| 2.7.1 | Crecimiento relativo .....   | 31 |
| 2.7.2 | Concentración energética.....  | 31 |
| 2.7.3 | Dieta.....   | 32 |
| 2.8   | Validación independiente del modelo .....  | 32 |
| 2.9   | Comparación de carga animal estimada mediante el<br>Modelo Asignación Variable de Carga (MAVC) y la Asignación<br>Fija de Forraje (AFF)..... | 32 |
| 3.    | RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 35 |
| 3.1   | Biomasa acumulada mensual.....   | 35 |
| 3.2   | Curvas de incrementos relativos.....   | 37 |
| 3.3   | Relación verde-seco .....  | 38 |
| 3.4   | Evolución intra anual de la digestibilidad del intercoironal y<br>pastizal natural .....   | 39 |
| 3.5   | Participación de intercoironal y especies del pastizal en dieta .....  | 40 |
| 3.6   | Análisis de sensibilidad del modelo.....   | 41 |
| 3.6.1 | Crecimiento relativo .....   | 42 |
| 3.6.2 | Concentración energética.....  | 43 |
| 3.6.3 | Dieta.....   | 44 |
| 3.7   | Validación independiente del modelo .....  | 45 |
| 3.8   | Comparación de cargas estimadas mediante el MAVC y la AFF .....  | 46 |
| 4.    | CONCLUSIONES .....   | 49 |
| 5.    | BIBLIOGRAFÍA .....   | 51 |

# PRÓLOGO

La producción ganadera es una de las actividades más importantes que se desarrolla en Patagonia Sur. El ajuste de carga es uno de los cuatro principios en el manejo del pastoreo junto con el tiempo de pastoreo, el tipo y clase animal y su distribución espacial.

Durante el 2001 el INTA publicó un conjunto de pautas técnicas denominado Tecnología de Manejo Extensivo (TME) en donde se propone, entre otras cosas, ajustar la carga animal en función de la biomasa disponible del intercoironal (pastos cortos, graminoides y hierbas que ocupan el espacio entre los coirones) evaluada durante un solo momento en el año. Este planteo se adecuó en aquellos campos con uso continuo durante el año aunque las estimaciones para campos de invernada resultaban ser imprecisas.

La presente publicación es el resultado del trabajo conjunto entre la Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz y la empresa OVIS 21 bajo el marco de un Convenio de Cooperación Técnica iniciado durante el año 2009. La obra surge debido a la necesidad de generar una herramienta alternativa al método tradicional para el cálculo de carga animal. Por esta razón, se han llevado adelante una serie de trabajos de investigación tendientes al desarrollo de un modelo de asignación variable de carga animal en Patagonia Sur. El modelo incluye nuevas variables para la asignación de carga como dieta, aspectos de calidad del pastizal y curvas de crecimiento relativo para distintas Áreas Ecológicas de Patagonia Sur (Pastizal Subandino, Matorral de Mata Negra, Estepa Magallánica Seca, Estepa Magallánica Húmeda, Complejo Andino y Ecotono Fueguino). En dichos trabajos se contó con la participación y opinión de distintos investigadores que posibilitaron la obtención de esta publicación.

La obra pretende aportar una herramienta concreta para la toma de decisiones del sector ganadero en el ajuste de carga animal y las principales consideraciones de los distintos trabajos se resumen en el presente libro. El modelo presentado se considera un avance en el conocimiento pensando en el uso sostenible del pastizal natural.



# 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principios en el manejo sustentable de pastizales consiste en la determinación de la carga animal en función de la receptividad del ambiente y de los objetivos de producción (Heady y Child, 1994; Golluscio, 2009). Se puede afirmar que la cantidad potencial de herbívoros que puede soportar un ecosistema dependerá de la cantidad de energía fijada por los productores primarios (Odum, 1972). El flujo final de energía en estos ecosistemas se asocia a la Productividad Primaria Neta (PPN), ya que representa el almacenamiento de materia orgánica en el tejido de las plantas (Odum, 1971 citado por Sala y Austin, 2000). Los herbívoros utilizan sólo una parte de esta energía que corresponde al tejido aéreo y/o a la Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA) y es la que determina, en última instancia, la carga global que puede soportar el sistema. Existen diversas técnicas para estimar la PPNA, desde cortes de biomasa (Singh, *et al.*, 1975; Sala y Austin, 2000), pasando por modelos empíricos (Monteith, 1972; Sala *et al.*, 1988) y sensores remotos (Paruelo *et al.*, 2000; Piñeiro *et al.*, 2006). Las distintas estimaciones resultan ser complejas debido, entre otras cosas, a la variabilidad espacial y temporal de la PPNA (Paruelo y Golluscio, 1994; Jobbágy *et al.*, 2002; Paruelo *et al.*, 2004; Golluscio *et al.*, 2009). En ecosistemas semiáridos como el de Patagonia, esta variabilidad es más marcada y depende principalmente de la cantidad y distribución de las precipitaciones (Noy-Meir, 1973; Sala *et al.*, 1988). Por otro lado, en la determinación de carga animal debe tenerse en cuenta los requerimientos energéticos de los herbívoros, los cuales varían en función del tamaño, estado fisiológico y categoría, entre otros (NRC, 1985; Haresing, 1989). En el caso de los ovinos, las relaciones entre requerimientos y PPNA suelen verse afectadas además, por la selección de hábitat y de dieta ya que son animales particularmente selectivos (Hanley, 1982; Hofmann, 1988; Illius y Gordon, 1993). Esta característica les permite seleccionar paisajes, formas de vida y especies vegetales (Senft *et al.*, 1987; Bailey *et al.*, 1996; Laca, 2008) dentro de las limitantes estructurales que pueda ofrecer la vegetación (Clauss, *et al.*, 2008). La selectividad impacta directamente en la calidad de sus dietas (Hanley, 1982; Shipley, 1999). En Patagonia el manejo tradicional de las majadas se desarrolló con cargas fijas

y continuas, ajustadas mediante “prueba” y “error”. A diferencia del pastoreo realizado por los herbívoros nativos, que tenían la capacidad de seleccionar distintos ambientes, los ovinos fueron confinados en los mismos potreros durante décadas, provocando un proceso de desertificación generalizado en toda la región (Consortio DHV, 1998; Paruelo *et al.*, 2005). Desde fines de la década del 80, el ajuste de carga animal fue propuesto por varios autores como una manera de atenuar el impacto negativo de la ganadería sobre los pastizales. Esto dio lugar a la aparición casi simultánea de varias metodologías de evaluación objetiva de pastizales y cálculo de receptividad (Toothill *et al.*, 1978; Bonvissuto y Somlo, 1998; Nakamatsu *et al.*, 1998, 2001; Borrelli y Oliva, 2001; Elissalde *et al.*, 2002; Bonvissuto *et al.*, 2008). Particularmente en Santa Cruz se desarrolló un conjunto de pautas técnicas denominado Tecnología de Manejo Extensivo (TME), generado en el área ecológica Estepa Magallánica Seca. Dicha tecnología incluye una serie de propuestas y recomendaciones técnicas que permiten optimizar la producción (carne y lana) de los sistemas ganaderos basados en el aprovechamiento del pastizal natural asegurando su persistencia y de ser factible su mejora. La TME incluye una metodología de evaluación de pastizales denominada “Método Santa Cruz” (Borrelli y Oliva, 2001) que con adaptaciones se utiliza en las distintas áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Esta herramienta se basa en la estimación del estrato intercoironal conformado por gramíneas de alta calidad, ciperáceas y dicotiledóneas herbáceas que se encuentra disponible para el ganado en distinta proporción según el área ecológica y el estado de deterioro del pastizal. Los grupos de plantas mencionados son los principales proveedores de proteína y energía, en concentraciones capaces de sustentar los procesos productivos (crecimiento, gestación, lactancia) (Wernli *et al.*, 1977; Stuth, 1991; Borrelli, 2001). Su cuantificación, además de ser utilizada como un estimador de receptividad, permite estimar el nivel de consumo voluntario de forraje, y por lo tanto correlaciona razonablemente con los índices productivos en la majada (Cibils *et al.*, 1993, Borrelli, 2001). La versión original de la TME propone calcular la carga animal utilizando una Asignación Fija de Forraje (AFF) anual que varía levemente en función del objetivo de manejo y el área ecológica considerada (Borrelli, 2001). Los cálculos de carga animal se realizan a partir de la estimación de la disponibilidad forrajera del pastizal natural en cada unidad de manejo, realizada mediante un muestreo estratificado por ambientes durante la máxima acumulación de

biomasa que se da entre diciembre y marzo. Este método, si bien tiene la ventaja de ser sencillo y de fácil aplicación, demostró ser poco preciso cuando la estimación de receptividad se realizaba para períodos inferiores al año, siendo más notoria la imprecisión durante la época de no crecimiento del pastizal. En varias situaciones de pastoreo invernal la receptividad calculada utilizando las asignaciones recomendadas fue superior a la real, dado que el forraje es utilizado al menos cinco meses después de ser medido, generando esto consecuencias sobre el pastizal y la producción animal. Esto se debe a que en este cálculo de receptividad no se tienen en cuenta explícitamente los procesos biológicos involucrados en el balance de biomasa: crecimiento, senescencia y consumo. De la misma forma tampoco se consideran explícitamente aspectos de calidad del pastizal (digestibilidad de la materia seca y proporción verde-seco, entre otras) y únicamente tiene en cuenta al intercoironal como clase de forraje consumido. Frente a esta dificultad, OVIS 21, una empresa que desarrolló una red de productores y técnicos agropecuarios en la Patagonia Argentina y Chilena, desarrolló un modelo de simulación que incorpora curvas de producción forrajera para diferentes áreas ecológicas a lo largo del año, consumo de forraje (estimado indirectamente a través de la composición botánica de dietas y los requerimientos energéticos de las distintas categorías), calidad (en términos de la digestibilidad del forraje), ya que tiene efecto en el consumo voluntario de forraje y la senescencia. El modelo fue utilizado en la Estepa Magallánica Seca y Húmeda, demostrando ser de utilidad para poder realizar estimaciones más precisas de la carga animal, especialmente en períodos cortos. Sin embargo, los datos disponibles para mejorar el modelo y aplicarlo a otras áreas ecológicas eran limitantes. Por esta razón, durante el año 2010 se firmó un convenio de cooperación técnica entre la EEA Santa Cruz y OVIS 21, en el cual se planteó como objetivo conjunto entre ambas instituciones la parametrización y el mejoramiento del modelo de ajuste de carga animal.

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un modelo de simulación que permita mejorar la estimación de carga animal en distintas áreas ecológicas de la Patagonia Austral, teniendo en cuenta los principales procesos biológicos involucrados en el balance de biomasa.

## 1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Generar curvas de incrementos relativos del estrato intercoironal en seis áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz y Tierra del Fuego: Pastizal Subandino (PSA), Matorral de Mata Negra (MMN), Estepa Magallánica Seca (EMS), Estepa Magallánica Húmeda (EMH), Complejo Andino (CA) y Ecotono Fueguino (EF).
- Evaluar la evolución intra anual de la calidad de las principales especies del estrato intercoironal (PSA-MMN-EMS-EMH) y herbáceo (CA-EF).
- Evaluar la composición botánica de dietas (PSA-MMN-EMS-EMH-CA-EF).
- Evaluar la sensibilidad del modelo de ajuste variable de carga mediante la variación de los principales parámetros ajustados mediante simulaciones.
- Comparar valores de carga animal obtenidos mediante la aplicación del modelo de asignación variable de carga y la asignación fija de forraje.
- Validar en forma independiente y a campo el modelo de asignación variable de carga generado.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Conceptualización del modelo de asignación variable de carga (MAVC)

El propósito del presente modelo consiste en generar una herramienta útil que permita realizar predicciones confiables en las condiciones del ambiente y que facilite la toma de decisiones en los sistemas de producción extensivos mediante el aprovechamiento sustentable de los recursos. El modelo tiene como objetivo predecir la disponibilidad forrajera mensual en distintas áreas ecológicas en respuesta a variaciones de la carga animal. Se trata de un modelo determinístico, que realiza balances forrajeros con un intervalo temporal mensual. El balance forrajero requiere la estimación del crecimiento esperado, senescencia y consumo de forraje frente a una determinada carga animal. En lugar de calcular la carga asignando una cantidad fija de kilos de forraje por año por animal, la misma se calcula de acuerdo a la cantidad de animales requerida para obtener un determinado residuo de salida. El concepto de residuo forrajero es importante tanto por su impacto sobre la performance animal como por el impacto sobre el funcionamiento del pastizal.

### 2.2 Descripción del MAVC

El modelo de asignación de carga propuesto se encuentra limitado especialmente a las áreas ecológicas: PSA, MMN, EMS, EMH, CA y EF dentro de las provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego (escala geográfica) y con una temporalidad mensual. El MAVC cuenta con información de base relacionada a las curvas de producción forrajera, calidad, composición botánica de dietas y requerimientos energéticos de los animales y permite evaluar la dinámica del pastizal mediante su interrelación. Toda la información utilizada como base en el modelo para las predicciones, se agrupan en 2 grandes escenarios: Oferta Forrajera y Requerimientos Animales. Con esta información se realizan estimaciones de consumo mensual de forraje y balances mensuales de materia seca. Mediante pruebas sucesivas partiendo de valores medios de carga, el

modelo permite ajustar la carga del sistema con el fin de lograr un determinado nivel de residuo forrajero prefijado al final del período de pastoreo o en el caso de las invernadas, en el momento de salida del invierno.

### **2.2.1 Escenario Oferta Forrajera (Área Ecológica)**

En este escenario se establecen las características del pastizal en el cual se correrá el modelo de ajuste de carga. Está definido por 3 variables (componentes) con valores discriminados de forma mensual:

**Crecimiento (%):** Corresponde al incremento relativo de biomasa de las especies del intercoironal para las áreas ecológicas: PSA-MMN-EMS-EMH; mientras que corresponde al estrato herbáceo del: CA-EF. La tasa de crecimiento depende fuertemente de la temperatura y del agua disponible en el suelo (Colabelli *et al.*, 1989, Jobbágy y Sala, 2000). Estos factores varían sustancialmente entre las distintas áreas ecológicas, condicionando tanto el comienzo como la duración de la estación de crecimiento.

**Concentración energética:** Representa la capacidad del forraje para suministrar energía al animal. Relacionada al contenido de nutrientes, se la estima mediante la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DMS) (Ecuación 1).

$$\frac{\text{Mcal E.M.}}{\text{kg MS}} = 3,608 \times (\% \text{ Digestibilidad}) \quad (1)$$

**Dieta (%):** Corresponde al porcentaje de participación mensual del intercoironal (PSA-MMN-EMS-EMH) y especies del pastizal (CA-EF) en la composición botánica de las dietas y es una estimación indirecta del consumo que realizan los animales de esta clase de forraje. Las especies consideradas son las de mayor calidad (Wernli *et al.*, 1977; Somlo *et al.*, 1985) y las que permitirían mantener una adecuada performance animal debido a sus valores de digestibilidad (60%) y contenido de proteína (7%) (NRC, 1985).

### **2.2.2 Escenario Requerimientos Animales**

Este escenario establece la demanda energética de los animales (Mcal. EM\*·día<sup>-1</sup>) y la expresa en términos de Equivalente Ovino Patagónico (EOP). El requerimiento energético varía mensualmente en función del estado fisiológico, entre otras cosas. El modelo asume que los requerimientos animales son un estimador razonable del consumo de forraje. A pesar de ser conocidas, se omiten en esta versión las interacciones entre disponibilidad en el pastizal y tasa de consumo de los animales (Borrelli, 2001). En el presente modelo se contemplan los siguientes aspectos:

**Categoría y especie animal:** El escenario cuenta con información discriminada mensualmente para ovejas, borregas y borregos, capones, carneros, vacas, vaquillonas y toros.

**Tipo de esquila:** Las opciones que brinda el escenario comprenden esquila preparto o posparto. La elección de la primera modifica el mes donde se produce el pico de requerimientos energéticos mensuales lo que se traduce en una variación de la tasa de consumo por efecto del stress climático.

**Clase de animal:** Para ovejas madres, el modelo trabaja con un solo tamaño de animal (49-50 kilos al servicio). En el caso de las borregas, se propone un escenario de crecimiento “normal”, que corresponde a las curvas observadas en la EMS, (28 kg a los 200 días, 31 kg a la esquila), o una curva “ideal” (35 kg a los 200 días, 38 kg a la esquila). Los animales “ideales” representan entonces un requerimiento medio entre el 31,3 y 34,8% superior a los de un animal “normal”. Los valores se calculan tomando como referencia las tablas de requerimientos usadas en el modelo

**Servicio:** La elección del momento del servicio modifica el mes donde ocurre el pico de requerimiento de los animales. El escenario permite seleccionar los meses de abril, mayo y junio.

**Destete:** El escenario contempla 2 opciones: 100% de destete (o menos) y más de un 100%. La diferencia entre uno u otro tiene que ver con la tabla de requerimientos a ser utilizada por el modelo. En el primer caso, los coeficien-

tes mensuales utilizados corresponden al de la categoría oveja “única”. En el caso de utilizar un porcentaje de destete mayor al 100%, el modelo realiza una corrección en función del coeficiente de melliceras y el mes del servicio. Lo anterior modifica los requerimientos que van desde el parto hasta el destete. Los dos escenarios descriptos anteriormente y su interrelación son la base de los cálculos y estimaciones posteriores del resto de las variables incluidas en el modelo.

### **2.2.3 Disponibilidad Forrajera (DF)**

Esta variable corresponde a la disponibilidad de forraje del pastizal (kg MS\*ha<sup>-1</sup>) y es obtenido mediante una evaluación de pastizales tradicional realizada según el Método Santa Cruz. Es uno de los valores de referencia con el cual se estiman los residuos mensuales de forraje del ambiente al considerar el consumo animal y la senescencia. En términos del modelo, forma parte de la Producción Estimada de Forraje (**PEstF**).

### **2.2.4 Consumo de Forraje (CF)**

Representa la cantidad de forraje que consumen los animales (kg MS\*ha<sup>-1</sup>) proveniente de las distintas especies del pastizal presentes en la dieta. Para su estimación se utilizan los requerimientos energéticos mensuales de las distintas categorías animales (oveja, borrega/o, carnero, capón, entre otros) (Mcal EM\*día<sup>-1</sup>), la concentración energética del forraje (CE=Mcal EM\*kg MS<sup>-1</sup>), el % en dieta de los principales ítems forrajeros y la superficie del potrero considerado (has). La ecuación 2 permite estimar el consumo mensual de forraje de un determinado grupo de animales, expresado en kgMS\*ha<sup>-1</sup>\*mes<sup>-1</sup>:

$$\text{Consumo mensual por categoría por ha} = \frac{\text{n}^\circ \text{ cabezas mes} \times \text{Coef. categ} \times 2,79 \times (\% \text{dieta}) \times 30}{\text{Superficie cuadro} \times \text{CE}} \quad (2)$$

Donde:

*Coef.categ.*: Representa el requerimiento energético mensual de las distintas categorías incluidas en el modelo.

*CE*: Concentración energética promedio mensual de los principales ítems

presentes en dieta y es directamente proporcional a la digestibilidad de la materia seca (%DMS).

El consumo de forraje (CF) se utiliza de dos maneras: Ingresando el uso previo que tuvo el potrero (a partir de la encuesta de uso al productor), se puede estimar el consumo de materia seca previo (CMSP) que realizaron los animales antes de la evaluación de pastizales. Ingresando el número de cabezas que se pretende utilizar en el cuadro a futuro, el modelo estima el consumo MS esperado (CMSE) para ese grupo de animales.

### **2.2.5 Producción Estimada de Forraje (PEstF)**

Como se mencionó anteriormente este valor representa el forraje total (kg MS\*ha<sup>-1</sup>) que produjo el potrero hasta el momento del chequeo de pastizales. Para su cálculo se tiene en cuenta tanto la Disponibilidad Forrajera como el consumo de materia seca previo (CMSP) (Ecuación 3).

$$\text{PEstF} = \text{DF} + \text{CMSP} \quad (3)$$

### **2.2.6 Producción Esperada de Forraje (PEspF)**

Este es el valor final con el cual se realizan los cálculos de incrementos relativos mensuales para los distintos ambientes. En el modelo se calcula a partir de la PEstF utilizando un coeficiente de año climático como factor de ajuste (Ecuación 4). El concepto de año climático se refiere al tipo de año en comparación a un año promedio, tomando como referencia la cantidad de precipitaciones ocurridas durante toda la temporada anterior a la evaluación de pastizales. Un año que resultó ser más húmedo que el “promedio” puede presentar valores de productividad superiores a los que se esperarían en un año normal y la probabilidad de repetirse serían menores en relación a la media. Similarmente, chequeos de pastizales realizados durante un año seco probablemente subestimen la producción futura de forraje en un año normal. La producción esperada de forraje permite corregir datos obtenidos en años alejados de la media, tanto secos como llovedores y/o nevadores.

$$\text{PEspF} = \text{PEstF} / \text{Año climático} \quad (4)$$

Donde:

Año climático: Es un valor que surge del cociente entre la cantidad de precipitaciones del año en curso y la precipitación promedio del lugar. Dicho cociente será: 1=Año “normal”; Mayor a 1 =Año con precipitaciones por encima de la media; Menor a 1=Año con precipitaciones por debajo de la media.

El uso de este factor de corrección es recomendado para zonas con distribución de lluvias relativamente predecible. En zonas de distribución errática de precipitación, se recomienda usar el factor 1. El modelo utiliza este valor como input y genera la curva de producción forrajera para la temporada siguiente, teniendo en cuenta las curvas de incrementos relativos de biomasa para cada área ecológica (Escenario Oferta Forrajera), el mes de evaluación de pastizales (diciembre a julio), un porcentaje de desaparición anual de la biomasa evaluada (20-40%) que afecta negativamente los valores desde febrero a septiembre y el Consumo MS Esperado que realizarán los animales utilizados durante la temporada.

### 2.2.7 Consumo MS Esperado (CMSE)

Es el valor mensual estimado por el modelo derivado de la carga propuesta a utilizar en el potrero y se expresa en términos de consumo esperado en kg MS\*ha<sup>-1</sup>

### 2.2.8 Disponibilidad de MS Esperada (DMSE)

Es el valor mensual estimado por el modelo en kg MS\*ha<sup>-1</sup> derivado de todas las estimaciones previas. Para su cálculo se tiene en cuenta el CMSE, el incremento mensual de MS, la tasa de desaparición de MS, el mes de evaluación de pastizales y la DF.

## 2.3 Esquema del MAVC

En función de todo lo explicado anteriormente se presenta el esquema general del modelo (MAVC) descrito anteriormente y se indican las relaciones entre las distintas variables que lo componen mediante un diagrama de causas circulares (Figura 1).

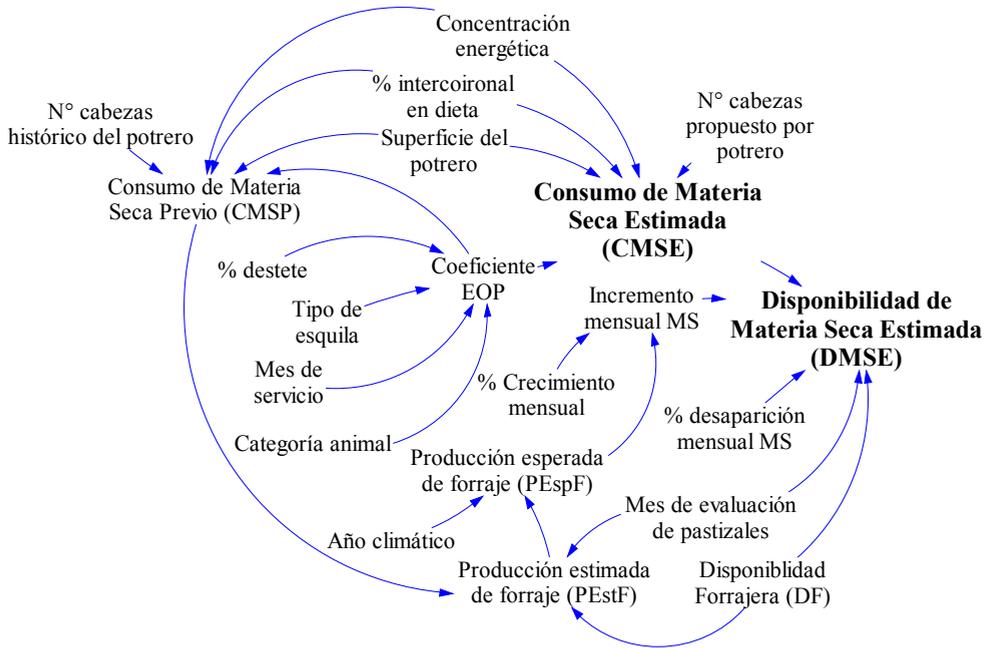


Figura 1: Diagrama de causa circular que describe las relaciones entre los distintos componentes del MAVC.

## 2.4 Curvas de biomasa acumulada y de incrementos relativos

Las curvas de biomasa acumulada y de incrementos relativos se obtuvieron mediante distintas metodologías según el área ecológica considerada:

### 2.4.1 Pastizal Subandino (PSA)

La curva de incrementos relativos se generó a partir del trabajo presentado por Defossé *et al.* (1990). La información allí presentada corresponde a mediciones mensuales y bimestrales realizadas durante un lapso de 2 años sobre biomasa verde (hojas fotosintéticamente activas) y seca (hojas completamente secas) en cuatro especies pertenecientes al estrato intercoironal: *Bromus setifolius*, *Hordeum comosum*, *Poa ligularis* y *Rytidosperma virescens*. A partir de esta información, se generaron las curvas promedio de crecimiento relativo de las cuatro especies y pérdidas del estrato intercoironal para la región ecológica Pastizal Subandino (PSA) tomando como referencia el pico de crecimiento.



Figura 2 (a y b): Vista general del área ecológica Pastizal Subandino.

### 2.4.2 Matorral de Mata Negra (MMN)

En esta área ecológica se instaló un ensayo en agosto de 2010 en Ea. KalkenAike ( $51^{\circ} 65' \text{ LS} - 70^{\circ} 30' \text{ LO}$ ) emplazado a 20 km del paraje La Esperanza y a 120 km al noroeste de Río Gallegos. Previo a la instalación del ensayo, se realizaron transectas al paso y se midió perímetro basal y altura media en plantas de *Poa spiciformis*. De esas mediciones, se estableció que el perímetro basal de las plantas de *Poa* medidas en Ea. KalkenAike varió entre 17 y 25 mm, con un valor medio de  $20 \pm 2,2$  mm. La altura media de lámina foliar osciló entre 10 y 15 mm, lo cual determinó realizar un corte de emparejamiento a 10 mm en todos aquellos individuos que fueran a ser clausurados, de manera tal que todas las plantas comiencen la estación de crecimiento en condiciones similares. Se seleccionaron 180 ejemplares de *Poa spiciformis*, a los que se les instalaron clausuras individuales de 10X10x30 cm (Figura 3 a y b).



Figura 3 (a y b): Clausuras individuales instaladas en Ea. Kalken Aike (MMN) y utilizadas para realizar los cortes mensuales de biomasa acumulada en individuos de *Poa spiciformis* para determinar la curva de incremento relativo.



Figura 4 (a y b): Vista general del área ecológica Matorral de Mata Negra.

En coincidencia con la temporada de crecimiento del estrato intercoironal, se realizaron cortes mensuales de biomasa ( $30 \pm 3$  días) de 20 individuos seleccionados al azar. En cada uno de ellos se registró perímetro y se cosechó su biomasa individualmente, dejando un remanente de 10 mm de lámina en cada corte. Todo el material cosechado en las clausuras fue secado en estufa a  $65^\circ\text{C}$  por 36 hs hasta peso constante, y posteriormente separado en los componentes verde y seco. Las fracciones se pesaron en balanza de precisión de 0,001g. El perímetro se utilizó como estimador de la superficie promedio ( $\text{cm}^2$ ) de los individuos de *Poa spiciformis* y la biomasa obtenida se expresó por unidad de superficie ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ). Esto último, permite independizar los valores obtenidos de los tamaños de cada una de las plantas cortadas. Los valores obtenidos se afectaron por la cobertura vegetal absoluta de *Poa spiciformis* para obtener la biomasa acumulada en  $\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

### 2.4.3 Estepa Magallánica Seca (EMS)

La estimación de la curva de crecimiento relativo de esta área ecológica se basó en los estudios realizados por Borrelli (1999), Clifton *et al.* (2006) y Ferrante (2011). En este último estudio se seleccionaron tres (3) unidades de manejo en el establecimiento Potrok Aike ubicado en el sur de la provincia de Santa Cruz ( $51^\circ 36' \text{LS} - 69^\circ 14' \text{LO}$ ). Dentro de cada unidad de manejo se muestreó en sitios clausurados al pastoreo desde 1999 (1 ha) ubicados en faldeos de terrazas: (uno con exposición sur y otro con exposición norte) y un sitio plano ubicado sobre una terraza glacifluvial. Antes del comienzo de la primavera, se procedió a marcar parches de intercoironal de  $30 \times 30$  cm ( $n=46$ ) en cada una de las clausuras. Durante 2 años (2005-2007) se realizaron cosechas mensuales de biomasa aérea sobre 6 parches de intercoironal utilizando un marco de  $0,05 \text{ m}^2$ . Todo el material cosechado en las clausuras fue secado en estufa a  $65^\circ\text{C}$  por 36 h hasta peso constante, posteriormente separado en verde y seco y finalmente pesado en balanza de precisión (0,01 g). El valor de biomasa medio obtenido para cada clausura fue corregido por la cobertura de intercoironal la cual osciló entre el 38 y 52%. La información obtenida fue complementada con datos presentados por Borrelli (1999) durante un ensayo de intensidad de pastoreo en Ea. MoyAike Chico.



Figura 5: (a y b): Vista general del área ecológica Estepa Magallánica Seca.

#### 2.4.4 Estepa Magallánica Húmeda (EMH)

La curva de crecimiento relativo fue generada a partir del estudio presentado por Anchorena *et al.* (2001). Los sitios de estudio correspondieron a coironales-matorrales, céspedes y vegas. Para este trabajo se utilizaron los valores informados para el primer tipo



Figura 6: (a y b): Vista general del área ecológica Estepa Magallánica Húmeda.

de vegetación, ya que representa el 67% de la superficie de un cuadro típico para esta área ecológica. Las estimaciones de productividad se hicieron mediante la utilización de jaulas móviles de 1m<sup>2</sup> (1x1m) y con marcos de 0,25m<sup>2</sup> (0,50x0,50 m). Las jaulas eran desplazadas estacionalmente y se realizaban cortes dentro y fuera de las mismas, en áreas pastoreadas. La productividad estacional se estimó por diferencia entre los cortes realizados durante una estación (ej: primavera) menos los valores de los cortes de la estación anterior (ej: invierno). La producción total del ambiente se obtuvo mediante un modelo de regresión entre los cortes a tijera en áreas sin pastoreo y una serie climática de 42 años.

#### 2.4.5 Complejo Andino (CA) y Ecotono Fueguino (EF)

Las curvas de crecimiento relativo fueron estimadas a partir de los estudios presentados por Peri *et al.* (2005) y Bahamonde *et al.* (2012). Los sitios de estudio fueron cinco bosques de ñire bajo uso silvopastoril ubicados en las provincias de Santa Cruz (3) y Tierra del Fuego (2). En la provincia de Santa Cruz (Complejo Andino, Figura 7 a y b) se seleccionaron los siguientes sitios: Sitio 1: Ea. Nibepo Aike (50° 33' LS - 72° 50' LO), Sitio 2: Ea. Tres Marías (51° 19' LS - 72° 10' LO), Sitio 3: Ea. Cancha Carrera (51° 13' LS - 72° 15' LO). En la provincia de Tierra del Fuego (Ecotono Fueguino, Figura 8 a y b): Sitio 4: Ea. Indiana (54° 21' LS - 67° 27' LO) y Sitio 5: Ea. Catalana (54° 10' LS - 67° 16' LO). El sitio 1 se desarrolla en una clase de sitio I (altura de los árboles dominantes > 12 m) (CS I), los sitios 4 y 5 corresponden a una clase de sitio II (altura de los árboles dominantes entre 10 y 12 m) (CS II), el sitio 3 se desarrolla en clase de sitio IV (altura de los árboles dominantes entre 6 y 8 m) (CS IV) y el sitio 2 corresponde a una clase de sitio V (altura de los árboles dominantes < 6 m) (CS V). Se seleccionaron además en cada sitio áreas adyacentes sin árboles que representan una situación sin limitación de luz (100 % de trasmisividad). En cada sitio de estudio se implementó un diseño factorial con las fechas de muestreo (10 niveles) y coberturas de copa (3 niveles) como factores principales. Para cuantificar la productividad (materia seca aérea) y la digestibilidad del pastizal se utilizaron jaulas de clausura de 1,5 x 1,2 x 0,6 m en todos los sitios de estudio. En cada sitio se instalaron 3 jaulas (repeticiones) por cada cobertura de copas en el bosque (bajo y entre copas) y 3 jaulas en un sector aledaño sin cobertura arbórea para evaluar la productividad del pastizal durante la temporada de crecimiento por dos años. Para estimar la productividad del pastizal se realizaron cortes mensuales durante 2 años utilizando cuadros de 0,1 m<sup>2</sup>. Para homogeneizar las mediciones, a principios de cada

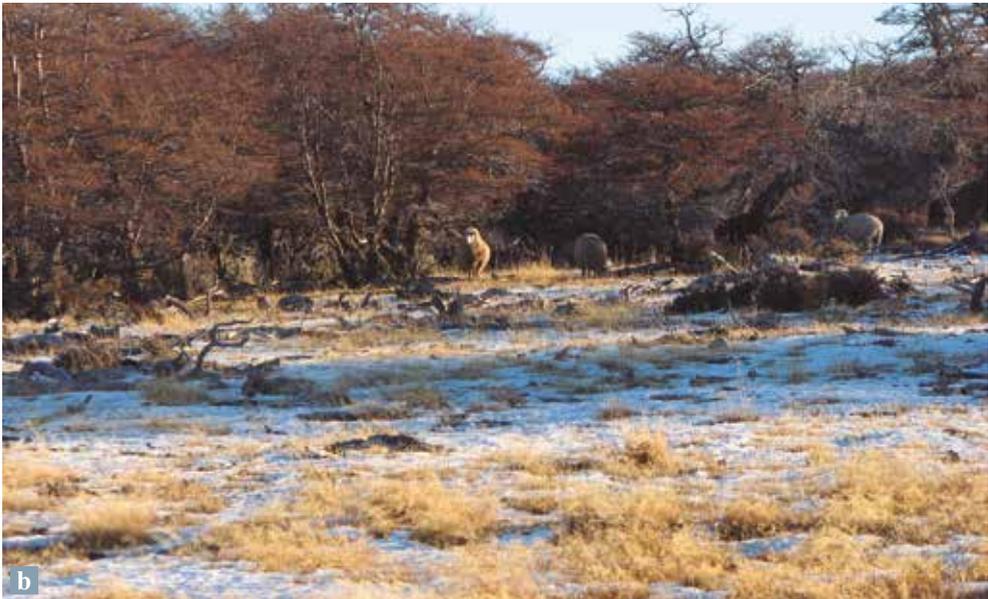


Figura 7 (a y b): Vista general del área ecológica Complejo Andino.

temporada de crecimiento se realizaron cortes de emparejamiento en cada clausura de medición a un remanente de 2 cm de altura. El material obtenido en cada corte fue secado en estufa a 65°C hasta peso constante y separado en: hojas verdes de gramíneas, espigas de gramíneas, leguminosas, otras latifoliadas y material senescente.



Figura 8 (a y b): Vista general del área ecológica Ecotono Fueguino.

## 2.5 Evolución intra anual de la calidad del pastizal natural

Se evaluó la evolución mensual de la calidad del intercoironal (PSA-MMN-EMS-EMH) y de las especies preferidas del pastizal (CA-EF). Para ello se determinó la digestibilidad de la materia seca (%DMS) y la evolución del material verde y seco.



Figura 9: Evolución del material verde y seco en individuos de *Poa spiciformis* en Ea. Kalken Aike durante: octubre (a), noviembre (b), enero (c), febrero (d) y marzo (e).

Para las áreas PSA, EMS, CA y EF se utilizó la información existente en trabajos previos (Somlo y Cohen, 1997; Clifton *et al.*, 2006; Bahamonde 2011; Peri *et al.*, 2012). Para las áreas restantes (MMN, CA y EF) se utilizó material proveniente de cosechas a campo de especies forrajeras representativas realizadas durante dos temporadas. Todo el material cosechado fue secado en estufa a 65°C durante 48 h y posteriormente separado en fracción verde y seca. Luego ambas fracciones fueron enviadas y analizadas en laboratorio para evaluar digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DMS). A partir de esta información se determinó la evolución intra-anual de la digestibilidad del estrato intercoironal y de las especies del pastizal.

## 2.6 Participación de intercoironal y especies del pastizal en dieta

Se realizó una revisión de la bibliografía existente a nivel de áreas ecológicas para caracterizar la composición botánica de la dieta de los ovinos. Como se mencionó en la descripción del modelo, esta variable forma parte del escenario Oferta Forrajera (ver punto 2.2.1) y se evalúa en términos del % de especies del intercoironal (PSA-MMN-EMS-EMH) y del pastizal (CA y EF). Toda la información referida a la composición botánica de dietas fue obtenida de los siguientes trabajos: PSA (Pelliza *et al.*, 1997), MMN (Cesa y Suárez, 2006, 2007; Suárez, 2007), EMS (Manero *et al.*, 2006), EMH (Posse *et al.*, 1996), CA (Ormaechea, 2012) y EF (Bonino y Pelliza, 1991). En todos los casos la cuantificación botánica de las dietas se realizó mediante microhistología (Sparks y Malechek, 1968). En EMS se recolectaron mensualmente (febrero 2002-julio 2004) muestras de heces directamente desde el recto de 10 animales (Manero *et al.*, 2006) mientras que en MMN y CA se recolectaron por estación entre 30 a 60 boñigas frescas. En cada una de las áreas, y para cada una de las fechas de muestreo, se conformó un pool de las muestras recolectadas y se secaron en estufa a 60°C durante un lapso de 72 horas. Las muestras fueron procesadas y analizadas en laboratorio. La identificación de los ítems alimentarios se realizó a nivel de género y/o especie según lo permitieron las características histológicas de los tejidos epidérmicos y no epidérmicos (Sparks y Malechek, 1968; Sepúlveda *et al.*, 2004). Se evaluó la frecuencia de los fragmentos en 100 campos al microscopio (20 campos oculares por slide x 5 slides). La cuantificación de los ítems se realizó según Holechek y Vavra (1981) obteniéndose porcentajes de frecuencia relativa de cada una de las especies vegetales consumidas por los herbívoros (Holechek y Gross, 1982).

## 2.7 Análisis de sensibilidad de variables clave del modelo

Se realizó un análisis de sensibilidad sobre algunas variables claves que lo conforman. La aproximación utilizada en este trabajo consistió en modificar un parámetro por vez asumiendo que el resto permanece sin alteración (Velez-Pareja 2013). De esta manera se compararon los resultados del modelo utilizando las variables ajustadas en el MAVC con los resultados obtenidos cuando se anula una variable (usando un valor fijo). Se cuantificó la magnitud de cambio en la respuesta del modelo en términos porcentuales, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:(Ecuación 5).

$$\% \text{ sensibilización} = \frac{V_{sen} - V_{aj}}{V_{aj}} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

Vsen: Es una variable modificada (sensibilizada)

Vaj: Es la misma variable (ajustada) que se utiliza en el modelo

Las variables seleccionadas para análisis de sensibilidad fueron:

### 2.7.1 Crecimiento relativo

Se evaluó la sensibilidad en la salida del modelo comparando los cálculos obtenidos incorporando las curvas de crecimiento generadas en este trabajo vs el cálculo tradicional de receptividad (asignación de forraje fija sin curva de crecimiento).

### 2.7.2 Concentración energética

Se evaluó la sensibilidad en la salida del modelo comparando los cálculos obtenidos utilizando valores mensuales de digestibilidad para cada una de las áreas ecológicas vs un valor constante a lo largo del año sugerido<sup>1</sup> por la TME.

---

<sup>1</sup> Se asume que la mínima asignación de forraje por área ecológica, alcanza para cubrir el requerimiento anual de 1 EOP= 2,79 Mcal EM/día

### 2.7.3 Dieta

A los fines del análisis se comparó la respuesta del modelo con los % en dieta establecidos en este trabajo vs un valor mensual constante de un 100%.

## 2.8 Validación independiente del modelo

La validación de un modelo tiene por objeto evaluar las predicciones que realiza y compararlas con observaciones hechas en la realidad. El criterio de validación utilizado para el presente modelo consistió en estimar el remanente de biomasa a la salida del invierno en una serie de casos reales, y compararlo con las predicciones realizadas por el modelo para las situaciones planteadas. Para ello se seleccionaron un total de 20 cuadros: 5 (MMN), 5 (EMS), 9 (EMH) y 1 (CA). Entre 2010 y 2012 se realizaron una serie de chequeos de pastizales durante el verano y a la salida del invierno (fines de agosto-principios de septiembre) en los distintos cuadros siguiendo lo propuesto por Peri *et al.* (2013). En todos ellos se contó además con la información del uso previo del cuadro (categorías, número de cabezas y período de uso) y uso actual del mismo. Se ingresó en el modelo como condiciones iniciales la DF estimada durante el chequeo de pastizales de verano, el mes de evaluación y la superficie de cada uno de los cuadros evaluados (ha) para estimar PEstF. Se ingresó además para cada caso la carga animal previa y actual del campo. Con toda esta información el MAVC calcula el residuo forrajero y/o la Disponibilidad de Materia Seca Estimada (DMSE) para cada uno de los meses. El criterio utilizado para la validación consistió entonces en comparar los valores de biomasa obtenidos durante los chequeos realizados a la salida del invierno y contrastarlos con los valores pronosticados por el MAVC para la misma fecha.

## 2.9 Comparación de carga animal estimada mediante el Modelo Asignación Variable de Carga (MAVC) y la Asignación Fija de Forraje (AFF)

Como se mencionó anteriormente, el criterio de asignación se debe basar en los objetivos de manejo del productor pero siempre procurando mantener un balance entre la producción ganadera del sistema (establecimiento) y la

productividad del pastizal. El criterio de asignación propuesto para el presente modelo consiste en utilizar una carga tal que permita obtener un determinado residuo forrajero a la salida del invierno. El umbral recomendado estará en función de la productividad del área ecológica considerada, pero se propone que dentro de lo posible, no sea nunca inferior al valor de referencia de 100 kg MS\*ha<sup>-1</sup>, valor que limita la producción individual de los animales. Para realizar los cálculos, se ingresa en el MAVC la disponibilidad forrajera evaluada durante el chequeo de pastizales, el cual es el valor inicial que sirve de input para calcular PEstF y evaluar el residuo forrajero en un momento determinado. Para lograr el ajuste de carga es necesario realizar una serie de pruebas sucesivas, partiendo de valores medios de carga de tal manera que el modelo pronostique distintos niveles de residuos forrajeros, hasta alcanzar el valor prefijado con anterioridad al final del período de pastoreo o en el caso de las invernadas, en el momento de salida del invierno. El umbral de salida propuesto varía en función del área ecológica pero se propone que en las áreas de menor productividad (PSA-MMN-EMS) se utilice un residuo de al menos 100 kg MS\*ha<sup>-1</sup>, en EMH 200 kg MS\*ha<sup>-1</sup> y en las más productivas (CA-EF) el umbral sea de al menos 300 kg MS\*ha<sup>-1</sup>. Con este criterio se evaluaron las cargas estimadas para las distintas áreas ecológicas según la aplicación del MAVC teniendo presente los distintos umbrales y dos tipos de uso: continuo e invernal (mayo-agosto). Para ello, se simularon distintas condiciones iniciales relacionadas a la disponibilidad de forraje evaluada durante el verano. Los valores utilizados fueron diferentes entre áreas ecológicas y los rangos se establecieron en función de evaluaciones de pastizales previas, siendo de 100-200-300 (PSA-MMN-EMS) y 500-1000-1500 (EMH-CA-EF) kg MS\*ha<sup>-1</sup>. Se realizaron todas las comparaciones entre áreas teniendo como referencia un cuadro modal de 2500 ha y en el caso de AFF los cálculos se realizaron con una asignación de 500 kg MS\*EO<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>. Por otro lado, se debe remarcar que existen campos con disponibilidades inferiores a los 100 kg MS\*ha<sup>-1</sup>. En estos casos se recomienda utilizar una carga animal que deje un residuo forrajero a la salida del invierno de al menos un 50% del pico de acumulación del otoño, siempre procurando que la biomasa no sea inferior a los 60-70 kg pero siempre logrando el equilibrio de biomasa hacia el final del año. En campos con disponibilidades mayores a los 100 kg el residuo a la salida del invierno no debiera

ser inferior a este valor, incluyendo el crecimiento otoñal, indistintamente de lo que ocurra con la biomasa final. En campos con disponibilidades por encima de los 500 kg MS\*ha<sup>-1</sup> (ej: EF) se propone que el residuo a la salida del invierno no sea inferior a los 300 kg MS\*ha<sup>-1</sup> y siempre manteniendo el equilibrio de biomasa hacia el final del año.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Biomasa acumulada mensual

La biomasa acumulada mensual difirió entre áreas ecológicas (Figura 10) y la producción está asociada con el nivel de precipitaciones que recibe cada área. En este sentido, las áreas más productivas fueron EMH, CA y EF con  $633 \pm s/d$  (diciembre);  $650 \pm 76$  (diciembre) y  $2200 \pm 528$  (marzo)  $\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ , respectivamente, en coincidencia con mayores niveles de precipitación media que puede oscilar entre los 400 y 700  $\text{mm} \cdot \text{año}^{-1}$  (Soto y Vázquez, 2004). En las áreas restantes la precipitación media anual es inferior a los 250 mm anuales, lo cual explicaría la menor cantidad de biomasa acumulada. El PSA y la EMS alcanzaron valores similares entre sí de  $228 \pm 128$  y  $246 \pm 59$   $\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$  durante diciembre y mayo, respectivamente. El Matorral de Mata Negra fue el área que menos forraje acumuló (mayo:  $105 \pm 73$   $\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Existieron diferencias importantes en la dinámica mensual de acumulación dentro de cada área. En todas ellas la mínima oferta forrajera ocurrió durante el invierno. En MMN, EMH, CA y EF se observó un incremento progresivo de la biomasa hasta alcanzar un pico máximo y una posterior disminución. En cambio en PSA y EMS se detectó una notoria caída del forraje acumulado durante el verano, lo que generó curvas de acumulación del tipo bimodal con un pico que ocurre hacia fines de primavera ( $235$   $\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) y otro durante el otoño ( $225$   $\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Este comportamiento pone en evidencia la restricción al crecimiento que tienen las plantas durante el verano debido al fuerte estrés hídrico a la cual están sometidas durante este período. Por último, los porcentajes de pérdida de materia seca entre el momento de máxima y mínima acumulación variaron fuertemente, con valores del  $93 > 87 > 80 > 72 > 57 > 53\%$  para  $\text{EF} > \text{CA} > \text{EMS} > \text{EMH} > \text{PSA} > \text{MMN}$  respectivamente. Esto indica que, en líneas generales, las áreas más productivas fueron las que presentaron las mayores diferencias de forraje acumulado entre períodos lo que se traduce en una importante pérdida de biomasa una vez que se alcanza el pico de acumulación. Esta situación refleja una combinación de factores ambientales (luz, temperatura y agua, entre otros) que, por un lado

promueven un rápido crecimiento y acumulación de material fotosintéticamente activa pero que con el transcurso del año no permiten sostener las estructuras generadas, debido a condiciones de estrés hídrico, bajas temperaturas y luminosidad, lo que provoca una rápida pérdida de material verde con mayor contenido celular y un posterior aumento de las tasas de senescencia y desaparición de biomasa.

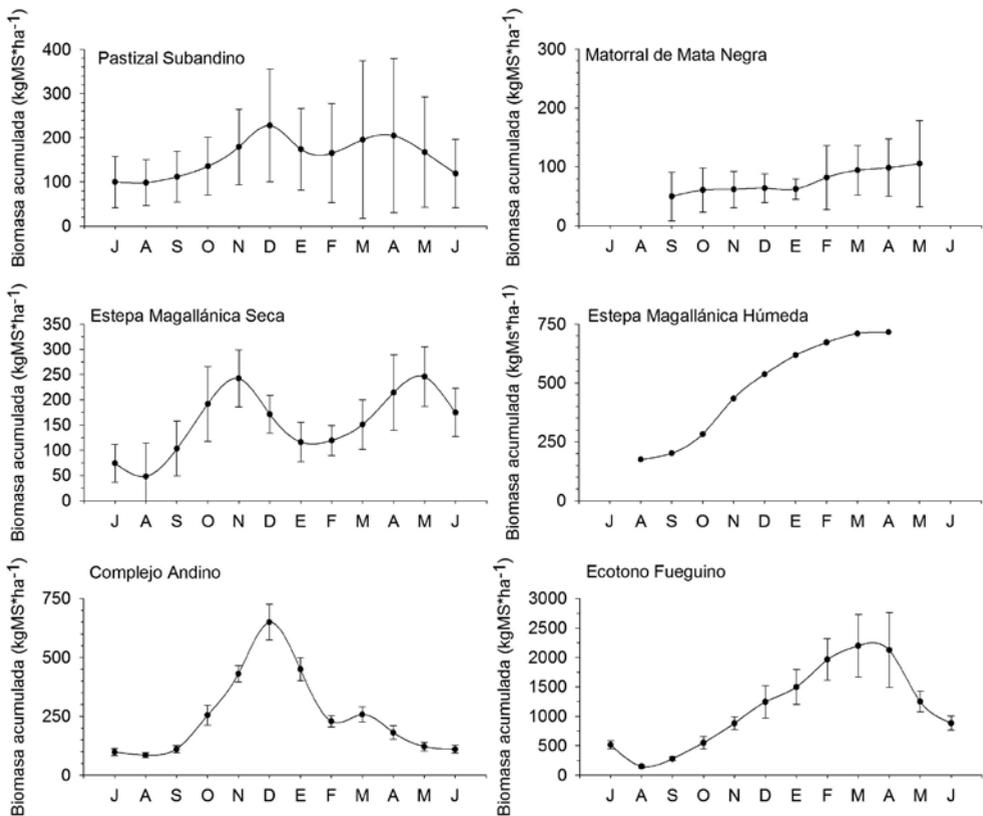


Figura 10: Curvas de biomasa acumulada total (kg MS\*ha<sup>-1</sup>) del intercoironal (PSA-MMN-EMS-EMH) y pastizal (CA-EF). Las barras indican el desvío estándar de la media.

### 3.2 Curvas de incrementos relativos

Las curvas de incrementos relativos difirieron entre áreas ecológicas (Figura 11). El crecimiento comienza en todas las áreas a partir de septiembre con valores que oscilan entre el 4% y 31% del total de la temporada, lo cual refleja un fuerte control por parte de la temperatura que condiciona el inicio de la misma y es uno de los principales factores ambientales que regula el crecimiento (Chapman y Lemaire, 1993). Además la temperatura media de cada mes condiciona los valores de incrementos relativos lo cual se ve reflejado en los valores registrados durante el último tercio del año y que oscilan entre el 51%

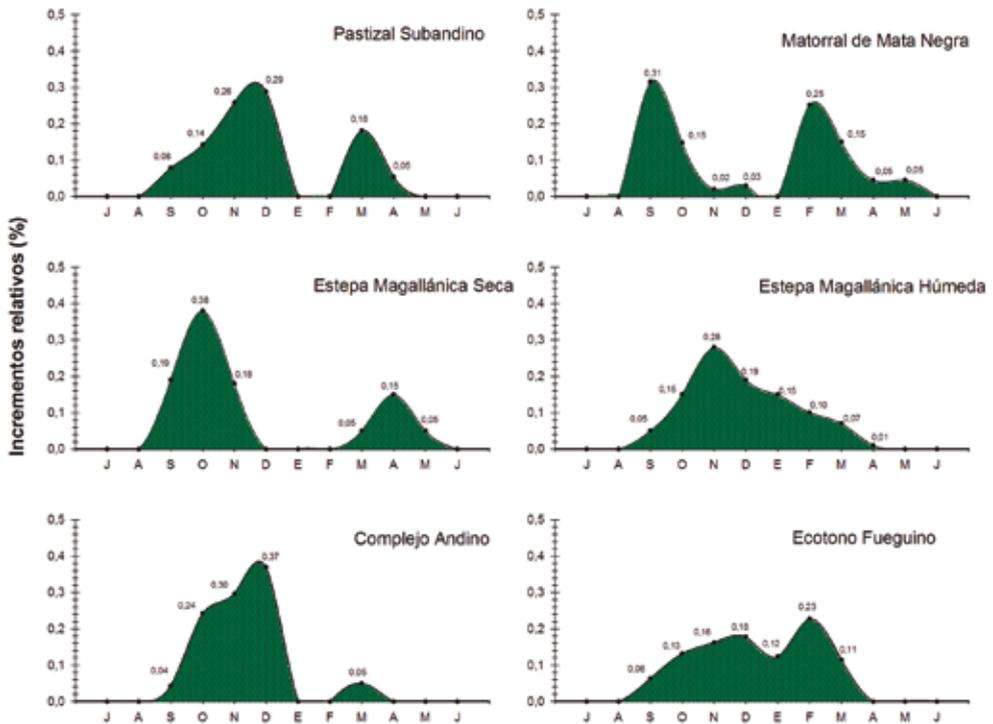


Figura 11: Curvas de incrementos relativos mensuales de biomasa del intercoironal (PS-MMN-EMS-EMH) y pastizal (CA-EF).

(MMN) y el 95% (CA). Se observó como patrón general la ausencia total de crecimiento durante enero, a excepción de EMH y EF donde sí existe aunque con una caída notoria en la tasa de incremento relativo. Como se mencionó anteriormente, esto refleja el fuerte estrés hídrico a la que se encuentra sometida la vegetación durante este período. En el caso de la curva de incremento relativo de MMN se debe tener presente que se generó a partir de la evaluación de *Poa spiciformis* y no fueron consideradas otras especies del intercoironal que podrían exhibir una dinámica distinta en el ambiente, tales como *Carex sp.* y *Hordeum sp.* que son de crecimiento más tardío y concentrado hacia los meses de noviembre y diciembre.

### 3.3 Relación verde-seco

Los porcentajes de la fracción verde variaron entre áreas ecológicas y entre meses para una misma área (Figura 12). Como puede observarse es muy marcada la diferencia entre la proporción de verde y seco entre áreas. Principalmente se nota en la EMS donde la fracción verde apenas superó el 30% durante abril. En todas las áreas la tendencia general fue de exhibir los máximos porcentajes de material verde durante los primeros meses de la estación de crecimiento (Septiembre-Noviembre) con valores promedios anuales muy variables que oscilaron entre el 25:75 V/S (EMS) y 82:18 V/S (CA). Las áreas de CA y EF exhibieron un patrón de variación de la fracción verde dinámica similar entre sí con una caída continua de este parámetro desde septiembre (92,9 y 90,5%) hasta fines de invierno (39,5 y 45,0%) para cada una de las áreas, respectivamente. Esta variación representa una disminución media del material verde cercana al 50%, la cual podría atribuirse a la gran acumulación de MS en estas dos áreas (ver Figura 10) en combinación con situaciones ambientales restrictivas de disponibilidad de agua y temperatura. Por esta razón se favorecería una rápida pérdida de material fotosintéticamente activo, lo que resulta en una incapacidad de sostenimiento de las estructuras generadas durante los picos de crecimiento de primavera. Por último, EMH presentó un comportamiento distinto al resto de las áreas ya que la fracción verde se incrementó desde el invierno (27,6%) hasta alcanzar un máximo durante febrero (60,0%).

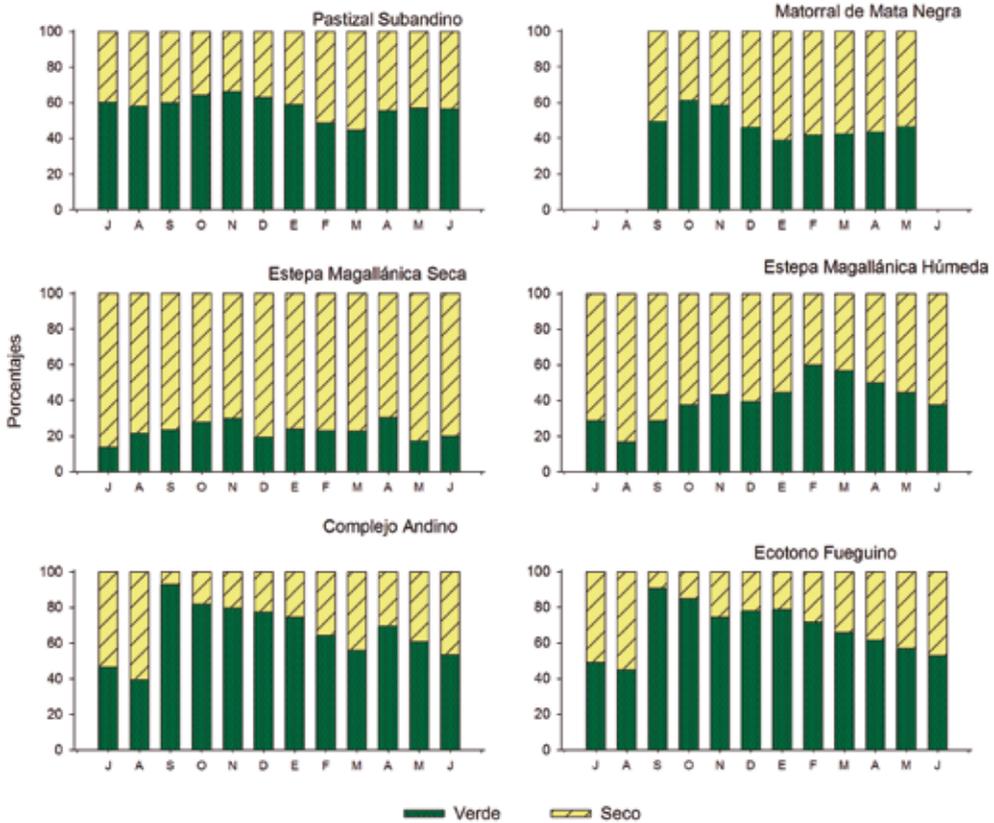


Figura 12: Relación verde y seco mensuales de intercoironal (PS-MMN-EMS-EMH) y pastizal (CA-EF).

### 3.4 Evolución intra anual de la digestibilidad del intercoironal y pastizal natural

La digestibilidad promedio anual de toda la fracción (verde + seca) resultó ser similar entre las áreas ecológicas, siendo inferior al 60% con valores medios que oscilaron entre 53,7% (EMS) y 59,7% (EF) (Tabla 1). Estos valores se encuentran dentro de los rangos informados por otros autores para las especies consideradas en Patagonia (Wernli et al., 1977; Somlo et al., 1985; Somlo y Cohen, 1997, Cesa et al., 2011). En todos los casos los menores valores promedios por estación se obtu-

vieron durante el invierno (entre 47,6 y 56,7% para CA y EF, respectivamente), en coincidencia con una mayor acumulación de MS. Por otro lado los máximos valores de calidad se obtuvieron en EF y CA durante la primavera, con una media de 63,8 y 67,7%, respectivamente. El área que presenta la mayor variabilidad es el CA con una diferencia de 17,8% entre los valores extremos mientras que en MMN los valores permanecen relativamente constantes y su variabilidad intra anual es de sólo 3,2%.

Tabla 1: Valores medios mensuales de digestibilidad de la materia seca (DMS %) del intercoironal (PSA-MMN-EMS-EMH) y especies forrajeras del pastizal (CA-EF).

|            | PSA  | MMN  | EMS  | EMH  | CA   | EF   |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| Enero      | 59,4 | 58,0 | 59,7 | 59,3 | 55,6 | 56,8 |
| Febrero    | 59,4 | 59,6 | 57,0 | 59,3 | 50,0 | 57,2 |
| Marzo      | 61,7 | 57,6 | 56,9 | 52,7 | 53,7 | 55,6 |
| Abril      | 62,2 | 59,3 | 53,1 | 62,4 | 57,2 | 59,1 |
| Mayo       | 62,2 | 58,1 | 50,6 | 57,4 | 52,9 | 55,5 |
| Junio      | 57,2 | 57,6 | 49,7 | 49,9 | 47,6 | 56,7 |
| Julio      | 57,2 | 57,6 | 47,3 | 53,6 | 47,6 | 56,7 |
| Agosto     | 57,2 | 57,6 | 51,2 | 57,4 | 47,6 | 56,7 |
| Septiembre | 59,6 | 58,9 | 53,9 | 55,4 | 61,8 | 67,3 |
| Octubre    | 59,6 | 60,0 | 51,8 | 59,6 | 64,2 | 68,6 |
| Noviembre  | 59,6 | 60,8 | 54,0 | 59,6 | 65,4 | 67,1 |
| Diciembre  | 59,4 | 60,4 | 59,2 | 63,7 | 60,0 | 58,6 |

### 3.5 Participación de intercoironal y especies del pastizal en dieta

Los porcentajes de participación en dieta del intercoironal y especies consumidas del pastizal fueron variables entre las distintas áreas ecológicas (Tabla 2). El valor medio anual de participación osciló entre el 66 (EMS) y el 82% (EF). Los valores medios máximos se alcanzaron durante la primavera (PSA:77; MMN:77; EMH:78; CA:73; EF:85%) y el verano (EMS:73%) y en líneas generales estos porcentajes disminuyeron progresivamente hasta la participación mínima durante el invierno, a excepción de EF en donde se obtuvo un valor similar al de primavera (83%). Esta última área junto con MMN y CA son las que exhiben la menor variabilidad intra anual con una diferencia menor a los 10 puntos entre los períodos de mayor y menor

participación de forraje en dieta. En cambio, PSA, EMS y EMH fueron áreas con mayor variabilidad con diferencias de 11, 14 y 27 puntos entre los momentos de máxima y mínima participación.

Tabla 2: Participación relativa del intercoironal (PSA-MMN-EMS-EMH) y especies forrajeras del pastizal (CA-EF) en las dietas de ovinos.

|            | PSA  | MMN  | EMS  | EMH  | CA   | EF   |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| Enero      | 0,71 | 0,73 | 0,77 | 0,72 | 0,75 | 0,80 |
| Febrero    | 0,72 | 0,74 | 0,69 | 0,70 | 0,68 | 0,78 |
| Marzo      | 0,74 | 0,74 | 0,72 | 0,85 | 0,61 | 0,76 |
| Abril      | 0,71 | 0,73 | 0,60 | 0,70 | 0,72 | 0,79 |
| Mayo       | 0,72 | 0,73 | 0,61 | 0,70 | 0,75 | 0,79 |
| Junio      | 0,71 | 0,71 | 0,65 | 0,75 | 0,73 | 0,83 |
| Julio      | 0,70 | 0,71 | 0,61 | 0,71 | 0,69 | 0,83 |
| Agosto     | 0,70 | 0,71 | 0,63 | 0,72 | 0,69 | 0,83 |
| Septiembre | 0,81 | 0,80 | 0,60 | 0,80 | 0,71 | 0,85 |
| Octubre    | 0,74 | 0,76 | 0,59 | 0,68 | 0,73 | 0,85 |
| Noviembre  | 0,75 | 0,74 | 0,69 | 0,69 | 0,73 | 0,85 |
| Diciembre  | 0,73 | 0,72 | 0,73 | 0,98 | 0,74 | 0,82 |

### 3.6 Análisis de sensibilidad del modelo

A fines prácticos se evaluó un escenario hipotético que representa un cuadro de un establecimiento ganadero dentro de cada área ecológica. Las condiciones iniciales bajo las cuales se realizó el análisis fueron las siguientes:

**Disponibilidad Inicial:** 100 kg MS\*ha<sup>-1</sup>

**Superficie de cuadro:** 2500 ha

**Momento de evaluación:** Enero

**Carga animal:** 500 ovejas año redondo

Con esta información se realizaron las corridas correspondientes y se obtuvieron los valores resultantes del análisis de sensibilidad para las siguientes variables.

### 3.6.1 Crecimiento relativo

La Tabla 3 muestra el resultado del análisis de sensibilidad en la acumulación mensual de biomasa ( $\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Los valores obtenidos indican una sensibilidad promedio entre las seis áreas ecológicas del 34,2%. El área más sensible a esta variable fue MMN con una media anual de 53,2%, en cambio CA fue la menos sensible con un valor medio anual del 18,3%. El signo negativo en el porcentaje indica que en la estimación de la disponibilidad de forraje, el no uso de las curvas relativas implica una subestimación de aquella. Bajo este análisis, la diferencia en la respuesta del modelo entre Vaj y Vsen resulta máxima durante el mes de diciembre, con un promedio del 80,2% entre las 6 áreas, y siendo las áreas más sensibles (de mayor a menor):  $\text{MMN}>\text{PSA}>\text{EMH}>\text{EF}>\text{EMS}>\text{CA}$ .

Tabla 3: Análisis de sensibilidad: Respuesta de la disponibilidad forrajera (expresado como porcentaje) a la inclusión de la curva de incrementos relativos para cada una de las áreas ecológicas (Vaj) comparado con la no consideración (Vsen). Los valores en las columnas Vaj y Vsen se encuentran expresados en  $\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$

|         | PSA   |       |       | MMN   |       |        | EMS   |       |       | EMH   |       |       | EF    |       |       | CA    |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Vaj   | Vsen  | %     | Vaj   | Vsen  | %      | Vaj   | Vsen  | %     | Vaj   | Vsen  | %     | Vaj   | Vsen  | %     | Vaj   | Vsen  | %     |
| Enero   | 100,0 | 100,0 | 0,0   | 100,0 | 100,0 | 0,0    | 100,0 | 100,0 | 0,0   | 500,0 | 500,0 | 0,0   | 500,0 | 500,0 | 0,0   | 500,0 | 500,0 | 0,0   |
| Febrero | 94,3  | 94,3  | 0,0   | 126,5 | 92,1  | -27,2  | 95,4  | 95,4  | 0,0   | 514,2 | 462,6 | -10,0 | 580,3 | 463,2 | -20,2 | 466,2 | 466,2 | 0,0   |
| Marzo   | 114,4 | 88,9  | -22,3 | 138,6 | 84,3  | -39,2  | 97,8  | 91,0  | -6,9  | 508,2 | 423,1 | -16,8 | 598,9 | 428,3 | -28,5 | 460,7 | 435,7 | -5,4  |
| Abril   | 116,2 | 83,9  | -27,8 | 136,3 | 77,2  | -43,4  | 114,0 | 87,0  | -23,7 | 476,9 | 390,9 | -18,0 | 557,7 | 395,7 | -29,1 | 430,2 | 406,4 | -5,5  |
| Mayo    | 110,4 | 78,9  | -28,5 | 133,6 | 75,9  | -43,2  | 116,1 | 83,0  | -28,5 | 441,8 | 360,1 | -18,5 | 518,8 | 364,9 | -29,7 | 400,7 | 378,0 | -5,6  |
| Junio   | 104,9 | 74,2  | -29,3 | 125,6 | 69,4  | -44,8  | 111,3 | 79,0  | -29,0 | 406,1 | 328,4 | -19,1 | 481,5 | 335,2 | -30,4 | 372,0 | 350,5 | -5,8  |
| Julio   | 99,6  | 69,6  | -30,1 | 117,9 | 63,1  | -46,5  | 106,8 | 75,3  | -29,5 | 374,0 | 300,2 | -19,7 | 446,2 | 307,3 | -31,1 | 345,4 | 325,0 | -5,9  |
| Agos.   | 93,4  | 64,2  | -31,2 | 108,7 | 55,3  | -49,2  | 101,7 | 71,0  | -30,2 | 340,1 | 270,0 | -20,6 | 408,7 | 276,7 | -32,3 | 317,3 | 297,9 | -6,1  |
| Sept.   | 93,6  | 54,3  | -42,0 | 134,9 | 40,1  | -70,3  | 120,5 | 64,8  | -46,2 | 313,5 | 221,1 | -29,5 | 394,4 | 236,6 | -40,0 | 305,9 | 265,5 | -13,2 |
| Oct.    | 104,9 | 45,5  | -56,6 | 141,1 | 25,0  | -82,3  | 168,2 | 59,6  | -64,6 | 361,6 | 187,7 | -48,1 | 436,0 | 206,4 | -52,7 | 416,0 | 244,9 | -41,1 |
| Nov.    | 133,1 | 37,1  | -72,1 | 130,3 | 11,4  | -91,3  | 187,7 | 54,0  | -71,2 | 481,7 | 155,7 | -67,7 | 494,3 | 176,8 | -64,2 | 556,7 | 226,3 | -59,3 |
| Dic.    | 166,2 | 29,3  | -82,4 | 121,9 | -1,3  | -101,0 | 182,6 | 48,9  | -73,2 | 544,8 | 115,6 | -78,8 | 559,4 | 145,2 | -74,0 | 735,8 | 206,9 | -71,9 |

### 3.6.2 Concentración energética

En la Tabla 4 se presentan el análisis de sensibilidad del modelo relacionado a la variable Concentración Energética (CE). El signo negativo en el porcentaje indica que en la estimación del consumo la no inclusión de la calidad de las especies, implica una subestimación de aquel. En la mayoría de las áreas los niveles de sensibilidad fueron similares, con una media anual para cada área del 30% o menor y un valor medio general entre las 6 áreas inferior al 26%. El CA fue el área de mayor variabilidad intra anual, con una diferencia media entre los meses de máxima y mínima sensibilidad de 25,1 puntos; en cambio el PSA junto con MMN resultaron ser más constantes, ya que los valores promedios estimados fueron de 5,2 puntos. En todos los casos la máxima sensibilidad por estación ocurre durante el invierno con valores de sensibilidad que oscilan entre 25,4 (MMN) y 39,1% (CA) diferencia que tiende a minimizarse hacia el último tercio del año.

Tabla 4: Análisis de sensibilidad: Respuesta del consumo (expresado como porcentaje) a la inclusión de la calidad de especies del intercoironal y del estrato herbáceo para cada una de las áreas ecológicas (Vaj) comparado con la consideración de un valor constante (Vsen). Los valores en las columnas Vaj y Vsen se encuentran expresados en kg MS\*ha<sup>-1</sup>

|        | PSA |      |       | MMN  |      |       | EMS |      |       | EMH  |      |       | EF   |      |       | CA   |      |       |
|--------|-----|------|-------|------|------|-------|-----|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|
|        | Vaj | Vsen | %     | Vaj  | Vsen | %     | Vaj | Vsen | %     | Vaj  | Vsen | %     | Vaj  | Vsen | %     | Vaj  | Vsen | %     |
| Enero  | 3,4 | 2,6  | -23,3 | 6,1  | 4,6  | -25,1 | 2,4 | 1,9  | -22,9 | 14,4 | 11,1 | -23,3 | 14,4 | 10,3 | -28,3 | 9,9  | 7,1  | -28,3 |
| Febr.  | 3,3 | 2,5  | -23,3 | 5,6  | 4,3  | -22,9 | 2,1 | 1,6  | -26,2 | 13,0 | 10,0 | -23,3 | 12,4 | 9,4  | -24,7 | 9,2  | 6,0  | -35,5 |
| Marzo  | 3,1 | 2,5  | -20,1 | 5,6  | 4,2  | -25,4 | 2,1 | 1,6  | -26,5 | 17,3 | 11,8 | -31,9 | 12,3 | 8,8  | -28,3 | 7,6  | 5,2  | -31,9 |
| Abril  | 2,9 | 2,3  | -19,4 | 5,2  | 4,0  | -23,3 | 1,8 | 1,3  | -28,3 | 11,6 | 9,4  | -19,4 | 11,8 | 8,9  | -24,7 | 7,9  | 5,9  | -24,7 |
| Mayo   | 3,0 | 2,2  | -25,8 | 5,0  | 3,7  | -24,7 | 1,8 | 1,2  | -34,4 | 11,9 | 8,8  | -25,8 | 11,6 | 8,3  | -28,3 | 8,5  | 5,8  | -31,9 |
| Junio  | 2,9 | 2,1  | -25,8 | 4,8  | 3,6  | -25,4 | 2,0 | 1,3  | -35,8 | 14,4 | 9,3  | -35,5 | 12,0 | 8,6  | -28,3 | 9,1  | 5,5  | -39,1 |
| Julio  | 2,8 | 2,1  | -25,8 | 4,7  | 3,5  | -25,4 | 1,8 | 1,2  | -34,8 | 12,4 | 8,6  | -30,6 | 11,8 | 8,4  | -28,3 | 8,4  | 5,1  | -39,1 |
| Agosto | 3,8 | 2,8  | -25,8 | 6,4  | 4,7  | -25,4 | 2,5 | 1,6  | -33,7 | 16,0 | 11,8 | -25,8 | 16,0 | 11,5 | -28,3 | 11,4 | 7,0  | -39,1 |
| Sept.  | 8,5 | 6,6  | -22,9 | 14,2 | 10,9 | -23,7 | 4,5 | 3,2  | -30,5 | 37,3 | 26,7 | -28,3 | 27,7 | 23,8 | -14,0 | 18,4 | 14,5 | -21,1 |
| Oct.   | 8,8 | 6,8  | -22,9 | 15,0 | 11,7 | -22,2 | 5,3 | 3,5  | -33,0 | 33,4 | 25,8 | -22,9 | 30,2 | 27,0 | -10,4 | 20,6 | 17,0 | -17,6 |
| Nov.   | 8,4 | 6,5  | -22,9 | 13,7 | 10,7 | -21,5 | 5,6 | 3,9  | -30,1 | 32,0 | 24,6 | -22,9 | 29,6 | 25,5 | -14,0 | 18,6 | 16,0 | -14,0 |
| Dic.   | 7,8 | 6,0  | -23,3 | 12,6 | 9,9  | -21,9 | 5,1 | 3,9  | -23,3 | 40,1 | 33,1 | -17,6 | 31,6 | 23,8 | -24,7 | 19,4 | 15,3 | -21,1 |

### 3.6.3 Dieta

El comportamiento de esta variable fue inverso al de CE, en función del sentido de la respuesta y en promedio resultó ser el parámetro más sensible de los tres analizados tanto dentro de las áreas como entre ellas (Tabla 5). Los resultados indican que, la no consideración de la curva de % de participación en dieta implica un incremento en las estimaciones de consumo de al menos un 22%. Así, para EMS (área más sensible) se obtuvo una media anual de 53,2%, con valores máximos y mínimos de 66,7 y 29,9%, respectivamente. En cambio, EF fue el área menos sensible a esta variable, con valores inferiores al 32% durante todo el año. Las áreas restantes exhibieron comportamientos intermedios y, con valores medios de 37,5% (PSA), 36,2% (MMN), 34,8% (EF) y 41,1% (CA). En cuanto a los mínimos valores de sensibilidad, no se detectó un patrón claro aunque la tendencia de esta variable es ser menos sensible durante la primavera.

Tabla 5: Análisis de sensibilidad: Respuesta del consumo (expresado como porcentaje) a la inclusión de los % en dieta de las especies del intercoironal y del estrato herbáceo para cada una de las áreas ecológicas (Vaj) comparado con la consideración de un valor constante (Vsen). Los valores en las columnas Vaj y Vsen se encuentran expresados en kg MS\*ha<sup>-1</sup>.

|        | PSA |      |      | MMN  |      |      | EMS |      |      | EMH  |      |      | EF   |      |      | CA   |      |      |
|--------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|        | Vaj | Vsen | %    | Vaj  | Vsen | %    | Vaj | Vsen | %    | Vaj  | Vsen | %    | Vaj  | Vsen | %    | Vaj  | Vsen | %    |
| Enero  | 3,4 | 4,9  | 40,8 | 6,1  | 8,3  | 37,0 | 2,4 | 3,1  | 29,9 | 14,4 | 20,0 | 38,9 | 14,4 | 18,0 | 25,0 | 9,9  | 13,1 | 33,3 |
| Febr.  | 3,3 | 4,5  | 38,9 | 5,6  | 7,5  | 35,1 | 2,1 | 3,1  | 44,9 | 13,0 | 18,6 | 42,9 | 12,4 | 15,9 | 28,2 | 9,2  | 13,6 | 47,1 |
| Marzo  | 3,1 | 4,2  | 35,1 | 5,6  | 7,5  | 35,1 | 2,1 | 3,0  | 38,9 | 17,3 | 20,3 | 17,6 | 12,3 | 16,2 | 31,6 | 7,6  | 12,5 | 63,9 |
| Abril  | 2,9 | 4,0  | 40,8 | 5,2  | 7,1  | 37,0 | 1,8 | 2,9  | 66,7 | 11,6 | 16,6 | 42,9 | 11,8 | 14,9 | 26,6 | 7,9  | 10,9 | 38,9 |
| Mayo   | 3,0 | 4,1  | 38,9 | 5,0  | 6,8  | 37,0 | 1,8 | 3,0  | 63,9 | 11,9 | 17,0 | 42,9 | 11,6 | 14,7 | 26,6 | 8,5  | 11,3 | 33,3 |
| Junio  | 2,9 | 4,0  | 40,8 | 4,8  | 6,7  | 40,8 | 2,0 | 3,0  | 53,8 | 14,4 | 19,1 | 33,3 | 12,0 | 14,5 | 20,5 | 9,1  | 12,4 | 37,0 |
| Julio  | 2,8 | 4,0  | 42,9 | 4,7  | 6,6  | 40,8 | 1,8 | 2,9  | 63,9 | 12,4 | 17,5 | 40,8 | 11,8 | 14,2 | 20,5 | 8,4  | 12,2 | 44,9 |
| Agosto | 3,8 | 5,4  | 42,9 | 6,4  | 9,0  | 40,8 | 2,5 | 3,9  | 58,7 | 16,0 | 22,2 | 38,9 | 16,0 | 19,3 | 20,5 | 11,4 | 16,6 | 44,9 |
| Sept.  | 8,5 | 10,5 | 23,5 | 14,2 | 17,8 | 25,0 | 4,5 | 7,6  | 66,7 | 37,3 | 46,6 | 25,0 | 27,7 | 32,6 | 17,6 | 18,4 | 26,0 | 40,8 |
| Oct.   | 8,8 | 11,9 | 35,1 | 15,0 | 19,8 | 31,6 | 5,3 | 8,9  | 69,5 | 33,4 | 49,2 | 47,1 | 30,2 | 35,5 | 17,6 | 20,6 | 28,2 | 37,0 |
| Nov.   | 8,4 | 11,2 | 33,3 | 13,7 | 18,5 | 35,1 | 5,6 | 8,0  | 44,9 | 32,0 | 46,3 | 44,9 | 29,6 | 34,8 | 17,6 | 18,6 | 25,5 | 37,0 |
| Dic.   | 7,8 | 10,7 | 37,0 | 12,6 | 17,5 | 38,9 | 5,1 | 6,9  | 37,0 | 40,1 | 40,9 | 2,0  | 31,6 | 37,6 | 19,0 | 19,4 | 26,2 | 35,1 |

### 3.7 Validación independiente del modelo

Se evaluó el modelo con información obtenida durante distintos chequeos de pastizales realizados en campos ubicados en 4 áreas ecológicas: MMN, EMS, EMH y CA (n=20) y se comparó con las estimaciones realizadas por MAVC. Se calculó la regresión existente entre los valores predichos por el modelo y los valores obtenidos a campo durante los chequeos a la salida del invierno a los fines de evaluar el grado de ajuste del modelo utilizado (Figura 13). La función obtenida fue  $y = 0,9663 x + 24,499$  ( $p < 0,01$ ) y el  $R^2$  fue de 0,91. A partir de esta información, se desprende que el modelo logra explicar el 91% de la variación de DMSE para distintas combinaciones de carga en las distintas áreas ecológicas evaluadas. Por lo tanto se puede decir que las variables utilizadas para la predicción de DMSE resultan estar mayoritariamente relacionada con los datos observados. El modelo mostró una ligera tendencia a

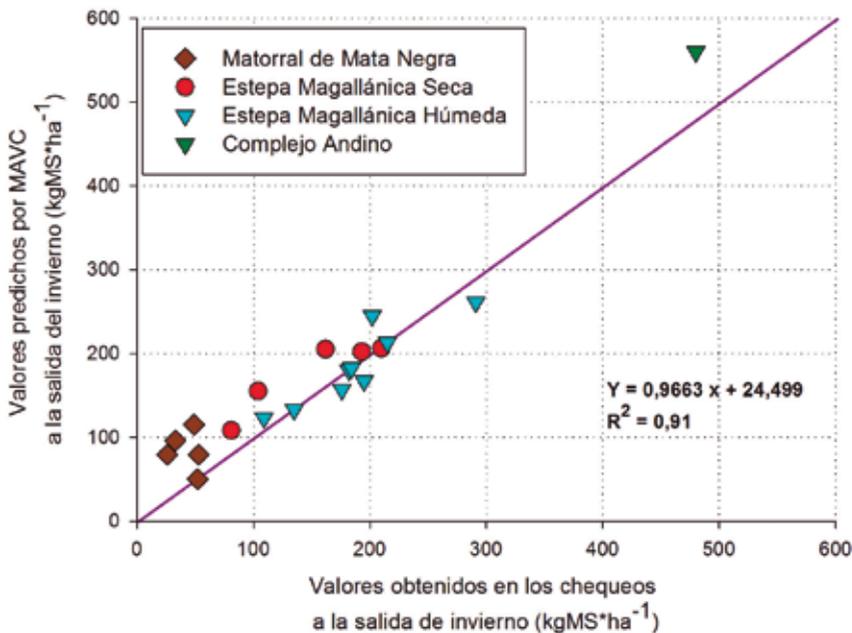


Figura 13: Relación entre el forraje residual observado durante los chequeos de invierno y los valores de Disponibilidad de Materia Seca Estimada (DMSE) predichos por el MAVC a la salida del invierno en cuatro áreas ecológicas: MMN-EMS-EMH-CA.

sobreestimar los valores de residuos a la salida del invierno en comparación a los valores observados, promediando un 28%. La tendencia mencionada se incrementó cuando los valores de biomasa a la salida del invierno fueron menores a los 50 kg MS\*ha<sup>-1</sup>.

### 3.8 Comparación de cargas estimadas mediante el MAVC y la AFF

Se compararon los resultados obtenidos de carga animal derivados de la aplicación del MAVC y AFF propuesta en la TME. Con fines prácticos, para los cálculos usando AFF se consideró una asignación anual de pastos cortos de 500 kg MS\*EOP<sup>-1</sup>. Se evaluaron distintos valores de disponibilidad forrajera inicial para cada una de las áreas ecológicas. Los rangos utilizados se definieron en función de evaluaciones de pastizales previas para cada área ecológica. Los valores utilizados fueron: 100-200-300 (PSA-MMN-EMS) y 500-1000-1500 (EMH-CA-EF) kg MS\*ha<sup>-1</sup> y se consideró una superficie media de cuadro de 2500 ha. En la Tabla 6 se presentan los cálculos de carga para las distintas áreas ecológicas y para dos tipos de uso: año redondo e invernal (mayo-agosto), considerando las disponibilidades y superficie mencionadas. Así, cuando se evalúa el uso del cuadro año redondo, se observa que para las áreas menos productivas, las estimaciones del modelo son similares a los cálculos realizados mediante AFF, mientras que para las áreas más productivas, los cálculos del MAVC resultaron ser notoriamente menores a los de AFF. En cuadros con uso del tipo invernal y para las áreas menos productivas los cálculos del modelo resultan ser claramente menores a los realizados mediante AFF. No obstante, las diferencias tienden a disminuir a medida que se incrementa la disponibilidad inicial. Para las áreas de mayor productividad se observa el mismo comportamiento para la menor disponibilidad pero las diferencias se mantienen por encima del 40% entre ambas formas de cálculo, siendo siempre inferiores los cálculos realizados por MAVC. De esta manera queda en evidencia que la asignación de carga usando el criterio fijo no sería del todo correcto, ya que otros factores como pueden ser la tasa de desaparición mensual, consumo animal, tasa de crecimiento, entre otras, afectan notoriamente la carga animal que puede soportar el cuadro. Esta situación cobra especial relevancia cuando los cuadros tienen la menor disponibilidad dentro de cada área, promediando una diferencia media entre las formas de cálculo de un 70%.

Tabla 6: Valores de carga animal estimados (ovejas) mediante la aplicación de Asignación Fija de Forraje (AFF) (asignación 500 kg MS \*oveja<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>, valor recomendado en TME) y el Modelo de Asignación Variable de Carga (MAVC) para distintas disponibilidades forrajeras y áreas ecológicas. Todas las comparaciones se realizaron para un cuadro modal de 2500 ha y un uso previo con 500 ovejas durante el año. Todos los cálculos están hechos para lograr un residuo de salida de 100 (PSA-MMN-EMS), 200 (EMH) y 300 (CA-EF) kg MS\*ha<sup>-1</sup> manteniendo siempre el equilibrio de biomasa: biomasa final = biomasa inicial.

| Tipo de uso        | Disponibilidad enero (kg MS*ha <sup>-1</sup> ) | Carga estimada AFF (cabezas/cuadro) | Carga estimada MAVC (cabezas/cuadro) |      |      |       |       |       |
|--------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
|                    |  |                                     | PSA                                  | MMN  | EMS  | EMH   | CA    | EF    |
| Año redondo        | 100  | 500                                 | 400                                  | 670  | 260  | -     | -     | -     |
|                    | 200  | 1000                                | 1250                                 | 1150 | 1370 | -     | -     | -     |
|                    | 300  | 1500                                | 1745                                 | 1605 | 1780 | -     | -     | -     |
|                    | 500  | 2500                                | -                                    | -    | -    | 1650  | 1012  | 1385  |
|                    | 1000   | 5000                                | -                                    | -    | -    | 2820  | 4370  | 2560  |
|                    | 1500   | 7500                                | -                                    | -    | -    | 4125  | 6428  | 3740  |
| Invierno (May-Ago) | 100  | 2419                                | 600                                  | 1150 | 450  | -     | -     | -     |
|                    | 200  | 4838                                | 3785                                 | 5250 | 3850 | -     | -     | -     |
|                    | 300  | 7257                                | 7260                                 | 7300 | 7390 | -     | -     | -     |
|                    | 500  | 12096                               | -                                    | -    | -    | 7050  | 2000  | 4930  |
|                    | 1000   | 24192                               | -                                    | -    | -    | 13112 | 13190 | 10900 |
|                    | 1500   | 36290                               | -                                    | -    | -    | 19150 | 24365 | 15900 |



## 4. CONCLUSIONES

La metodología presentada es una mejora sustancial a la forma y criterios tradicionales para ajustar carga animal. En este sentido, se considera que el modelo presentado es un avance fundamental para la determinación de carga, ya que incorpora variables que hasta el momento no habían sido consideradas explícitamente (curvas de incrementos relativos de forraje, % en dieta y calidad de forraje) y las relaciona con variables animales. Esto permite evaluar distintas alternativas en función de las categorías animales, tiempo de uso de los cuadros, residuos forrajeros, entre otros. El modelo es relativamente sencillo, lo cual lo vuelve aplicable y fácil de usar. La principal fortaleza aparece cuando se requiere determinar cargas por períodos cortos de tiempo, situación considerada crítica cuando se utiliza AFF. El MAVC permite integrar toda la información disponible y evaluar el impacto de distintas variables que afectan el sistema productivo. En función de lo anterior se puede mencionar que el criterio de ajuste utilizado en el presente modelo constituye un cambio importante en la forma tradicional de realizar los cálculos de asignación de carga, lo que lo convierte en una herramienta sumamente útil para ser utilizada en las decisiones de manejo de los sistemas ganaderos de Patagonia Sur.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Anchorena, J; A. Cingolani; E. Livraghi; M. Collantes y S. Stofella. 2001. Manejo del pastoreo de ovejas en Tierra del Fuego. CONICET-INTA. Buenos Aires. 47 p.
- Bahamonde, H. 2011. Efectos de variables ambientales sobre la productividad primaria neta aérea y la concentración de proteína bruta de gramíneas en sistemas silvopastoriles de ñire (*Nothofagus antarctica*): creación de un modelo de simulación. Tesis final Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área Recursos Naturales, Facultad de Agronomía. 141 p.
- Bahamonde, H.; P.L. Peri; R. Álvarez y A. Barneix. 2012. Producción y calidad de gramíneas en un gradiente de calidades de sitio y coberturas en bosques de *Nothofagus antártica* (*G. Forster*) Oerts. en Patagonia. Ecología Austral. 22:62-73.
- Bailey, D.W.; J.E. Gross; E.A. Laca; L.R. Rittenhouse; M.B. Coughenour; D.M. Swift y P.L. Sims. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. Journal of Range Management. 49:386-400.
- Bonino, N. y A. Pelliza-Sbriller. 1991. Comparación de las dietas del guanaco, ovino y bovino en Tierra del Fuego, Argentina. Turrialba. 41:452-457.
- Bonvissuto, G. y R. Somlo. 1998. Guías de condición para los campos naturales de Precordillera y Sierras y Mesetas de Patagonia. INTA-Centro Regional Patagonia Norte, EEA-Bariloche. Comunicación Técnica N°78. 24 p.
- Bonvissuto, G.; R. Somlo; M. Lanciotti; A. González y C. Busso. 2008. Guías de condición para pastizales naturales de "Precordillera"; "Sierras y Mesetas" y "Monte Austral" de Patagonia. INTA, Centro Regional Patagonia Norte, EEA-Bariloche. Argentina. Comunicación técnica N°123. 48 p.

- Borrelli, P. 2001. Producción Animal sobre Pastizales Naturales. En: Borrelli, P. y G. Oliva, (Eds.). Ganadería sustentable en la Patagonia Austral. INTA-Centro Regional Patagonia Sur. Pp. 131-162.
- Borrelli, P. 2001. Planificación del pastoreo. En: Borrelli, P. y G. Oliva, (Eds.). Ganadería sustentable en la Patagonia Austral. INTA-Centro Regional Patagonia Sur. Pp. 183-196.
- Borrelli, P. 1999. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre variables del sistema suelo-planta-animal y limitantes del pastizal para la producción ovina (1991-1977). En: El ensayo de pastoreo de MoyAike Chico (1986-1999). Una experiencia compartida entre Estancia MoyAike Chico y Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz. INTA, Río Gallegos, Santa Cruz.
- Breierova, L. y M. Choudhari. 1996. An introduction to sensitivity analysis, MIT System Dynamics in Education Project. 66 pp. [en línea] <<http://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-988-system-dynamics-self-study-fall-1998-spring-1999/readings/sensitivityanalysis.pdf>>
- Cesa, A. y D. Suárez. 2006. Caracterización de matorrales de *Junellia tridens* (Verbenaceae) y su aporte a la dieta de ovinos en pastoreo. XXII Reunión Argentina de Ecología. 22 al 25 de agosto de 2006, Córdoba. Pp. 127.
- Cesa, A. y D. Suárez. 2007. *Junellia tridens*, un estudio de caso: debe ser consideradas como ítem forrajero en las estepas arbustivo-graminosas del sur de Santa Cruz? IV Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales y I Congreso del MERCOSUR sobre Manejo de Pastizales Naturales, Villa Mercedes, San Luis, Argentina, 9 al 11 de agosto de 2007. Pp. 69.

- Cesa, A.; G. Jaurena y M. Wawrzekiewicz. 2011. Prediction of metabolizable energy content of southern Patagonian grassland species by different calculation models. IX International Rangeland Congress. Diverse Rangelands for a Sustainable Society. IX IRC2011. Rosario, Argentina, 2 al 8 de abril. Editores: Susana R. Feldman, Gabriel E. Oliva and Mónica Sacido. INTA-AAMPN (Asociación Argentina para el Manejo de Pastizales Naturales) ISBN: 978-987-23175-1-5
- Chapman, D.F. y G. Lemaire. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. Proceedings of the XVII International Grassland Congress. Wellington, New Zealand. pp. 95-104.
- Cibils, A. 1993. Manejo de pastizales. En: Cambio Rural-INTA EEA Santa Cruz (Eds.) Catálogo de Prácticas. Tecnología disponible. INTA. Río Gallegos, Santa Cruz.
- Clauss, M., T. Kaiser y J. Hummel. 2008. The morphophysiological adaptations of browsing and grazing mammals. En: Gordon, I.J. y H. T. Prins, (Eds). The ecology of browsing and grazing. Springer-Verlag, Berlin. pp. 47-88.
- Clifton, G.; D. Barría y V. Culun. 2006. Determinación de la producción y calidad forrajera de la estepa magallánica. En: Peri, P., (Ed.). Desarrollo de un sistema de soporte de decisiones para mejorar porcentajes de señalada de modo ecológicamente sustentable en establecimientos de la estepa magallánica (Patagonia). INTA-Centro Regional Patagonia Sur, EEA-Santa Cruz. Pp. 61-69.
- Colabelli, M.R.; M.G. Agnusdei; A. Mazzanti y M. Labreuveux. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. Boletín Técnico N°148. CERBAS, INTA EEA. 21 p.

- Consortio DHV-SWEDFOREST. 1998. Informe principal: 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. 111 p.
- Defossé, G.E.; M.B. Bertiller y J.O. Ares. 1990. Above-ground phytomass dynamics in a grassland steppe of Patagonia, Argentina. *Journal of Range Management*.43:156-160.
- Elissalde, N.; J. Escobar y V. Nakamatsu. 2002. Inventario y evaluación de pastizales naturales de la zona árida y semiárida de la Patagonia. INTA, Centro Regional Patagonia Sur, EEA-Chubut, Trelew. 45 p.
- Ferrante, D. 2011. Distribución del agua en el suelo y su relación con la estructura radical y producción de biomasa de tres tipos funcionales, en un pastizal de la Estepa Magallánica Seca, Santa Cruz. Tesis final Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área Recursos Naturales, Facultad de Agronomía. 84 p.
- Golluscio, R.A.; V.A. Deregibus y J.M. Paruelo. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral*. 8:265-284.
- Golluscio, R.A. 2009. Receptividad ganadera: marco teórico y aplicaciones prácticas. *Ecología Austral*. 19: 215-232.
- Golluscio, R.A.; H. Botaro; D. Rodano; M. Garbulsky; S. Bobadilla; O. Buratovich y M. Villa. 2009. Divergencias en la estimación de receptividad ganadera en el noroeste de la Patagonia: diferencias conceptuales y consecuencias prácticas. *Ecología Austral*. 19:3-18.
- Hanley, T.A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*. 35:146-151.

- Haresing, W., 1989. Producción Ovina. Butterlowes, London. 590 p.
- Heady, H. y R.D. Child. 1994. Rangeland Ecology and Management. Boulder, Colorado, USA: Westview Press. 519 p.
- Hodgson, J. 1990. Grazing management. Science into practice. Longman Scientific & Technical, New York. 203 p.
- Hoffman, 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.
- Holechek, J.L. y M. Vavra. 1981. The effect of slide and frequency observation numbers on the precision of microhistological analysis. *Journal of Range Management*. 34:337-338.
- Holechek, J.L. y B.D. Gross. 1982. Evaluation of different calculation procedures for microhistological analysis. *Journal of Range Management*. 35:721-723.
- Holechek, J.L., R.D. Pieper y C. Herbel. 1989. Range management: Principles and practice. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 501 p.
- Illius, A.W. y I.J. Gordon. 1993. Diet selection in mammalian herbivores: constraints and tactics. In: Hughes, R.N., (ed.). Diet selection: an interdisciplinary approach to foraging behavior. Blackwell Scientific, Oxford. pp. 157-181.
- Jobbágy, E. y O. Sala. 2000. Controls of grass and shrub aboveground production in the Patagonian steppe. *Ecological Applications*. 10:541-549

- Jobbágy, E.; O. Sala y J. Paruelo. 2002. Patterns and controls of primary production in the Patagonian steppe: a remote sensing approach. *Ecology*. 83:307-319.
- Laca, E.A. 2008. Foraging in a heterogeneous environment. In: Prins, H.T. y F. Van Langevelde, (Eds.). *Resource ecology: spatial and temporal dynamics of foraging*. Pp. 81-100.
- Manero, A.; G. Clifton y D. Barría. 2006. Determinación de la dieta de ovinos para la parametrización del módulo animal del Modelo Savanna. En: Peri, P.L., (Ed.). *Desarrollo de un sistema de soporte de decisiones para mejorar porcentajes de señalada de modo ecológicamente sustentable en establecimientos de la estepa magallánica (Patagonia)*. INTA-Centro Regional Patagonia Sur, EEA-Santa Cruz. Pp. 71-76.
- Monteith, J.L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology*.9:747-66.
- Nakamatsu, V.; M. Lagarrigue; M. Locattelli; M. Sendin; N. Elissalde y J. Escobar. 1998. Disponibilidad de forraje estimada a través del valor pastoral en zonas áridas del Chubut (Patagonia). 22° Congreso Argentino de Producción Animal. *Revista Argentina de Producción Animal*. 18 (1). Pp. 188.
- Nakamatsu, V., J. Escobar y N. Elissalde. 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. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 4:25-51.
- Odum, E.P. 1972. *Ecología*. Nueva Editorial Interamericana, 3 ed, México. 639 p.
- Ormaechea, S. 2012. Pastoreo estratégico de ambientes para mejorar la producción ovina en campos del ecotono bosque-estepa en Patagonia Sur. Tesis final Magister en Recursos Naturales de la Universidad de Buenos Aires EPG – FAUBA, 156 p.
- Paruelo, J.M. y R.A. Golluscio. 1994. Range assessment using remote sensing in Northwest Patagonia (Argentina). *Journal of Range Management*. 47:498-502.
- Paruelo, J.M.; M. Oesterheld; C.M. Di Bella; M. Arzadum; J. Lafontaine; M. Cahuepé y C. Rebella. 2000. Estimation of primary production of subhumid rangelands from remote sensing data. *Applied Vegetation Science*. 3:189-195.
- Paruelo, J.; R. Golluscio; J. Guerschman; A. Cesa; V. Jouve y M. Garbulsky. 2004. Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning: the case of the Patagonian steppes. *Global Ecology and Biogeography*. 13:385-395.
- Paruelo J.M.; R.A. Golluscio; E.G. Jobbágy; M. Canevari y M.R. Aguiar. Situación Ambiental en la Estepa Patagónica. En: *La situación ambiental Argentina 2005*. Editado por: Brown A, Martínez Ortiz U, Acerbi M, Corcuera J. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre; 2006:303–320.
- Pelliza, A.; P. Willems; V. Nakamatsu; A. Manero. 1997. Atlas dietario de herbívoros patagónicos. Somlo, R. ed. PRODESAR-INTA-FAO. 108 p.

- Peri, P.L. 2009. Método Ñirantal Sur -San Jorge: una herramienta para evaluar los pastizales naturales en bosques de ñire. Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz, Pp. 33-38, Sección 9. Producción Animal. Edición EEA Santa Cruz
- Peri, P.L.; M.V. Sturzenbaum; L. Monelos; E. Livraghi; R. Christiansen; A. Moretto y J.P. Mayo. 2005. Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Nuevas Tendencias Forestales. 10 pp (Presentación 11). Corrientes, 6-9 Septiembre 2005. (CD) ISSN 1669-6786.
- Peri, P.L. y H. Bahamonde. 2012. Digestibilidad de gramíneas creciendo en bosques de ñire bajo uso silvopastoril. Actas II Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina. pp. 264-269.
- Peri, P.L.; D. Suárez; P.A. Cipriotti; E. Rivera; S. Ormaechea y M.V. Sturzenbaum. 2013 Determinación de la intensidad y error de muestreo para la evaluación de pastizales considerando diferentes escalas espaciales: Aportes para el método Santa Cruz. Publicación Técnica EEA INTA Santa Cruz. Julio 2013. 34 pp.
- Peterson, S., B. Richmond. 1996. STELLA and STELLA Research Software: Technical Documentation. High Performance Systems Inc., Hanover.
- Piñeiro, G.; M. Oesterheld y J. Paruelo. 2006. Seasonal variation in aboveground production and radiation-use efficiency of temperate rangelands estimated through remote sensing. *Ecosystems*. 9:357–373.
- Posse, G., J. Anchorena y M. Collantes. 1996. Seasonal diets of sheep in the steppe region of Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Range Management*. 49:24-30.

- Sala, O.E. y A.T. Austin. 2000. Methods of estimating aboveground net primary productivity. En: Sala, O.E.; R.B. Jackson; H. Mooney y R.H. Howarth, (Eds.). *Methods in Ecosystem Science*. Springer, New York. pp. 31-43.
- Sala, O.E.; W.J. Parton; L.A. Joyce y W.K. Lauenroth. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States. *Ecology*. 69:40-45.
- Schnyder, H. y C.J. Nelson. 1989. Growth rates and assimilate partitioning in the elongation zone of tall fescue leaf blades at high and low irradiance. *Plant Physiology*. 90:1201-1206.
- Senft, R.L.; M.B. Coughenour; D.W. Bailey; L.R. Rittenhouse; O.E. Sala y D.M. Swift. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience*. 11:789-799.
- Sepúlveda, L.; A. Pelliza-Sbriller y M. Manacorda. 2004. La importancia de los tejidos epidérmicos en el microanálisis de la dieta de herbívoros. *Ecología Austral*. 14:31-38.
- Singh, J.H.; W.K. Lauenroth y R.K. Steinhorst. 1975. Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *The Botanical Review*. 41:181-232.
- Shiple, L.A. 1999. Grazers and browsers: how digestive morphology affects diet selection. In: Launchbaugh, K.L.; K.D. Sanders y J.C. Mosley, (Eds.). *Grazing behavior of livestock and wildlife. Idaho forest, Wildlife and Tange. Expt. Sta. Bull #70, Univ. of Idaho, Moscow, ID.* pp. 20-27.
- Sparks, D.R. y J.C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*. 21:264-265.

- Somlo, R.; C. Durañona y R. Ortiz. 1985. Valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 5:569-605.
- Somlo, R. y L. Cohen. 1997. Tablas de valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas 1-Cordillera-Precordillera. *Comunicación Técnica N°5*. INTA-EEA S.C. de Bariloche. 13 p.
- Soto, J. y M. Vázquez. 2000. Las condiciones climáticas de la Provincia de Santa Cruz. En: García y Mazzoni, (ed.). *El Gran Libro de la Provincia de Santa Cruz*, Ed. Millenio - Alfa Centro Literario, 1: 98-115, Madrid.
- Stuth, J.W. 1991. Foraging behaviour. In: Heitschmidt, R.K.; J.W. Stuth, (eds). *Grazing management. An ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon. USA. Pp. 65-83.
- Suárez, D. 2007. Generación de información básica para el ajuste del método de evaluación de pastizales en la región “Matorral de Mata Negra”. El rol de *Junellia tridens* en la dieta de los ovinos. Informe final de beca. Agencia de Extensión Rural Río Gallegos. INTA-EEA Santa Cruz. 14 p.
- Toothill, J.; J. Hargreaves y R. Jones. 1978. Botanal: a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. I. Field Sampling. *Tropical Agronomy*, CSIRO, Australia. Technical Memorandum. N°8.24 p.
- Velez-Pareja, I. 2003. Decisiones empresariales bajo riesgo e incertidumbre. Bogotá, Colombia. 448 p.
- Wernli, C.; H. Doberti; J. Schmitt; O. Alonso y D. Cerda. 1977. Estudios sobre el valor nutritivo de las praderas en Magallanes. Estación Experimental Kampenaike. La Platina. *Boletín Técnico N°10*. 54 p.

Esta obra es el resultado de un convenio de Cooperación Técnica entre la Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz y la Empresa OVIS 21. Permite abordar distintos escenarios de base para realizar cálculos de carga animal en seis áreas ecológicas de Patagonia Sur. Aporta información novedosa y pretende convertirse en una herramienta para la toma de decisiones en los sistemas ganaderos extensivos, mediante el aprovechamiento sustentable del recurso forrajero.

ISBN 978-987-521-592-4



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación