

MÉTODO HOLÍSTICO—EMPRÍRICO DE CÁLCULO DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA Y DE LA PRODUCTIVIDAD GANADERA POTENCIAL DE LOS SITIOS. PROVINCIA ESTEPARIA MUY FRÍA TENDENCIA SECOESTIVAL O PATAGONIA OCCIDENTAL*

Juan Gastó, Fernando Cosio e Ivonne Aránguiz

Resumen

Se desarrolla y describe un estudio holístico—empírico de cálculo de la capacidad sustentadora y productividad ganadera de los sitios de una ecorregión, la Provincia Esteparia Muy Fría Tendencia Secoestival o Patagonia Occidental. Basándose en un estudio de caso, se determina la capacidad sustentadora y la productividad secundaria por unidad de superficie de la pradera, expresado en peso vivo animal y en lana. Considerando información primaria de varias estancias ganaderas ovinas, se genera la información necesaria de la carga animal, estandarizada en unidades ovina—mes, mantenidas en condiciones de uso adecuado de las praderas, de los sitios y de la condición de la pradera, a partir de lo cual se logra, finalmente, determinar, desarrollar y alimentar la base de datos correspondiente a la ecorregión. Las estancias analizadas han sido utilizadas por ovinos desde comienzos del siglo XX. Durante la última década se ha ajustado anualmente la carga animal de manera de mantener estable la tendencia de la condición. El método se aplica y complementa al Sistema de Clasificación de Ecorregiones, previamente desarrollado en escala de provincia, distrito y sitio, dentro del contexto administrativo correspondiente a predios rurales y a potreros o cercados.

Palabras claves: capacidad sustentadora, sitio, productividad, patagonia, condición del pastizal

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	711
PROVINCIA ESTEPARIA MUY FRÍA DE TENDENCIA SECOESTIVAL	712
SITIO	713
CAPACIDAD SUSTENTADORA (CS)	713
MÉTODO DE CÁLCULO DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA GANADERA	715
POSTULADO BÁSICO DEL CÁLCULO	716
CÁLCULO DE LA CARGA GANADERA.....	716
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA TOTAL DEL PREDIO	717
DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS.....	717
CONDICIÓN Y TENDENCIA DE LA PRADERA	718
PRODUCTIVIDAD PRIMARIA POTENCIAL	718
CAPACIDAD SUSTENTADORA	719
PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DE PESO VIVO ANIMAL DE LOS SITIOS SEGÚN SU CONDICION.....	719
PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DE LANA DE LOS SITIOS SEGÚN SU CONDICIÓN	719
AJUSTES PERIÓDICOS Y ESPACIALES DE LOS CÁLCULOS.....	721
BIBLIOGRAFÍA	722

INTRODUCCIÓN

La Provincia Esteparia Muy Fría Tendencia Secoestival, también denominada Patagonia Occidental, tiene características propias de clima,

geoforma, atributos edafambientales de sitio y de uso, estilo y condición de los pastizales. La Patagonia Occidental comprende sectores adyacentes de la frontera austral de Chile y Argentina y se caracteriza por sus amplias mesetas y cuencas, con severas limitantes de temperatura y precipitación, que determinan un período de receso que puede prolongarse hasta 10 meses. La baja pluviometría y los fuertes vientos predominantes del noreste generan un déficit hídrico de hasta cinco meses de duración (Gastó, Cosio y Panario, 1993).

La topografía de la zona es, en general, plana o levemente ondulada, formando ocasionalmente, planos, depresiones que hacen posible el desarrollo de vegas húmedas o mallines. El origen de los suelos es principalmente glacial y fluvio-glacial, que han sufrido durante años deterioro y degradación, por el efecto combinado del sobrepastoreo y de la erosión eólica.

Durante el presente siglo y las últimas décadas del siglo anterior se desarrollaron grandes estancias ganaderas, bajo un estilo recolector, a base de ovinos y, en menor grado, de bovinos, que fracasaron en su capacidad de conservar o mejorar la condición de la pradera, debido principalmente, a su sobreutilización. Por lo tanto, se deben buscar opciones de hacer una mejor ganadería, con un nuevo estilo, que permita conservar el recurso pradera de coironal y de mallín y mejorar su condición. La determinación de la capacidad sustentadora de cada uno de los sitios

* Gastó, J., F. Cosio e I. Aránguiz. 2002. Método holístico—empírico de cálculo de la capacidad sustentadora y de la productividad ganadera potencial de los sitios. Provincia Esteparia Muy Fría Tendencia Secoestival o Patagonia Occidental. En: Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

presentes en la provincia ecológica y el ajuste de la carga animal a la capacidad sustentadora es uno de los factores prioritarios para el buen manejo del ecosistema pratense.

Actualmente, no se cuenta con un Sistema de Información Geográfico que contenga una base de datos de los sitios de la provincia ni de la capacidad sustentadora o de la productividad ganadera de cada uno, de acuerdo con la condición en que se encuentre. En el presente trabajo se describe un método holístico-empírico, desarrollado para la determinación de la capacidad sustentadora y la productividad ganadera de los Sitios y el cálculo de los valores asignados a cada uno, de acuerdo a la Condición en que se encuentre el pastizal. Para ello, fue necesario estudiar dos de las grandes estancias de la provincia, además de otras más pequeñas, que en total alcanza a una masa ganadera cercana a las cien mil cabezas de ovinos (López, 1989; Vial, 1991; Pereda, 1992).

No es necesario enfatizar en el valor que se le debe asignar a la información de productividad y capacidad sustentadora de cada sitio y condición en los cálculos económicos y de rentabilidad de las estancias. Los proyectos de inversión y el mejoramiento de la condición de las praderas, necesariamente, deben ser desarrollados a partir de esta información primaria.

PROVINCIA ESTEPARIA MUY FRÍA DE TENDENCIA SECOESTIVAL

El Sistema de Clasificación de Ecorregiones consta de cinco categorías superiores que representan los atributos más permanentes del sistema: Reino, Dominio, Provincia, Distrito y Sitio (Figura 1), los cuales están dados por las características climáticas (Köppen, 1948), geomorfológicas (Murphy, 1967) y edafoambientales (Dykstenhuis, 1958). Consta de dos categorías intermedias que describen el estado del sistema, uso y estilo, que corresponden al destino asignado al sistema y por las modalidades de uso, las cuales se refieren específicamente a cada sitio en particular. La condición y tendencia corresponden a las últimas dos categorías, la primera de las cuales permite establecer un juicio de valores entre el estado del sistema representado por el sitio en un instante dado, y su estado ideal. La tendencia, a la vez, representa la tasa instantánea de cambio de la condición (Gastó, Cosío y Panario, 1993).

La Provincia Patagonia Occidental se caracteriza porque las precipitaciones se distribuyen a lo largo de todo el año, no habiendo una estación seca definida. En la medida que se avanza hacia el oriente las precipitaciones decrecen desde alrededor de 400 mm, en el extremo más lluvioso, hasta menos de 200 mm en el extremo más seco.

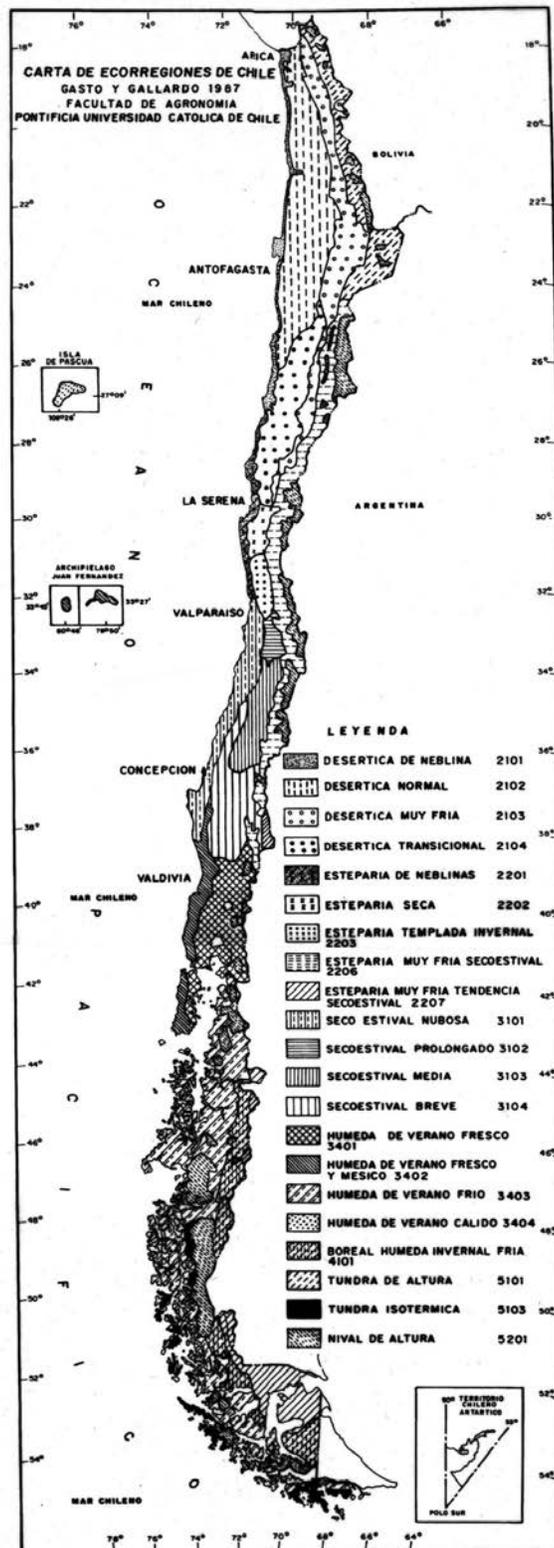


Figura 1. Carta de la Provincia Esteparia Fría Secoestival, Patagonia Occidental de Chile (Gastó, Silva y Cosío, 1990)

La temperatura media anual es de 7,0°C, disminuyendo hacia el sur hasta alcanzar los 5,5°C en la zona norte. Las temperaturas medias, en el invierno,

fluctúan entre 3 y 0°C, mientras que en el verano están entre 10 y 15°C. Es así como los inviernos son crudos, en los cuales se conjugan los factores del viento, el frío y la nieve. Las temperaturas invernales pueden alcanzar valores de -25°C (Rodríguez, 1986).

El clima, según Köppen (1948), es Bsk'c, que corresponde a (B) seco, (S) estepa, (k') muy frío, (c) 1-4 meses > 10°C. Esta Provincia ocupa, en Chile, una superficie de 2.548.484 hectáreas de pastizales, de los cuales 12.686 ha son de pasturas, 1.012 ha de rastrojeras y 2.534.784 ha de praderas. Es utilizada, principalmente, por ovinos y bovinos, con una dotación total de 325.734 unidades animal-año (UAA). La carga animal media de toda la Provincia es de 7,82 ha. UAA⁻¹ y la productividad secundaria media es de 6,15 kg PV ha⁻¹ año⁻¹ (Gastó y Gallardo 1995).

SITIO

Corresponde al quinto nivel jerárquico del Sistema de Clasificación de Ecorregiones. Es la unidad de identificación y caracterización de los recursos naturales renovables de una provincia ecológica. El sitio permite caracterizar los componentes permanentes de los pastizales que se presentan en los cercados de un predio cualquiera de una provincia, y estructuran la base de datos requerida para su descripción (Soil Conservation Service, 1962 y 1975; González, 1981; Gastó, Cosío y Panario, 1993).

Si bien, el sitio está estrechamente vinculado con el suelo, algunos de los elementos utilizados en la caracterización taxonómica de estos, tal como el material de origen y las características de los horizontes, pueden ser de escaso significado como condicionantes de la clase (Zoneveldt, 1972; Francis, 1984; COTECOCA, 1979). Sin embargo el concepto de Sitio contiene, además, otros atributos ecosistémicos inherentes, relacionados con su potencial productivo, lo cual se expresa cualitativa y cuantitativamente (Zoneveldt, 1972). En una misma serie de suelos pueden presentarse, por lo tanto, varios sitios diferentes; o bien, a la inversa, distintas series de suelos que se presentan en una misma provincia y distrito pueden pertenecer al mismo sitio, si presentan similares características para producir similar cantidad y calidad de vegetación (Panario *et al.*, 1988).

La *Society for Range Management* (1974) define sitio como un área de tierra con una combinación de factores edáficos, climáticos, topográficos y bióticos naturales significativamente diferente de otras áreas adyacentes. Los cambios de un sitio a otro representan diferencia significativas en producción potencial de forrajes y diferencias en el manejo requerido para el uso de la tierra (Huss, 1964). El origen del concepto y término se remonta a Cajander (1925), donde se incluyen las características de la cobertura vegetal y de

la fisiografía. Es de amplia utilización en escala mundial, recibiendo ocasionalmente otros nombres tal como *land type*, ecotopo, *uroshishche*, todos los cuales están relacionados con la clasificación de paisajes para prospecciones integradas (González, 1981; Shiflet, 1973).

El sitio es una unidad ecosistémica que permite clasificar tierras, combinando los efectos del clima, las características permanentes del suelo y la vegetación potencial. Es el producto de la interacción de factores edáficos, topográficos, climáticos y bióticos que resultan en una determinada combinación que permite producir una similar cantidad y calidad de producción pratenso. El sitio engloba, por lo tanto, a un grupo similar de ambientes edáficos que requieren un manejo y son de potencial productivo similar (Borelli, *et al.* 1983 y 1989).

CAPACIDAD SUSTENTADORA (CS)

El origen del concepto, según Fernández (1995), se sitúa en los siglos XVII y XVIII, a raíz de los debates surgidos en Europa en torno al crecimiento de la población y el suministro de alimento (Bartel, Norton y Perrier, 1993), entre los que se presenta Malthus, en 1798, quien desarrolló una ecuación que relaciona el crecimiento de la población con el número de organismos presentes. Verhulst, en 1830, propuso la ecuación logística del crecimiento, en que éste es función de los recursos presentes (Freedman, 1980). En 1953, Odum introdujo el concepto de la asíntota de la curva logística y lo relaciona con la capacidad sustentadora K del ecosistema (Dhonht, 1989). El concepto se introdujo en la ganadería intensiva a comienzos del siglo XX, aplicado a las praderas, haciéndose gradualmente equivalente al concepto K de la curva logística. En la década de 1930 fue aplicado a la fauna silvestre.

A fines del siglo XIX se acuña el concepto de producción sustentable del bosque, que es equivalente al de la capacidad sustentadora (Brklacich, Bryant y Smith, 1991), cuya definición establece que la cosecha no excede el crecimiento del volumen del bosque, e incluso, asegurándose la estabilidad de la población dependiente. A partir de la década de 1960 se incorpora a la recreación al aire libre. Green (1985) introduce el concepto de capacidad ecológica, como el nivel de uso consistente con el no declive de los atributos ecológicos del sistema. También, se ha aplicado el concepto a la capacidad sustentadora humana o antropogénica (Brown *et al.*, 1987; Fernández, 1995).

En 1977, Nieswand y Pizon introducen y desarrollan el concepto de capacidad de planificación del uso de la tierra, como una medida de la aptitud de un territorio para dar cabida al crecimiento y desarrollo dentro de los límites definidos por la infraestructura y recursos

existentes y representan, según Godshochalt (1977), el umbral del sistema natural y artificial por encima del cual los impactos del desarrollo pueden causar seria degradación ambiental o social. Actualmente, Fernández (1995) indica que algunos autores, en relación con los debates sobre la sustentabilidad global y producción sustentable, consideran a la capacidad sustentadora en un contexto más amplio, el de sustentabilidad (Brown *et al.*, 1987; Brklacich *et al.*, 1991).

Las aportaciones al concepto y metodología de cálculo de capacidad sustentadora, emanados a partir de la gestión ganadera y faunística han, sido de gran valor y han contribuido al desarrollo global del área (COTECOCA, 1979). Dasmann (1945) la define como el número de animales a pastoreo, de una clase dada, que puede mantenerse en buenas condiciones, año tras año, en una unidad de pastoreo sin perjuicio para las reservas de forraje o el suelo. Posteriormente, Mott (1960), desde otra perspectiva, la define como la carga ganadera que soporta a la óptima presión de pastoreo. Scarnecchia (1990) introduce dos conceptos no considerados en las definiciones anteriores, el de gestión y el de objetivos específicos, pero no incluye específicamente el de sustentabilidad ecosistémica, de manera que es el óptimo nivel de carga ganadera para conseguir objetivos específicos, dadas determinadas opciones de gestión.

Fernández (1995), después de hacer una detallada revisión del concepto y su evolución y aplicabilidad, define capacidad sustentadora del ecosistema como la intensidad de utilización que puede soportar el ecosistema, sometido a una acción determinada y, a la vez, mantiene su estado.

$$CS = f(\Xi, \Pi, E_i, \sigma_r)$$

donde:

- Ξ: representa al ecosistema y sus características
- Π: es la acción que el hombre, a través de la tecnología, ejerce sobre el ecosistema (es el operador de artificialización);
- E_i: es el estado del ecosistema;
- σ_r: es el conjunto de recursos del ecosistema.

En la elaboración de los planes de manejo ganadero, la determinación de la capacidad sustentadora de la pradera es la medida prioritaria que permite llevar a cabo las acciones complementarias de utilización por el ganado. No existe, en la actualidad, determinaciones específicas y confiables para los diferentes sitios que se presentan en la Patagonia Occidental. De ahí que, basado en la información holística y empírica de las estancias estudiadas, en las cuales se ha hecho, durante un largo período de manejo y utilización, un monitoreo empírico de ajuste de la carga ganadera a la capacidad sustentadora.

Carga Ganadera (CG). Es la cantidad de animales de una clase determinada de ganado que se mantiene por unidad de superficie durante un cierto período; (Hodgson, 1979; Holmes, 1989; Muslera *et al.*, 1991). Ésta se expresa en Unidades Animal Año (UAA) o en su equivalente mes (UAM), correspondiente a la especie animal que la utiliza.

La carga ganadera, también denominada anteriormente carga animal, la determina arbitrariamente el productor de acuerdo con algún criterio que considere adecuado. Este parámetro, por lo tanto, no indica ni buena ni pobre utilización o manejo de la pradera, sino que expresa simplemente una decisión del productor, que puede ser acertada o no, de acuerdo con la capacidad sustentadora del campo.

La carga ganadera (CG) debe ser equivalente a la capacidad sustentadora (CS) ganadera de manera de lograr un pastoreo moderado.

Por otra parte, el factor de uso (FU) es la relación entre la carga ganadera y la capacidad sustentadora:

$$\text{Factor de uso} = \frac{\text{Carga Ganadera (CG)}}{\text{Capacidad Sustentadora (CS)}}$$

Cuando la carga ganadera es igual a la capacidad sustentadora se tiene el factor de uso apropiado (FUA).

$$CG = CA; \text{ indica FUA}$$

Cuando:

- CG > CS: se tiene sobreutilización del pastizal
- CG < CS: se tiene subutilización del pastizal

Intensidad de Utilización (IU). Es la relación entre el pasto utilizado (PU) por el ganado y el pasto ofrecido inicialmente (PO) y se expresa en porcentaje (Hodgson, 1979),

$$IU = \frac{PU}{PO} \times 100$$

La intensidad de utilización depende de la relación entre la carga ganadera y la capacidad sustentadora. Esta intensidad no debe sobrepasar el factor de uso adecuado (FUA) que, en el caso de los coironales patagónicos, se estima es de alrededor de IU = 50% (López 1989; Vial, 1991). También, se ha denominado grado de defoliación (Scannecchia, 1990). La producción no utilizada por el animal es el rechazo, producción residual o materia seca residual (Hodgson, 1979). Se requiere dejar una cierta cantidad de rechazo, de acuerdo con las características del ecosistema, para mantener su estado de conservación, lo cual corresponde al FUA (Clawson, Dougal y Duncan, 1982; Holecheck, Piper y Herbel, 1989).

Palatabilidad (P), también denominada aceptabilidad. En el sentido que le da Cook (1956), es la máxima intensidad aceptable de utilización de la población de una especie dada, cuando la pradera como un todo ha

sido utilizada al nivel correspondiente al FUA. Al igual que la utilización, se expresa como porcentaje de la relación entre fitomasa cosechada de una especie pratense dada y la fitomasa total ofrecida de esa especie.

Las especies de mayor calidad pratense son más intensamente consumidas por el ganado, lo cual puede concluir en su debilitamiento y, consecuentemente, en el deterioro de la condición de la pradera. La selección de la dieta o selectividad es una función de la preferencia del ganado modificada por la oportunidad de éste de seleccionarla.

Densidad Animal (DA). Es la carga ganadera instantánea que utiliza una pradera. No tiene una dimensión de tiempo. Se expresa en UA o en cabezas existentes en un campo de una superficie determinada, en un instante dado.

Costo Ecológico de Cosecha (g). La cosecha de forraje por el herbívoro trae unido consigo un costo de captura, el cual se ha denominado Costo Ecológico de Cosecha y que puede ser definido como: la energía invertida por el cosechador (w) por unidad de área de trabajo de cosecha (a), en el proceso de captura del forraje, según el distrito donde se encuentre la pradera (Gastó, 1982).

La energía invertida por el cosechador en el proceso de cosecha, incluye la totalidad de los gastos que directa o indirectamente debe invertirse en el proceso. En las praderas más densas y de mejor calidad, tal como en los mallines mesomórficos, el trabajo de cosecha es proporcionalmente menor, que en las praderas de peor calidad, tal como los coironales en condición muy pobre, donde el ganado debe invertir proporcionalmente mayor trabajo en la búsqueda y cosecha del escaso forraje existente.

La capacidad sustentadora de la pradera es la medida de mayor relevancia en la elaboración de los planes de manejo, pues integra a un alto número de variables climáticas, edáficas, vegetacionales y faunísticas, por lo cual es de difícil determinación, pero de gran significado.

MÉTODO DE CÁLCULO DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA GANADERA

Existen numerosos métodos de cálculo de la CS que pueden ser agrupados en extensivos o generales e intensivos o detallados. Fernández (1995) agrupa los métodos extensivos en seis grupos a saber: comparación de pastizales, producción primaria, nutricionales, porcentaje de utilización, condición y tendencia y, de estructura de la cubierta. Todos éstos incluyen identificación de unidades homogéneas del territorio ecosistémico, localización y cartografía de

las unidades y, relación entre los recursos y las actividades pastorales.

El método de comparación de pastizales y de predios es el más extendido entre las ganaderías de cualquier provincia ecológica dada, donde se comparan los predios entre sí y en referencia a aquéllos correctamente gestionados, lo cual permite una estimación global de la CS del predio, pero no de la de cada sitio en particular.

Los métodos de producción primaria son ampliamente empleados en ecosistemas uniformes, de alto potencial. Se basa en que el proceso fundamental de producción es la captación de energía solar y de nutrientes del suelo para formar tejido vegetal (Hodgson, 1990). La producción primaria es un estimador de la capacidad de producir alimentos para el ganado, pero no incluye la sustentabilidad del ecosistema, las características etológicas del ganado, ni el costo ecológico de cosecha de la productividad, por lo cual se adapta a espacios pequeños de alto potencial y de alta uniformidad del territorio. La evolución de la productividad primaria se puede lograr a través de diversos análisis y procedimientos (Bonham, 1989). Diversos autores predicen la productividad anual a partir de la precipitación aplicando ecuaciones empíricas (Rosenzweig, 1968; Rotherford, 1978). Estas ecuaciones dan valores generalizados de la CS, pero no especifican, por lo tanto, geoformas, ambientes edáficos y cobertura vegetal. Algunas, sin embargo, incluyen varios de estos factores (Evans y Rossiter, 1986; Coughenour *et al.*, 1990; Doyle). Otros determinan la fitomasa a través de sensores remotos, pero no determinan la CS en forma objetiva y directa.

Los métodos nutricionales se basan en la determinación del balance entre la producción de nutrientes y las necesidades alimentarias del animal. Éste no considera las características del territorio, las distancias y pendientes, el costo de cosecha, modalidad de cosecha, selectividad, ni las necesidades de conservación del sistema, por lo cual se adapta a condiciones ecológicas específicas, donde estas variables no son significativas, siendo, sin embargo, importante la digestibilidad del forraje consumido y las necesidades del animal (Hobbs *et al.*, 1982; Swartz y Hobbs, 1985; Prieto *et al.*, 1990).

El método del porcentaje de utilización se basa en la comparación entre el grado de utilización del pastizal y el factor de uso adecuado al que se somete el ecosistema por la acción del ganado. El método permite determinar, empíricamente, la cantidad de ganado que puede mantener un pastizal dado en determinadas condiciones de gestión y de estructuras. Dada la desuniformidad de la utilización de las praderas por el ganado se introduce aquí el concepto de especie y de área clave (Society for Range

Management, 1974; Holecheck, Piper y Herbel, 1989; Álvarez, 1990).

El método de la condición y tendencia permite valorar el estado del ecosistema pascícola en un instante dado en relación con su estado ideal, de acuerdo con el uso y estilo que se le esté dando al sitio. La condición es la capacidad sustentadora ganadera en un instante dado en relación con la CS potencial del sitio (Costello, 1956; Gastó, Cosio y Panario, 1993), lo cual está basado en la teoría ecológica de la sistemogénesis (Joyce, 1993). El pastoreo puede modificar la condición desde o hacia el clímax o algún otro disclímax ideal. Dyksterhuis (1949) introduce el concepto de sitio pratense como unidad territorial de una provincia que tiene igual potencial de soportar una comunidad de plantas nativas y, complementariamente, ser de igual capacidad sustentadora (Society for Range Management, 1954). La condición del pastizal se clasifica en cinco categorías: excelente, buena, regular, pobre y, muy pobre (Humphrey 1947; Gastó, Cosio y Panario, 1993).

El método holístico-empírico propuesto, conjuga en un solo procedimiento el cálculo de la capacidad sustentadora en una provincia ecológica. En primer lugar, considera a la provincia como un área ecorregional relativamente homogénea, por lo cual los resultados alcanzados en cualquier sitio son válidos en toda la provincia. Este método considera al predio utilizado y manejado racionalmente y estabilizado, donde el FUA ha sido mantenido durante un largo período de varios años y donde la condición se mantiene estabilizada. En este contexto se postula que la carga animal corresponde a la capacidad sustentadora, lo cual está plenamente validado por la experiencia experimental. Es difícil, sin embargo, encontrar predios de larga data que se encuentren en estas condiciones. En tercer lugar, se postula que la capacidad sustentadora es función del sitio y de la condición del pastizal, los cuales varían de acuerdo con la heterogenidad edafoambiental del predio y de la provincia, además de los cambios que ocurran en cada pastizal, de acuerdo con las condicionantes tecnológicas y de gestión. Por último, el método proporciona como resultado holístico y empírico del predio la capacidad sustentadora y la productividad secundaria de cada uno de los distritos y sitios y de la condición del pastizal, los cuales son aplicables a toda la provincia ecológica, permitiendo así contar con una base de datos ecorregionales de amplia aplicabilidad.

POSTULADO BÁSICO DEL CÁLCULO

Las praderas y la ganadería de dos de las más grandes y mejor manejadas estancias de la Provincia Patagonia Occidental y de otros predios de menor extensión, fueron analizados en detalles por Dall' Orso (1985), López (1989), y Vial (1991). Se realizó, además, durante un largo período de manejo pastoril un cuidadoso ajuste de la carga animal ovina, a la capacidad sustentadora de la pradera, efectuándose un seguimiento periódico a través de observaciones y mediciones de la condición del sistema. Por tratarse de predios con un largo historial de uso, de prácticamente todo el presente siglo es posible inferir como una primera aproximación al problema, que la tendencia global de la condición de las praderas de las estancias es estable. Por lo tanto, es posible plantear, como un postulado fundamental del método, que la capacidad sustentadora (CS) es igual a la carga ganadera (CS = CG), lo cual se ajusta al factor de uso apropiado de la pradera (FUA). Por lo anterior, se puede suponer que si se conoce la carga ganadera de la estancia, se puede determinar la capacidad sustentadora global del predio. Este postulado se presenta como de alta validez empírica, dada la estabilidad del tapiz pratense y de la carga animal. De no ser así se podrían explorar otros supuestos que relacionen objetivamente la proporción que existe entre la carga ganadera y la capacidad sustentadora. Por los antecedentes que se dispone, se puede aceptar como verdadero, con un buen margen de seguridad, al supuesto planteado originalmente.

A continuación se detallan los resultados a base de la realidad empírica de la provincia, correspondientes a una de las estancias. Los valores corresponden a un modelo desarrollado para ilustrar el procedimiento general.

CÁLCULO DE LA CARGA GANADERA

Durante un período de 12 meses se mantuvo la siguiente dotación ovina de la estancia expresado en Unidades ovina-mes (UOM) (Cuadro 1).

En la transformación de las cabezas ovinas a UOM se utilizaron los siguientes valores medidos ponderados, de acuerdo con las variaciones de tamaño y exigencias que se presentaron en la estancia a través del año:

· Oveja	1,0
· Capón	0,8
· Carnero	1,0
· Carnerillo	1,0
· Cordero	0,6
· Ovejas dos dientes	1,0
· Otros	0,7

Cuadro 1. Unidades ovinas–mes equivalente mantenidas en una de las estancias analizadas, de la Patagonia Occidental, durante los 12 meses del año

Mes	Ovejas	Capones	Carneros	Corderos y Corderas	Ovejas 2 dientes	Otros	Total
Unidad ovina mes (UOM)							
Ene	18.762	400	794	3.606	0	156	23.706
Feb	16.495	388	785	3.484	0	144	21.294
Mar	15.980	386	774	3.290	0	138	20.568
Abr	15.954	385	766	3.259	0	75	20.439
May	15.815	350	764	3.249	0	120	20.298
Jun	15.779	348	742	3.247	0	89	20.204
Jul	15.513	342	726	0	5.211	55	21.847
Ago	15.348	340	723	0	5.204	102	21.716
Sep	15.197	289	746	0	5.199	109	21.539
Oct	15.076	250	666	0	5.191	55	21.238
Nov	14.919	245	591	0	5.177	68	20.999
Dic	14.450	244	571	3.053	5.173	275	23.766
Total	189.287	3.964	8.646	23.187	31.154	1.373	257.610
%	73,48	1,54	3,36	9,00	12,09	0,53	100,0

Fuente: Los Autores

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA TOTAL DEL PREDIO

El método de cálculo planteado se basa en dos postulados fundamentales:

- Las praderas están en estado de equilibrio entre su productividad, grado de utilización y conservación del sistema, lo cual se basa en determinaciones empíricas de terreno y
- La carga ganadera (CG) total del predio es igual a la capacidad sustentadora (CS) total predio. A juicio de los autores, este supuesto está sólidamente respaldado por los ajustes que se han hecho anualmente a la carga ganadera de manera de mantener una tendencia estable de la condición de la pradera; y por las mediciones realizadas en los potreros, utilizando el método de Parker.

Por consiguiente, considerando como válido este supuesto se tiene que:

$$CS \text{ predio} = CG \text{ predio}$$

Sería posible también, aplicar otros supuestos que establezcan una relación distinta a la igualdad, lo cual modificaría proporcionalmente los resultados. En el caso analizado, se tiene que la CG total anual del predio es equivalente a 257.610 UOM, por lo tanto:

$$CS \text{ predio} = 257.610 \text{ UOM}$$

Este valor se aproxima suficientemente a los requerimientos de cálculo y presenta un resultado más ajustado a la realidad que aquéllos que podrían obtenerse con otros métodos de cálculos mejor adaptados a su utilización, en pasturas intensivas de ambientes uniformes de alta productividad e intensidad de extracción del forraje.

El supuesto de que CS = 257.610 UOM, puede que no sea exacto, pero probablemente se aproxima a la realidad. Dado que proviene de información empírica que abarca la totalidad de los sectores ovejeros de la estancia, durante un largo período, las probabilidades de error de cálculo son escasas, debiendo ser las diferencias totales de las desviaciones entre los valores calculados y los reales para cada sitio, igual a cero.

DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS

El sitio caracteriza a los ambientes edáficos que pueden soportar una misma clase de vegetación y alcanzar niveles similares de productividad. El sitio corresponde, por lo tanto, a ambientes edáficos similares (COTECOCA, 1979).

Debido a la existencia de condiciones climáticas extremas, caracterizadas por las bajas temperaturas, presencia de nieve invernal y una fuerte sequía estival, las limitantes climáticas son, a menudo, más fuertes que las edáficas, por lo cual una amplia gama de ambientes edáficos o Sitios se comportan de manera similar, los cuales han sido agrupados en clases de sitios. Desde un punto de vista pratero y ganadero se comportan de manera similar, por lo cual pueden ser manejados y utilizados como una unidad. Los detalles de su caracterización botánica, fisiográfica, hidromórfica y edáfica se indican en los estudios originales de López (1989), Vial (1991) y Pereda (1992). El código de la provincia analizada es 2207–000, lo cual representa al Reino (2) Dominio (2) y Provincia (0), donde se localizan los Sitios. Los últimos tres dígitos representan al Distrito (0) y al Sitio (00), los cuales se indican en cada caso, de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Ecorregiones (Gastó, Cosío y Panario, 1993). En el caso de la nomenclatura del Sitio, el primer dígito corresponde a la Textura–Profundidad y el segundo al

Hidromorfismo. Delante de ellos se indica el dígito correspondiente al Distrito.

DISTRITO DEPRESIONAL 2207 – 100

Sitio: Mallín hidromórfico

Nomenclatura: 111, 121, 142, 152, 114, 124

Sitio: Mallín mesomórfico

Nomenclatura: 173, 183, 145, 155

Sitio: Mallín xeromórfico

Nomenclatura: 176, 186

DISTRITO PLANO 2207 – 200

Sitio: Coironal húmedo

Nomenclatura: 227, 237, 257, 267

Sitio: Coironal seco

Nomenclatura: 228, 258

Sitio: Coironal arenoso

Nomenclatura: 219, 249

DISTRITO ONDULADO 2207 – 300

Sitios indiferenciados

Las limitantes del Distrito son de mayor jerarquía que las del Sitio, por lo cual no se diferencian mayormente. Además, su productividad potencial es baja, por lo cual no es necesario distinguirlos. La condición del pastizal es inestable, dada su alta vulnerabilidad al pastoreo, deteriorándose fácilmente.

DISTRITO CERRANO 2207 – 400

Sitios indiferenciados

No son aptos para la ganadería. Usualmente no mantienen cubierta vegetal de pradera.

DISTRITO MONTANO 2207 – 500

Sitios indeferenciados

No son aptos para la ganadería. Usualmente no mantienen cubierta vegetal de pradera.

El Sitio es la unidad básica de ordenamiento ecológico de la estancia, pues corresponde a ecosistemas similares en sus limitantes y potencialidades, por lo cual deben ser tomados en consideración al trazar las cercas y organizar los campos en que se divide una estancia (COTECOCA, 1979).

CONDICIÓN Y TENDENCIA DE LA PRADERA

La condición de la pradera es una medida del estado en que se encuentra el pastizal en relación con el estado óptimo posible. Las clases de condición son las siguientes: Excelente, Buena, Regular, Pobre, Muy Pobre

La condición se determina evaluando las especies que componen la pradera en un instante dado, en relación con las que debería contener en el estado original, que corresponde a condición excelente. Las especies que integran el pastizal se agrupan en tres clases principales: decrecientes, acrecentantes e invasoras.

Al deteriorarse el pastizal disminuyen las especies decrecientes, que son las de mayor calidad y aceptabilidad; y se incrementa la cobertura de las acrecentantes, que son de calidad intermedia. En los estados avanzados de deterioro, el pastizal es poblado por especies invasoras, que no son propias del pastizal en su estado original, tal como ocurre en el coironal plano seco con *Acaena pinnatifida* R. et P. y *Muhlinum spinosum* Cav. Pers., en la medida que las especies originales, tal como *Festuca pallescens* (St-Ives) Parodi, se reducen hasta desaparecer. Para cada sitio, distintas especies y coberturas son indicadores de la condición, las cuales deben ser determinadas específicamente en cada circunstancia. En el caso de la Patagonia Occidental, las determinaciones han sido realizadas y descritas en detalle por López (1989), Vial (1991) y Pereda (1992).

Con los antecedentes que actualmente se dispone, es posible determinar los sitios existentes en cada estancia y cercados y la condición en que se encuentra la pradera. La determinación del sitio y de la condición es la etapa básica primaria que debe llevarse a cabo en la elaboración de cualquier plan objetivo de manejo.

Tendencia es la dirección que se observa en los cambios de la condición del pastizal al ser sometido a condicionantes específicos de manejo, especialmente la intensidad y época de utilización por el ganado. La tendencia puede ser de tres clases diferentes:

- Mejorante (↑)
- Estable (→)
- Deteriorante (↓)

En el caso de los predios estudiados, se trata de condiciones generales prediales de tendencia estable, por lo cual los valores específicos de la tendencia de cada sitio y condición no fueron incluidos en el estudio.

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA POTENCIAL

La productividad primaria potencial de la pradera se determinó en sectores excluidos del uso del ganado, por lo cual representa la producción total de materia seca durante toda la temporada. Para ello fue necesario describir y cartografiar la totalidad del área de estudio equivalente a 32.331 hectáreas y determinar los sitios presentes y la condición de la pradera de cada uno y calcularse la superficie presente de cada combinación de sitio-condición. No se encontró para cada uno de los sitios, todas las condiciones pratenses posibles (Cuadro 2).

Además de las parcelas de muestreo que se hizo en cada sitio se establecieron dos grandes exclusiones, con el fin de representar en dos transectos geomorfológicos la catena global de distritos y sitios presentes en la provincia ecológica, cubriendo desde los sitios del distrito ondulado hasta el de mallín

hidromórfico. Uno de los transectos fue de 150 m de ancho por 1.200 m de longitud (18 ha); y el otro de 300 m de ancho por 1.500 m de longitud, (45 ha), donde se presentaban la mayoría de los sitios-condición de los pastizales.

Las praderas de las parcelas correspondientes a cada sitio-condición se cortaron a ras de suelo y se determinó su composición botánica y la productividad anual de materia seca. Se determinó, posteriormente la materia seca utilizable luego de aplicado el factor de uso adecuado (FUA) correspondiente a cada caso, según los cálculos de López (1989) y Vial (1991). Ello es relevante dada la definición de Mott (1960) de la CS, que relaciona la carga ganadera con la óptima presión de pastoreo, estando, por lo tanto, vinculado con el FUA. Se determinó luego el factor relativo de calidad a base de la digestibilidad, arquitectura de la fitocenosis y posición relativa en el espacio, como una constante de transacción entre las diversas calidades ecológicas del forraje, de acuerdo con las inferencias de los especialistas de las estancias, por lo cual deben ser considerados como valores relativos aproximados.

El producto de la producción utilizable de materia seca, multiplicado por la superficie correspondiente a cada clase y por el factor de calidad de la clase, da como resultado la producción total estandarizada de alimento correspondiente a cada sitio y condición (Cuadro 2).

CAPACIDAD SUSTENTADORA

Se plantea como postulado general que existe una relación directa entre la producción total estandarizada de alimentos y las unidades ovina-mes de capacidad sustentadora total del predio y que esta misma proporción se mantiene para cada uno de los sitios-condición presentes en el predio (Cuadro 2). Finalmente, el valor total calculado para cada Sitio-Condición se divide por la superficie total ocupada, lo cual da como resultados la CS de cada uno (Cuadro 3). Algunos de los valores calculados de la CS, tal como los del mallín mesomórfico, pueden parecer a simple vista como muy elevados, pero debe considerarse que su productividad primaria es muy alta (López, 1989) y su factor de calidad también lo es, lo cual puede explicarse por la subvención ecosistémica propia de su posición relativa en la catena de sitio.

PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DE PESO VIVO ANIMAL DE LOS SITIOS SEGÚN SU CONDICIÓN

La productividad de zoomasa o peso vivo del ganado y la productividad de lana del área de la estancia dedicada a los ovinos, corresponde a la productividad secundaria del ecosistema. La producción total del peso vivo animal de la estancia, considerada como una caja negra, fue calculada sobre la base de la zoomasa de corderos vendidos, más las ovejas de desecho y otros grupos misceláneos, lo cual alcanza a 225.250 kg de PV año⁻¹ (Cuadro 4). La producción media de peso vivo animal por hectárea y por año, en toda el área de las estancias, es de 6,48 kg.

La información disponible para el cálculo de la productividad secundaria de cada sitio y condición es insuficiente para hacer un cálculo preciso a través de métodos analíticos. Es posible establecer, como una primera aproximación, valores empíricos cercanos a la realidad. Para ello es menester aceptar tres postulados:

- La productividad del predio se encuentra en estado de equilibrio.
- La productividad sostenida global de la estancia es igual a la producción de corderos, más las ovejas de desecho y de otros grupos menores de ganado. En este caso corresponde a 225.250 kg de peso vivo animal.
- La productividad de cada Sitio y Condición es proporcional a su capacidad sustentadora.

En esta forma se tiene:

$$\frac{225.250}{257.610} = 0,870 \text{ kg } \textit{peso vivo UOM}^{-1} \times \textit{año}^{-1}$$

PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DE LANA DE LOS SITIOS SEGÚN SU CONDICIÓN

La producción total de lana de la estancia es de 94.500 kg, por lo cual si se ocupan los mismos postulados anteriores que indican que la producción de lana es proporcional a la CS, expresado en unidades ovina-mes se tiene:

$$\frac{94.500}{257.610} = 0,367 \text{ kg } \textit{lana UOM}^{-1} \textit{año}^{-1}$$

lo cual indica que cada UOM contribuye a la producción con el equivalente a 0,367 kg de lana sucia (Cuadro 5). La producción global media de lana por hectárea de la estancia es de 2,72 kg al año.

Cuadro 2. Antecedentes numéricos y cálculo de la capacidad sustentadora de cada Sitio y Condición de la estancia. Provincia Patagonia Occidental

Sitios o grupos desítios	Condición	Superficie (ha)	Prod. Poten. M S. Utilizable ¹ (kg MS ha ⁻¹)	Factor de calidad ²	Prod. total estand. estancia ³ (kg)	Capacidad Sudentadora	
						Total UOM	Por Superficie UOM ha ⁻¹
Mallín hidromórfico	Excelente	0	8.295	0,35	0	0,00	0,00
	Bueno	5	6.685	0,35	10.529	302,69	67,27
	Regular	58	4.182	0,35	84.163	2.419,58	42,08
	Pobre	38	1.600	0,35	21.280	611,77	16,10
	Muy Pobre	23	0	0,35	0	0,00	0,00
Subtotal						3.334,05	
Mallín mesofórfico	Excelente	15	8.977	1,00	134.655	3.871,17	258,08
	Bueno	15	9.292	1,00	139.380	4.007,01	267,13
	Regular	202	8.592	1,00	1.731.288	49.772,50	247,01
	Pobre	68	7.367	1,00	497.273	14.296,00	211,79
	Muy Pobre	38	6.142	1,00	233.396	6.709,86	176,58
Subtotal						78.656,54	
Mallín xeromórfico	Excelente	0	3.507	0,60	0	00,0	0,00
	Bueno	31	5.880	0,60	107.604	3.093,49	101,43
	Regular	219	4.252	0,60	558.713	16.062,34	73,34
	Pobre	256	2.625	0,60	403.200	11.591,53	45,28
	Muy Pobre	128	725	0,60	55.680	1.600,73	12,51
Subtotal						32.348,09	
Coironal plano húmedo	Excelente	50	2.587	0,40	51.223	1.472,59	29,75
	Bueno	66	1.537	0,40	40.577	1.166,54	17,67
	Regular	409	573	0,40	93.743	2.695,00	6,59
	Pobre	33	0	0,40	0	0,00	0,00
	Muy Pobre	17	0	0,40	0	0,00	0,00
Subtotal						5.334,12	
Coironal plano seco	Excelente	0	1.300	0,30	0	0,00	0,00
	Bueno	3.814	1.100	0,30	1.258.455	36.179,10	9,49
	Regular	13.667	650	0,30	2.664.968	76.614,68	5,61
	Pobre	797	0	0,30	0	0,00	0,00
	Muy Pobre	649	0	0,30	0	0,00	0,00
Subtotal						112.793,79	
Coironal plano arenoso	Excelente	0	1.312	0,25	0	0,00	0,00
	Bueno	0	1.175	0,25	0	0,00	0,00
	Regular	4.007	687	0,25	688.116	19.782,54	4,94
	Pobre	1.432	0	0,25	0	0,00	0,00
	Muy Pobre	1.048	0	0,25	0	0,00	0,00
Subtotal						19.782,54	
Ondulado	Excelente	0	1.556	0,20	0	0,00	0,00
	Bueno	458	942	0,20	86.193	2.477,95	5,42
	Regular	1.254	400	0,20	1002.80	2.882,93	2,30
	Pobre	3.336	0	0,20	0	0,00	0,00
	Muy Pobre	198	0	0,20	0	0,00	0,00
Subtotal						5.360,99	
TOTAL					8.960.714		

Fuente: Los Autores

¹ Materia seca utilizable, que es un porcentaje del total disponible, basado en los cálculos de López (1989) y Vial (1991).

² Es un índice específico de calidad pratense, basado en inferencias de los especialistas de las estancias. Se establece a base de la digestibilidad, arquitectura de la fitocenosis y posición relativa en el espacio, como una constante de transacción entre las diversas cantidades ecológicas del forraje.

³ Corresponde a la producción total estandarizada de la estancia

Cuadro 3. Valores calculados de capacidad sustentadora potencial de cada sitio y condición de la Provincia Esteparia Muy Fría Tendencia Secoestival. Las cifras entre paréntesis son inferencias

Distrito	Sitio	Condición				
		Excelente	Buena	Regular	Pobre	Muy Pobre
		UOM ha ⁻¹ año ⁻¹				
Depresional	Mallin hidromórfico	(85,00)	67,29	42,10	16,01	(8,00)
Depresional	Mallin mesomórfico	(271,00)	267,24	247,11	211,88	176,64
Depresional	Mallin xeromórfico	(135,00)	101,77	73,37	45,30	12,51
Plano	Coironal plano húmedo	29,76	17,68	6,59	(3,00)	(1,00)
Plano	Coironal plano seco	(15,0)	9,49	5,61	(2,1)	(0,6)
Plano	Coironal plano arenoso	(13,00)	(8,00)	4,94	(1,80)	(0,5)
Ondulado	Indiferenciado	(6,00)	4,09	2,30	(0,9)	(0,2)
Cerrano	Indiferenciado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Montano	Indiferenciado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Los Autores

Cuadro 4. Valores calculados de la productividad secundaria potencial de peso vivo ovino de cada sitio y condición de la Provincia Esteparia Muy Fría Tendencia Secoestival. Las cifras entre paréntesis son inferencias

Distrito	Sitios	Condición				
		Excelente	Buena	Regular	Pobre	Muy Pobre
		kg PV ha ⁻¹ año ⁻¹				
Depresional	Mallín Hidromórfico	(73,9)	58,8	36,8	14,0	(6,9)
Depresional	Mallín Mesomórfico	(218,8)	233,7	216,1	185,3	154,5
Depresional	Mallín Xeromórfico	(117,4)	88,7	64,1	39,6	10,9
Plano	Coironal plano húmedo	26,0	15,4	5,7	(2,6)	(0,8)
Plano	Coironal plano seco	(13,0)	8,3	4,9	(1,8)	(0,5)
Plano	Coironal plano arenoso	(11,3)	(6,9)	4,3	(1,57)	(0,4)
Ondulado	Indefinido	(5,2)	4,7	2,0	(0,7)	0,17
Cerrano	Indefinido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Montano	Indefinido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Los Autores

Cuadro 5. Valores calculados de la productividad potencial de lana de cada sitio y condición de la Provincia Esteparia Muy Fría Tendencia Secoestival. Las cifras entre parentesis son inferencias

Distrito	Sitios	Condición				
		Excelente	Buena	Regular	Pobre	Muy Pobre
		kg lana sucia ha ⁻¹ año ⁻¹				
Depresional	Mallín Hidromórfico	(31,4)	24,7	15,4	5,8	(2,96)
Depresional	Mallín Mesomórfico	(99,5)	98,0	90,6	77,7	64,8
Depresional	Mallín Xeromórfico	(49,9)	37,2	26,9	16,6	4,6
Plano	Coironal plano húmedo	10,9	6,5	2,4	(1,1)	(0,4)
Plano	Coironal plano seco	(5,5)	3,5	2,1	(0,8)	(0,2)
Plano	Coironal plano arenoso	(4,8)	2,9	1,8	(0,7)	(0,2)
Ondulado	Indefinido	(2,2)	2,0	0,8	(0,3)	(0,1)
Cerrano	Indefinido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Montano	Indefinido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Los Autores

AJUSTES PERIÓDICOS Y ESPACIALES DE LOS CÁLCULOS

Los valores calculados de las capacidades sustentadoras de los diversos sitios y condiciones existentes en la Provincia Patagonia Occidental y de sus productividades de peso vivo animal y de lana,

deben ser considerados como una primera aproximación al problema, dado que no se dispone de la totalidad de la información requerida para hacer cálculos más precisos. Los valores, sin embargo, deben ser considerados como aceptables, dada la alta cantidad de mediciones, el tiempo transcurrido de ajuste de la CG a la CS y, de los análisis realizados.

El uso de estas cifras permite hacer cálculos más precisos de asignación de cargas ganaderas a cada campo de acuerdo con la superficie de cada sitio y condición que exista en el área. Los ajustes definitivos, sin embargo, se deben hacer cada año, de acuerdo con las condicionantes locales y las características específicas del área y, el comportamiento del ganado.

La determinación de la superficie de cada sitio y de su condición, en cualquier predio de la Provincia, permite contar con un conocimiento apriorístico de su capacidad sustentadora y de su productividad, lo cual es de valor para llevar a cabo estudios económicos y planes de manejo preliminares. Una vez aplicado, se requiere hacer un ajuste local de cada predio a través de mediciones específicas y del monitoreo de la evolución de la condición y de ajuste de la carga animal. Sólo esto permite tener una mayor certeza de los resultados y de su aplicación local.

La Provincia, por presentar un amplio rango de extensión longitudinal y latitudinal, presenta también un rango de amplitud térmica y de precipitaciones, lo cual debe afectar cuantitativamente las cifras calculadas. Es por ello que se requiere, además, subdividir la provincia en subprovincias y asignarle coeficientes de ajuste a cada una, las cuales deben corresponder al mismo padrón ya descrito.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, G. 1990. El uso del cereal por las poblaciones de cérvidos (*Cervus elephus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*) en una finca cinegética mediterránea. *Ecología* N° 4; 159–169.
- BARTELS, G.B., B.E. NORTON y G.K. PERRIER, 1993. An examination of the carrying capacity concept. En: R. H. Behnke Jr., I. Scoones and Kerven (eds). *Range Ecology at Disequilibrium*. Overseas Development Institute. U.K. pp. 89–103.
- BONHAM, C.H. 1989. *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley & Sons. New York.
- BORELLI, P., C. CHEPPI, M. IACOMINI y A. RAMSTON. 1983. Condición de pastizales en sitio terraza de Río Gallego. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Santa Cruz, Argentina.
- BORELLI, P., F. ANGLÉSIO, C. BAETTI, C. CHEPPI, M. IACOMINI y A. RAMSTRON. 1989. Condición de pastizales en el sudeste de Santa Cruz (Patagonia). II Sitio “Santa Crusense” Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Santa Cruz. Argentina.
- BRADLEY, R.G. y N.M.J. CROUT. 1992. *PARCH a users guide*. Sutton Bonnington Leicester. U.K.; Tropical Crops Research Unit, University of Nottingham.
- BRKLACICH, M., C. BRYANT & B. SMITH. 1991. Review and appraisal of concept of sustainable food production systems. *Environmental Management* 15: 1–14.
- BROWN, B., M. HANSON, D. LIVERMAN y R. MERIDETH. 1987. Global sustainability: toward definition. *Environmental Management* 11: 713–719.
- CAJANDER, A.K. 1925. The theory of forest types. *Acta Forest. Fennica*. 29: 1–108.
- CLAWSON, W.J., N.J. Mc DOUGALD y D.A. DUNCAN. 1982. Guidelines for residue management on annual range. Cooperative Extension Service. Division of Agricultural Science. University of California.
- COSTELLO, D.F. 1956. Factors to consider in the evaluation of vegetation condition. *Journal of Range Management* 9: 73–74.
- COTECOCA 1979. Coahuila. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Ganadería. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. México. D.F.
- COUGHENOUR, H.B., D.L. COPPOCK, J.E. ELLIS y H. ROWLAND. 1990. Herbaceous forage variability in an arid pastoral region of Kenya: importance of topographic and rainfall gradients. *Journal of Arid Environments* 19(2): 147–159.
- DALL’ORSO, C. 1985. Análisis de los estados vegetacionales de la Estepa Matorral, bajo eficientes sistemas de uso con ovinos. Región de Magallanes. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 88 pp.
- DASMANN, W. 1945. A method for estimating carrying capacity of range lands. *Journal of Forestry* 43: 400–402.
- DHONDT, A.A. 1989. Carrying capacity: a confusing concept. *Acta Oecologica* 9: 337–346.
- DOYLE, C.J., J. EVANS & J. ROSSITER. 1986. Agroforestry: an economic appraisal of the benefits of intercropping trees with grassland in lowland Britain. *Agricultural System* 21: 1–32.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1949. Condition and management of range land upon quantitative ecology. *Journal of Range Management* 2: 104–115.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1958. Ecological principles in range evaluation. *Botanical Rev.* 24: 253–272.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1958. Range conservation based on sites and condition classes. *Journal of Soil and Water Conser.* 13: 104–115.

- ELLISON, L. 1960. Influence of grazing on plant successions of rangelands. *Botanical Rev.* 26: 1–78.
- FERNÁNDEZ, P. 1995. Metodología para determinar la capacidad sustentadora animal en un contexto de uso múltiple. Aplicación al ecosistema mediterráneo. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba, Córdoba, España.
- FRANCIS, J.K. 1984. Soil site Classification for bottomland hardwoods. In: Proceedings, Twelfth Annual Hardwood Symposium, Hardwood Research Council. USA.
- FREEDMAN, H.I. 1980. Deterministic mathematical models in population ecology. Marcel Dekker, INC, New York.
- GASTÓ, J. 1982. Dinámica de la descarga del pastizal por el herbívoro. Sistemas en Agricultura IISA 8203. P. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago, Chile.
- GASTÓ, J., F. COSIO y D. PANARIO 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de Sitio y Condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos. CIID; Canadá. Quito, Ecuador.
- GASTÓ, J., F. SILVA y F. COSIO. 1990. Sistema de clasificación de pastizales de Sudamérica. Sistemas en Agricultura IISA 9001. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía, P. Universidad Católica de Chile. Santiago.
- GASTÓ, J., y S. GALLARDO. 1995. Ecorregiones de Chile. Superficie de pastizales, Existencia y Ganado y Productividad. *Ciencia e Investigación Agraria* 22:25–39.
- GOLDSCHALK, D.R. 1977. Carrying capacity: a promising growth management tool. *Environmental Comment*: 10–11. The Urban Land Institute, Washington, DC.
- GONZÁLEZ, F. 1981. *Ecología y paisaje*, Blume Ediciones. Madrid.
- GREEN, B. 1985. Countryside conservation. The protection and management of amenity ecosystem. The Resource Management Series 3, UNWIN HYMAN, London.
- HOBBS, N.T., D.L. BAKER, J.E. ELLIS, D.M. SWIFT & R.A. GREEN. 1982. Energy and nitrogen based estimates of ELK winter-range carrying capacity. *Journal of Wildlife Management* 46: 12–21.
- HODGSON, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science* 34: 11–18.
- HOLECHEK, J.L., R.D. PIEPER & C.H. HERBEL. 1989. Range management. Principles and practices. Ed. Prentice-Hall, New Jersey.
- HOLMES, W. 1982. Grass and production and utilization. Blakcuel Scientific Publications. Oxford.
- HUMPHREY, R.R. 1947. Range forage evaluation by the condition method. *Journal Forestry*, 45: 10–16.
- HUSS, D.L. 1964. A glossary of terms used in range management. Am. Soc. Range Manage. Portland, Oregon.
- JOYCE, L.A. 1993. The life cycle of the range condition concept. *Journal of Range Management*, 46: 132–138.
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultural Económica México, D.F.
- LÓPEZ, C.I. 1989. Caracterización de los Sitios, pastizales y determinación de la Condición y capacidad sustentadora. Estancia Baño Nuevo. Estepa Fria. Coyhaique. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía, Quillota.
- LÓPEZ, I., J. GASTÓ y F. COSIO. 1995. Caracterización de Distritos y Sitios de la Estepa Muy Fría Tendencia Secoestival o Patagonia Occidental. *Agro Sur* 23(1): 1–14.
- MOTT, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. En: *Proceeding of the VIII International Grassland Congress*. Reading, England. pp. 606–611.
- MURPHY, R. 1967. A spatial classification of landforms based on both genetic and empirical factors: a revisión. *Ann. Asoc. Am. Geogr.* 57: 185–186.
- MUSLERA, E. y C. RATERA. 1991. *Praderas y forrajes*. Mundi-Prensa. Madrid.
- NIESWAND, G.H. y P. PIZOR. 1977. How to apply carrying capacity analysis. *Environmental Comment*: 8–10. The Urban Land Institute, Washington, D.C.
- ODUM. E.P. 1953. *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders. Philadelphia.
- PANARIO, D., E. MORATÓ, S. GALLARDO y J. GASTÓ 1988. Sitio en el sistema de clasificación de pastizales. Sistemas en Agricultura. IISA 8818. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, P. Universidad Católica de Chile. Santiago.
- PANARIO, D., S. GALLARDO y J. GASTÓ. 1998. Unidades germofológicas en el Sistema de Clasificación de Pastizales, Distrito. Sistemas en Agricultura IISA–8819. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, P. Universidad Católica de Chile. Santiago.
- PEREDA, N. 1992. Base de datos de ecorregión, Provincia Estepa Muy Fría Tendencia

- Secoestival ó Patagonia Occidental. Recopilación de Información. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Informe no publicado.
- PRIETO, C., J.F. AGUILERA, L. LARA, y J. FONOLLA. 1990. Protein and energy requirements for maintenance of indigenous Granadina goats. *British Journal of Nutrition* 63: 155–163.
- RODRÍGUEZ, D. 1986. Recursos forrajeros utilizados en producción ovina, Zona Austral XII Región. En: G. García (ed). *Producción ovina*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago.
- ROSENWEIGH, M.L. 1968. Net primary productivity of terrestrial communities: prediction from climatological data. *Amer. Natur.* 102:67–74.
- ROTHERFORD, M.C. 1978. Plant-based techniques for determining available browse and browse utilization: a review. *The Botanical Review*, 42: 203–228.
- SCARNECCHIA, D.L. 1990. Concepts of carrying capacity and substitution ratios: a system viewpoint. *Journal of Range Management* 43: 553–555.
- SHIFLET, T.N. 1973. Range sites and soils in the United States. U.S.A. – Australia Workshop.
- SOCIETY FOR RANGE MANAGEMENT. 1974. Glossary of management terms. Denver, Colorado.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1962. Technician guide to range site, condition classes and recommended stocking rates in soil conservation in districts of the foothill area of central montana. 10” – 14” precipitation belt. U.S. Dept. Agriculture, Soil Conservation Service, Portland, Oregon. M-4377.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1962. Technicians guide to range site, condition class and recommended stocking rates in soil conservation districts. U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service. Lincoln, Nebraska.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1975. National handbook for native grazing lands. U.S. Dept. Agric. Wash. D.C.
- VIAL Y., G. 1991. Distrito, Sitios, productividad y movimientos del ganado en la Patagonia Occidental. Estancia Rio Cisnes, Coyhaique. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agrónomo. Quillota.
- ZONEVELDJT, I.S. 1972. Evaluación de tierras y ciencias del paisaje. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos. Montevideo, Uruguay.