

Ecofisiología de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para su Sustentabilidad

Nabinger, C.¹; de Faccio Carvalho, P.C.

¹*Departamento de Plantas Forrajeras y Agrometeorología, UFRGS. Correo electrónico: nabinger@ufrgs.br*

Resumen

Solo en las últimas décadas se empieza a tomar conciencia de los riesgos de los efectos de la explotación desmedida de los recursos naturales y sus consecuencias sobre el ambiente y la calidad de vida en la planeta. En el caso de las pasturas naturales, su conservación depende de la agregación del valor de otros servicios prestados que normalmente no son considerados. La preservación y calidad del agua, de los suelos, del paisaje, de los aspectos culturales y otros no son valorados, quedando únicamente la renta originada de la venta de los productos animales como remuneración al productor. Y esa renta es baja pues el manejo a que están sometidas esas pasturas no les permite expresar su potencial productivo. Eso fue consecuencia de un abordaje equivocado por parte de la investigación, que solo recientemente ha adoptado una postura más analítico y explicativa de los procesos conducentes a la producción de forraje y al comportamiento de los animales en pastoreo, en sustitución al abordaje tradicional productivista. La aplicación de conocimientos generados sobre la morfogénesis de las distintas especies vegetales que componen la pastura y de los conocimientos sobre como esa morfogénesis afecta la estructura del pasto y sus consecuencias sobre el comportamiento ingestivo y el desempeño del animal en pastoreo, es la única forma de originar recomendaciones de manejo que lleven al aumento de producción y de renta sin comprometer el ecosistema y agregando otros valores que talvez un día sean efectivamente reconocidos y repasados al productor. El presente artículo propone una revisión de los aspectos de ecofisiología de forrajeras y del comportamiento ingestivo del animal, centrada en pasturas naturales, la presentación de un modelo conceptual de funcionamiento de la pastura y algunas aplicaciones que han resultado en aumento de producción animal y de renta al productor, con mejoras en algunos indicadores de sustentabilidad del ecosistema.

Palabras clave: oferta de forraje, diferimiento, modelaje, comportamiento ingestivo, estructura del pasto; morfogénesis

Summary

Ecophysiology of Pastoral Systems: Applications for Sustainability

Only during the last decades a conscience is being formed about the risks of the effects of unlimited exploitation of the natural resources and its consequences for the environment and the quality of life on the planet. In the case of native pastures, their conservation depends on the added value of other services, which are usually not taken into consideration. Preservation and quality of water, soil, and landscape, of cultural and other aspects are not valued; leaving only the profits generated from the sales of animals to the farmer. This profit is low because the management of the pastures do not allow them to express their productive potential. This is due to a wrong approach of research, which only recently has adopted a more analytical and explicative standpoint toward the processes leading to the production of forage and the behaviour of animals on pasture, substituting the traditional productive approach. The application of knowledge generated on morphogenesis of the different plant species, which compose the pasture, and the knowledge on how this morphogenesis affects the structure of the pasture and its consequences for ingestive behaviour and animal performance on pasture, is the only way to generate recommendations for management, which will lead to increases in production and profit without compromising the ecosystem, adding other values, which maybe one day will be sufficiently known by the farmer. This paper revises aspects of ecophysiology of

forage and the ingestive behaviour of the animals, concentrating on native pastures; presents a conceptual model of the functioning of pasture; and some applications that have resulted in an increase in animal production and profits to the farmer, along with improvement of some indicators of sustainability of the ecosystem.

Key words: forage allowance, deferment, modeling, ingestive behavior, sward structure, morphogenesis

Introducción

Los ecosistemas pastoriles son los más grandes ecosistemas del mundo (40.5 % del área terrestre sin considerar la Groenlandia y Antártica). Millones de productores rurales dependen de los mismos, que además, son esenciales para la protección del ambiente y la conservación *in situ* de recursos genéticos. A pesar de su importancia económica y ambiental, su preservación y adecuada utilización ha recibido relativamente poca atención por parte de los ambientalistas y de los gobiernos, los cuales ven la ganadería a pasto mucho más como un problema que como parte esencial para la conservación y preservación de su biodiversidad. Según Heindenreich (2009) el reconocimiento de Valor Económico Total de los bienes y servicios proveídos por las pasturas naturales es inexistente. Ese valor total debe considerar: (a) valor del uso directo sin conversión de la pastura (pastoralismo de subsistencia, recursos genéticos bio-medicinales, recreación activa); (b) valores socio-culturales de no uso (salud física y mental, valores estéticos, heredabilidad cultural, valor espiritual, conocimientos ecológicos tradicionales, recreación pasiva, etc.); (c) valor indirecto de los servicios ecológicos (calidad de los suelos, filtración y almacenamiento de agua, secuestro de carbono y calidad del aire, etc.). En consecuencia, se observa un creciente aumento de la presión sobre las pasturas naturales tanto vía conversión para otras actividades agrícolas (granos, pasturas cultivadas y silvicultura) como vía utilización de cargas animales excesivas.

La incorporación de estos valores en las tomas de decisiones (individuales – los ganaderos, o colectivos – los responsables por las políticas públicas) sería fundamental para garantizar la conservación y protección de ese ecosistema. Si esos valores no son considerados en su totalidad no se tendrá nunca una visión completa de los beneficios para el ser humano y las decisiones continuarán a ser tomadas de la forma actual, o sea únicamente por valoración de la renta directa de la venta de los productos animales generados, llevando al actual incremento exponencial de la degradación de esos ambientes.

Si bien es necesario considerar todos los aspectos de valoración antes mencionadas, la presente discusión se centralizará en la cuestión más inmediata, a nuestro entender, que es el valor de uso directo en la producción animal, una vez que afecta de forma más impactante las decisiones del ganadero y puede ser el primer paso para el convencimiento de los mismos (y por que no, también de los gestores públicos) sobre las potencialidades no exploradas o mal exploradas que presentan las pasturas naturales. Y las bases para el logro de los objetivos de producción y conservación están en la comprensión de las bases ecofisiológicas del crecimiento de las plantas y del comportamiento ingestivo de los animales.

Rol de la ecofisiología y ecología del pastoreo en el uso de las pasturas

Por muchas décadas la investigación en pasturas permanentes estuvo focalizada en la descripción florística o simplemente en la producción de forraje. El enfoque era esencialmente productivista. Una postura más analítico-explicativa, donde se pretende no simplemente cuantificar un potencial productivo del pasto pero sí entender su funcionamiento y los procesos que determinarán o no la realización de aquel potencial es reciente. Esa nueva concepción busca conocer el origen de los procesos, insertados en leyes mayores de funcionamiento del ecosistema, de forma que los resultados sean reproducibles en cualquier otra condición que no sean aquellas en las cuales fueron generados.

En las plantas forrajeras los atributos morfogenéticos determinan la arquitectura de la planta y afectan la accesibilidad de los animales al forraje. La morfología de las plantas individuales, a su vez, afecta la estructura y funcionamiento de las poblaciones y comunidades, determinando las interacciones competitivas entre las especies y entre individuos de una misma especie. El pastoreo altera esas relaciones competitivas al defoliar diferencialmente a las distintas especies, modificando la expresión de los mecanismos de rebrote, a favor de unas y en detrimento de otras. Esto acarrea a su vez, cambios en la composición botánica que pueden afec-

tar la cantidad, calidad y estacionalidad de la producción de la pastura y, por consiguiente, la producción animal. Por lo tanto, la implementación de estrategias de manejo debe contemplar tanto las características morfogénicas de las plantas dominantes en la pastura como también la respuesta del comportamiento ingestivo de los animales.

El conocimiento analítico del proceso de construcción de la producción de pasto (Nabinger, 1997; Nabinger e Pontes, 2001) y del proceso de cosecha de forraje en pastoreo (Carvalho *et al.*, 1999; Carvalho *et al.*, 2000; Carvalho *et al.*, 2009) son fundamentales para avanzar en la comprensión de las relaciones causa-efecto entre plantas y animales. Esa es la única forma de proponer bases de manejo sólidas y extrapolables a cualquier condición. Esa manera de abordar el problema forrajero necesita una mejor conceptualización y comprensión de la interacción suelo-clima-planta-animal. La Figura 1 representa un modelo conceptual para entender estas relaciones y tiene por base los modelos propuestos por Lemaire y Chapman (1996), Cruz y Boval (2000) y Freitas (2003).

Ese modelo considera las condiciones del medio (temperatura, agua, radiación solar, fertilización, etc.) y de manejo (frecuencia y intensidad de defoliación) afectando la morfogénesis, que a su vez altera las características estructurales del pasto, determinando el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo.

Tales interacciones son complejas y dinámicas, influenciadas por la defoliación, principal conexión pasto-animal. Las variables del comportamiento ingestivo son dependientes de las características estructurales del pasto, las cuales afectan el desempeño individual del animal. Las características morfogénicas, a su vez, determinan la capacidad de soporte de la pastura. Más importantes son las tasas de surgimiento, de elongación y la longevidad de la hoja, más animales pueden ser alimentados por área con una oferta de forraje óptima, o sea, mayor capacidad de soporte tendrá el pasto.

Conocer las respuestas de las distintas plantas forrajeras a las variables ambientales no controlables es el primer paso para definir su potencial productivo. Eso presupone una etapa en donde los factores controlables (agua y nutrientes) estén disponibles en niveles óptimos. De esa forma se podrá modelizar las respuestas morfogénicas (tasa de elongación de la hoja, tasa de elongación del macollo o estolón y longevidad de la hoja) de diferentes genotipos a variaciones en las condiciones de temperatura, radiación solar y fotoperíodo para explicar las variaciones en la velocidad de acumulación de forraje, la cual debe dictar el ritmo de utilización por los animales. Pero esas variables también determinan la formación del índice de área foliar (IAF) en conjunto con las variables estructurales de la planta (número de hojas vivas por macollo, densidad de

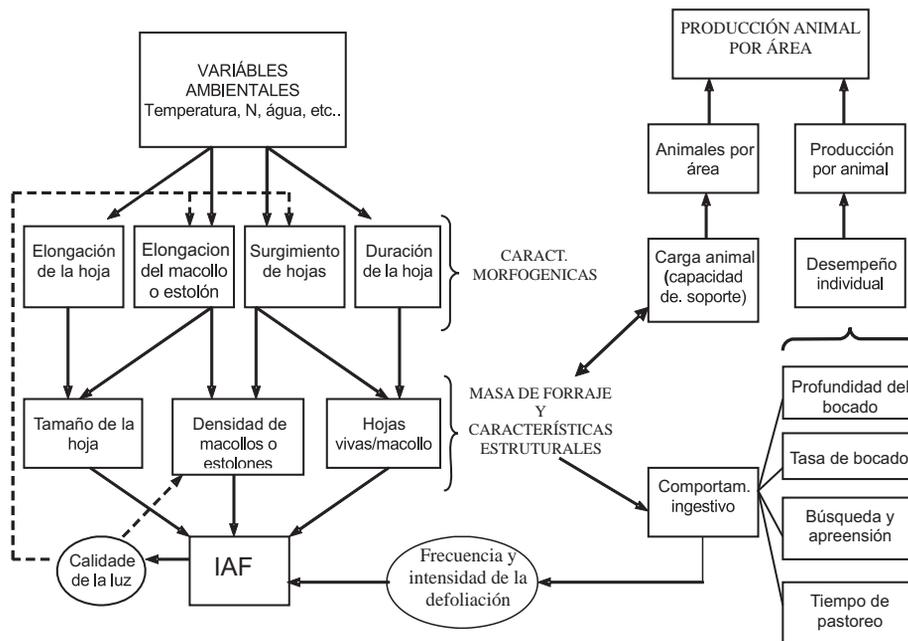


Figura 1. Modelo conceptual de las relaciones suelo-clima-planta-animal.

macollos y tamaño final de la hoja). El IAF representa la estructura de interceptación de la luz, fuente primaria de energía para la fijación del carbono necesario al crecimiento de la planta. Varios trabajos han sido realizados con esa óptica (Cruz, 1998; Scheffer-Basso *et al.*, 1999a; Scheffer-Basso *et al.*, 1999b; Silva *et al.*, 2001a; Silva *et al.*, 2001b; Nabinger *et al.*, 2003a; Nabinger *et al.*, 2003b; Pontes *et al.*, 2003; Eggers *et al.*, 2004; para citar algunos), revelando nuevas bases para la comprensión del proceso de acumulación de biomasa y de las relaciones de competición de distintos genotipos en mezclas simples o como parte de sistemas más complejos como la pradera natural. Revelan informaciones fundamentales para decisiones sobre la frecuencia de defoliación y sobre el método de pastoreo.

A partir del conocimiento de las características estructurales del pasto es posible avanzar en la elaboración de modelos de respuesta a los factores del ambiente. Así, por ejemplo, la tasa de emisión de hojas, su tamaño, longevidad y la tasa de macollamiento son las bases para elaborar modelos de evolución del IAF y de su eficiencia de interceptación luminosa (Nabinger, 1997; Nabinger, 1998). Con base en el modelo de interceptación es posible entonces construir modelos de acumulación potencial de forraje, basados únicamente en la temperatura y radiación solar, conforme describe el mencionado autor. Esos modelos potenciales son de poca aplicación práctica inmediata pero son fundamentales para nortear la investigación que, a partir de entonces deberá incluir como fuentes de variación los factores controlables agua, nutrientes y defoliación. En esta perspectiva algunos modelos de acumulación potencial fueran parametrizados, por ejemplo, para raigrás (*Lolium multiflorum*) (Viegas y Nabinger, 1999; Viegas *et al.*, 1999), *Paspalum notatum* (Costa *et al.*, 1997a; Costa *et al.*, 1997b), *Desmodium incanum* (Spannemberg *et al.*, 1997a; Spannemberg *et al.*, 1997b) y avena (Alves, 2002). La determinación de los límites superiores de producción permitida por el uso de tales modelos han permitido eliminar ciertos paradigmas como ser el de la baja productividad de especies nativas.

La próxima etapa es la verificación del efecto de la defoliación y sus consecuencias sobre la producción animal. Boggiano (2000), Boggiano *et al.* (2001), Freitas (2003) e Pontes *et al.* (2004), Neves *et al.* (2009), son ejemplos de aplicación de esa filosofía de investigación.

Igualmente importante es el conocimiento de las características morfológicas de ciertas especies en comu-

nidades complejas como en el caso de la pastura natural, para entender la dinámica de sucesión vegetal en respuesta a factores del ambiente y a la presión de pastoreo (Eggers, 1999; Eggers *et al.*, 2004; Cruz, 1998; Mezzalira *et al.*, 2008) o a otros efectos bióticos como el fuego (Trindade *et al.*, 1999a; Trindade *et al.*, 1999b).

Dentro los avances y consolidaciones del conocimiento derivados de esa forma de abordaje se puede destacar:

- La intensidad de pastoreo es la principal determinante de las variables morfológicas que caracterizan el tamaño de la hoja y la densidad de macollos y, en consecuencia, el IAF promedio del dosel;
- Cuanto más importante es la presión de pastoreo, tanto más la estructura del pasto se muestra limitante al proceso de cosecha y ingestión de forraje por el animal;
- Las características morfológicas y estructurales del pasto son absolutamente dependientes de la disponibilidad de nitrógeno pero ese interacciona de forma determinante con la intensidad de pastoreo;
- El comportamiento ingestivo de los animales indica el status nutricional de los mismos.
- Cuando la intensidad de pastoreo es elevada y la estructura es baja, los animales pastorean a un ritmo acelerado, por más tiempo, caminan más y de forma más rápida y realizan menor número de comidas pero de mayor duración;
- Ofertas de forraje muy elevadas también pueden restringir la ingestión diaria. El intervalo de tiempo entre dos bocados sucesivos aumenta considerablemente cuando la estructura del pasto se presenta muy alta y con elevada dispersión de hojas en la parte superior del dosel. En consecuencia, la velocidad de ingestión es restringida por el aumento de movimientos mandibulares para manipulación del forraje cosechado;
- Estructuras de pasto que potencian la producción primaria y/o secundaria pueden ser ilustradas por alturas de manejo tales como: raigrás para ovinos (± 15 cm), raigrás + avena para bovinos (± 25 cm), *Pennisetum americanum* para ovinos (± 30 cm), *Panicum maximum* cv. Tanzânia para ovinos (± 40 cm), *P. maximum* cv. Mombaça para bovinos (± 90 cm). Estudios con campo natural indican que la altura del estrato inferior que optimiza el tamaño del bocado y por ende la ingestión diaria es alrededor de 12 cm para bovinos y de 9 cm para ovinos (Gonçalves *et al.*, 2009).

Una propuesta de modelo conceptual para la pastura natural

El modelo de Lemaire y Chapman (1996) considera pasturas monofíticas o con pocas especies, lo que lo hace insuficiente para aplicación al ecosistema pastoril natural donde la diversidad es muy elevada. La Figura 2 propone un modelo como base conceptual para discusión y referencial para orientar futuras acciones de investigación.

El modelo considera que los efectos conjuntos de clima y suelo son los determinantes de la composición florística de un determinado espacio. En los ecosistemas pastoriles controlados por el hombre, se suma el efecto de la herbivoría, controlada vía decisiones sobre categorías y especies animales y dotación en cada categoría, lo que determinará distintas presiones de pastoreo (intensidad de defoliación, selectividad y preferencia) sobre esa vegetación, que interaccionando con el método de pastoreo condiciona la frecuencia de sus distintos constituyentes florísticos. Pero, el efecto antrópico sobre la composición de la vegetación también puede resultar de acciones más directas como la fertilización, la inter-siembra de especies, el uso del fuego y desmalezamiento, por ejemplo.

El conjunto de esos condicionantes antrópicos interaccionan a su vez con el tipo de vegetación a través de los mecanismos propios de tolerancia y de escape, determinando alteraciones más o menos profundas en la composición florística según la frecuencia con que esos mecanismos estén presentes en las diferentes especies. En razón de la importante complejidad de esa flora, es prácticamente imposible cuantificar tales efectos en cada uno de sus componentes específicos. Por lo tanto, es necesario reducir y simplificar el número de especies, agruparlas por características comunes de respuesta. Es así que el concepto de Grupos Funcionales, o sea, el agrupamiento de especies por características morfogénicas, estructurales, fisiológicas y ecológicas similares es de gran utilidad. El modelo propuesto presupone ese tipo de agrupamiento, siendo que el número y proporción de grupos funcionales (GF) depende de las interacciones antes comentadas entre suelo, clima, herbivoría y otras intervenciones humanas. Tales interacciones no son cuantitativamente estables a mediano plazo porque el clima varía, el suelo evoluciona y las intervenciones humanas cambian, de modo que ocurre constantemente una retroalimentación de esa parte del sistema generando nuevos direccionamientos en la sucesión vegetal, pero es mucho menos variable y

de utilización más simples que la composición específica.

La disponibilidad global de forraje y la estructura general del pasto (resultante de la integración de las características de cada grupo funcional) determina el comportamiento ingestivo, caracterizado por profundidad del bocado, por la tasa de bocados, por el tiempo de búsqueda y prehensión del forraje y por el tiempo diario en pastoreo. Esas características, asociadas con la calidad de la dieta ingerida (dependiente de la composición botánica de los diferentes grupos y de la oferta de forraje) determinan el desempeño animal individual, la cual, multiplicada por el número de animales determina la producción por área.

No es un modelo simple y casi todas las relaciones propuestas necesitan ser parametrizadas, utilizándose la variabilidad natural existente. La necesidad de innumerables controles del medio (clima y suelo) es indispensable y el uso de análisis multivariada una herramienta necesaria.

Potencial de las pasturas naturales: ejemplo del sur de Brasil

De antemano es importante resaltar la necesidad de cambiar la idea de que tecnología es sinónimo de aplicación de insumos modernos, lo que no quita la posibilidad de también utilizarlos en alguna medida. En ese sentido, la primera y fundamental tecnología es el «*ajuste de la carga animal al crecimiento del pasto*». Y esa no tiene cualquier costo financiero, de la misma forma que el «*diferimiento (cierre) de potreros*» que tampoco demanda inversión de capital. Esas dos prácticas de manejo, que son las de mayor impacto sobre el sistema de producción basado en pasturas naturales, demandan un conocimiento fundamental que es saber cuáles son las principales especies forrajeras y no forrajeras que tenemos en el predio y porque ellas se presentan con la frecuencia y cobertura que tienen en cada potrero o región de la finca. Relacionar eso con el tipo de suelo, disponibilidad de humedad, fertilidad y, lo más importante, con su histórico de uso, es fundamental para el planeamiento y gestión de esas dos técnicas.

En una secuencia lógica, a partir del dominio de esas dos capacitaciones, existe la posibilidad de incrementar aún más la productividad por fertilización de alguna proporción del campo, por inter-siembra de especies hibernales, por suplementación de forma estratégica alguna categoría animal y también por prácticas de desmalezamiento cuando necesario.

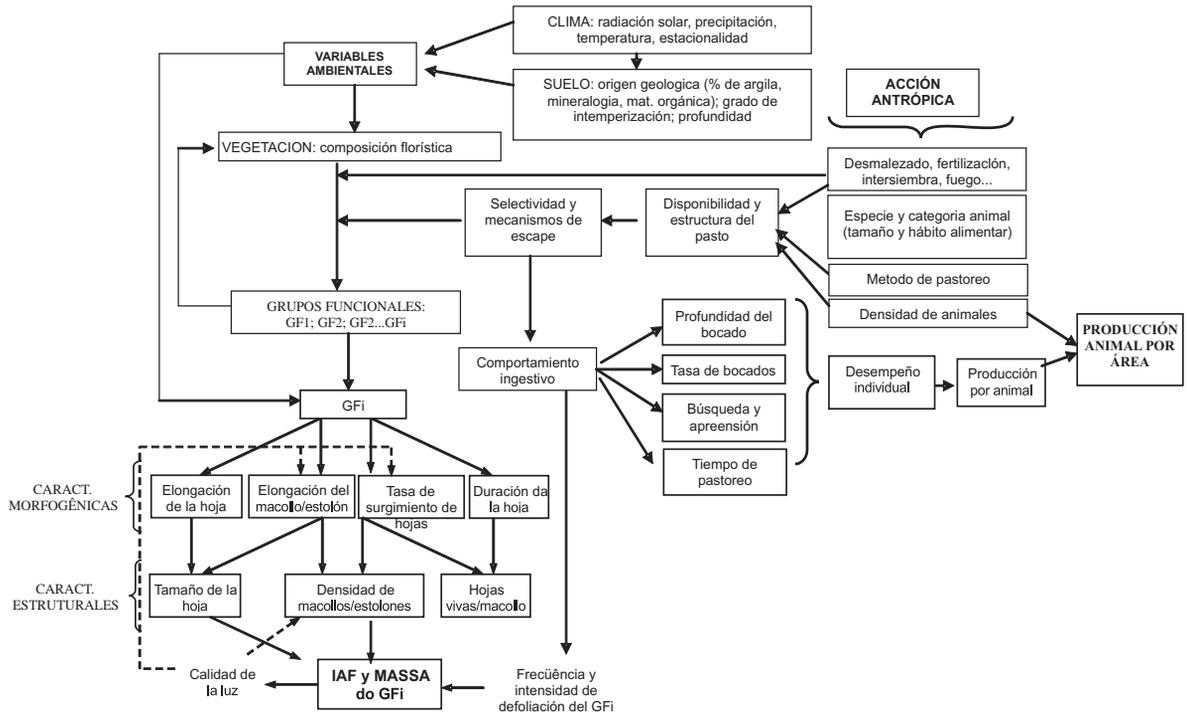


Figura 2. Propuesta de modelo conceptual de funcionamiento del ecosistema pastoril natural.

La Figura 3 ilustra la producción anual de peso vivo en sistemas de recría y engorde de bovinos para carne, en base a resultados de ensayos realizados en la región de la «Depressão Central» de Rio Grande del Sur, Brasil. Una descripción mas detallada es encontrada en Nabinger *et al.* (2009).

El nivel 1 representa el promedio regional en los sistemas de recría y engorde o sea, una producción neta alrededor de 60 kg de peso vivo por hectárea por año.

El nivel 2 (150 kg PV/ha/año) resulta únicamente de la mantención de un nivel de oferta de forraje fijo a lo largo del año (12 kg de MS/100 kg de PV/día). Ese simple procedimiento permite aumentar la productividad animal en más del doble del promedio regional.

El nivel 3 es logrado con la mantención de una oferta de forraje del 12 % (12 kg de materia seca por 100 kg de peso vivo por día) entre enero y septiembre y del 8 % de septiembre a diciembre. La disminución de oferta en primavera determina un cambio importante en la estructura del pasto por eliminación de meristemas inducidos a florecer de *Andropogon lateralis* y otras especies cespitosas, que pasarán el resto del año en estado vegetativo. Como son resistentes tanto a la sequía como al frío, pasan a contribuir en el resto del año con forraje de relativamente buena calidad (principalmente *A.*

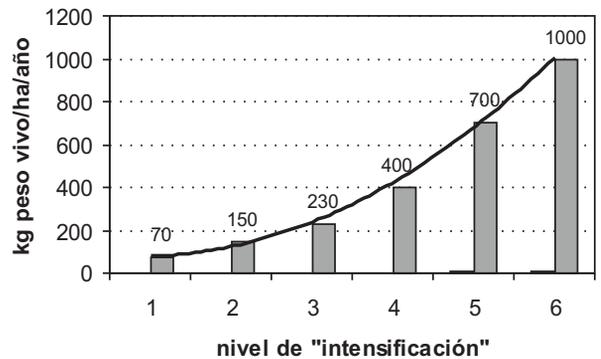


Figura 3. Producción de peso vivo por hectárea en sistema de recría y engorde sobre campo natural bajo niveles crecientes de intensificación: 1 = manejo corriente en la región; 2 = oferta constante (12%) durante todo el año; 3 = oferta de 8% en primavera y 12% el resto del año; 4 = oferta de 12% y fertilización con Ca, P e K; 5 = idem anterior + nitrógeno; 6 = idem anterior + interseembra de especies hibernales.

lateralis) pues no estarán más «encañadas» y serán más accesibles al pastoreo. Según Carvalho *et al.* (2007) el incremento en la producción animal está relacionada al aumento en el consumo en esa nueva estructura que se

ofrece al animal¹. El aumento de carga en primavera en algunos potreros proporciona igualmente el cierre de otros durante esa estación del año, permitiendo la resiembra de especies hibernales y acumulando forraje para el verano cuando las precipitaciones se ven disminuidas. Por lo tanto, es posible aumentar la producción animal en base a pastura natural más de tres veces y a costo zero (Nabinger, 2006), con importantes consecuencias económicas (Nabinger y Sant'Anna, 2007) para el productor.

En la medida en que se disponga de potreros con más masa de pasto por área, una estructura de mayor altura posibilita bocados de mayor tamaño, aumentando la tasa de ingestión y con mayor selectividad de partes de las plantas y/o de especies, con mejor valor nutritivo. La maximización del consumo ocurre cuando no hay más limitación física representada por la estructura del pasto y cuando el animal tiene la máxima posibilidad de selección de su dieta. Eso ocurre cuando el animal tiene a su disposición alrededor de cuatro veces más de lo que es capaz de consumir o sea, entre el 11 y el 13 % de su peso vivo en materia seca de forraje. Significa decir que hay que sobrar pasto para que el proceso de cosecha y ingestión sea optimizado resultando en mejor desempeño animal.

Por el lado del pasto, al mantener un residuo más importante de hojas, se incrementa la fijación del carbono atmosférico, lo que aumenta la velocidad de crecimiento del pasto, tanto de la parte aérea como de raíces. El incremento en raíces, hace con que la planta utilice mejor los recursos del suelo (agua y nutrientes) Lo que también contribuye para el mayor crecimiento. Además de estos beneficios, se ha verificado incremento en la materia orgánica de los suelos, aumento de la tasa y de la capacidad de almacenamiento de agua (Bertol *et al.*, 1998) y aumento en la diversidad florística (Carvalho *et al.*, 2003), lo mismo que de la fauna y de la microfauna, resultando en mejora de la fertilidad general del suelo.

Alcanzar el nivel 4 (350 a 500 kg PV/ha) ya necesita que se controle el limitador más importante para la expresión del potencial productivo de las especies nativas que es la baja fertilidad del suelo. Eso implica en inversión financiera, pero hay que considerar que las respuestas del campo, medidas en varios ensayos, permiten amortiguar toda la inversión en el primer año.

Como lo efectos de la fertilización permanecen por 5 a 6 años según el tipo de suelo, en los años subsecuentes las ganancias brutas son prácticamente las ganancias netas.

El nivel 5 (600 a 700 kg PV/ha) resulta de la fertilización con nitrógeno, más el fósforo y el potasio, cuando necesario. Ese nivel de intensificación necesita más inversión de capital que el anterior, pero las respuestas han sido de tal forma impactantes (diez veces la producción promedio regional) que el margen financiero resulta sumamente positivo.

En el nivel 6, además de eliminar la limitación de la fertilidad del suelo se utiliza de esa corrección química del medio para la inter-siembra de especies hibernales (raigrás y/o leguminosas). El efecto de la fertilización es extendido también a las especies nativas, mejorando de esa forma su participación en la producción anual de la pastura.

Sin embargo, la utilización de esos dos últimos niveles de intensificación involucra un riesgo ambiental que necesita ser mejor estudiado a largo plazo. Elevados niveles de fertilización (más de 100 kg N/ha) llevan a una disminución de la diversidad florística y a una dominancia de plantas más sensibles, por ejemplo, a la sequía, lo que puede ser un desastre en la ocurrencia de deficiencias hídricas prolongadas.

La cuestión que se impone es como aplicar todos estos conceptos. En primer término es importante considerar que el pasaje del nivel 1 al 2 es obligatorio pues resulta únicamente del adecuado control de la carga animal. Sin un adecuado control de la oferta forrajera a las exigencias de cada categoría animal, cualquier «modernización tecnológica» será inocua sin resultar en mejora de la eficiencia productiva y económica. Implementar otras alternativas que impliquen en aporte de capitales para aumentar la disponibilidad de forraje (fertilizantes, pasturas cultivadas, suplementos, etc.) solamente será viable cuando el productor domine el proceso de cosecha del forraje adicional producido. Otras prácticas de manejo son igualmente importantes y fundamentales para implementar el ajuste de carga: un adecuado empotreramiento, el diferimiento de potreros, el desmalezamiento, el uso de suplementos, etc., deben, en conjunto componer el sistema de producción. Las respuestas obtenidas dependen fundamentalmente del potencial genético de los animales lo cual debe estar

¹El animal «percibe» la estructura del pasto como siendo la distribución espacial (vertical y horizontal) del mismo. Esa estructura se traduce en distintas alturas, masa de forraje, composición botánica, concentración de nutrientes, etc. distribuidos de diferentes formas en el potrero. Eso afecta el comportamiento ingestivo, traducido en diferencias en el tamaño de cada bocado, en la tasa de bocados, en el tiempo de pastoreo, de descanso y de rumia. Tal comportamiento determina fuertemente la ganancia individual.

adaptado a las condiciones climáticas y al tipo de vegetación presente. Igual atención debe ser dada al manejo reproductivo y al control sanitario de los animales. Muchas veces el problema de los bajos índices productivos y reproductivos están más asociados a esas cuestiones que al déficit alimenticio, si bien que, en la mayoría de los casos lo que se observa es que ambos ocurren, lo que potencia los problemas.

Por lo tanto, existen tecnologías capaces de incrementar la productividad y la rentabilidad de la actividad ganadera al punto de competir con otras actividades agrícolas y por encima conservando ese fantástico patrimonio con que la naturaleza brindó al hombre en esta parte del mundo. Y además, cumpliendo con los requisitos ambientales de que tanto necesita la planeta.

Conclusión

El potencial que presenta la pradera natural está muy lejos de lo que es practicado. Seguramente hay mucho más a conocer sobre ese bioma tan rico, tan complejo y muchas veces frágil. Sin embargo, lo que hoy se conoce sería suficiente para cambiar completamente el panorama de la actividad ganadera basada en ese recurso. Y eso sin contar con la posibilidad muy palpable de diferenciar el producto animal por características nutraceuticas dadas por una dieta que sólo las especies vegetales presentes en el bioma son capaces de asegurar. Investigaciones en ese sentido están en curso y seguramente permitirán agregar más valor a estos productos. Pero, para eso es obvio la necesidad de que las praderas naturales sigan existiendo.

Lograr lo que se está proponiendo necesita, sin embargo, un cambio de postura de todos los actores involucrados, desde el productor que precisa volver a creer en las bondades de las praderas naturales y en la necesidad de modernizar su sistema de gestión, la investigación y la extensión rural, que necesitan repensar sus formas de actuación, hasta los políticos en lo que concierne la concepción de verdaderas y durables políticas para el sector, pero que sean basadas en verdades científicas.

Bibliografía

- Alves, S.J.** 2002. Dinâmica de crescimento da aveia preta (*Avena strigosa L.*) sob diferentes níveis de nitrogênio e ajuste de modelo matemático de rendimento potencial baseado em parâmetros climáticos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 138p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Setor de Ciências Agrárias, 2002.
- Bertol, I.; Gomes K.E.; Denardin, R.B.N.; Machado L.A.Z. e Maraschin, G.E.** 1998. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. Pesq. agropec. Bras. 33: 779-786.
- Boggiano, P.R.; Maraschin, G.E.; Nabinger, C.; Riboldi, J. e Cadenazzi, M.** 2001. Herbage allowance and nitrogen fertilization effects on morphological characteristics of *Paspalum notatum* Flüggé. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19th. Proceedings. Piracicaba: FEALQ, p.60-61.
- Boggiano, P.R.O.** 2000. Dinâmica da produção primária da pastagem nativa sob efeito da adubação nitrogenada e de ofertas de forragem. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 147 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
- Carvalho, P.C.F.; Santos, D.T. e Neves, F.P.** 2007. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2, 2007, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre:Metropole, p.23-59.
- Carvalho, P.C.F.; Poli, C.H.E.C. e Nabinger, C.** 2000. Comportamento ingestivo de bovinos em pastejo e sua relação com a estrutura da pastagem. In: PECUÁRIA 2000: A PECUÁRIA DE CORTE DO III MILÊNIO, 2000, Pirassununga. Anais. Pirassununga: UNESP. CD ROM.
- Carvalho, P.C.F.; Prache, S. e Damasceno, J.C.** 1999. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: SBZ, 2: 253-268.
- Carvalho, P.C.F.; Trindade, J.K.; Mezzalira, J.C.; Poli, C.H.E.C.; Nabinger, C.; Genro, T.C.M. e Gonda, H.** 2009. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. Revista Brasileira de Zootecnia/Brasilian Journal of Animal Science 38: 109-122.

- Carvalho, P.C.;** Santos, D.T. e Neves, F.P. 2007. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: Dall'Agnol, M; Nabinger, C.; Sant'Anna, D.; Santos, R.J. (Ed.) SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, II, Porto Alegre, 2007. Anais. Porto Alegre: Metrópole, pp. 23-59.
- Carvalho, P.C.F.; Soares, A.B.; Garcia, E.N.; Boldrini, I.I.; Pontes, L.S.; Velleda G.L.; Freitas, M.R.; Freitas, T.M.S. and Foutoura Jr., J.A.** 2003. Herbage allowance and species diversity in native pastures. In: INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, VII, Durban, South Africa, 2003. Proceedings. Durban: Document Transformation Technology Congress, p.858-859.
- Costa, J.A.A. da; Nabinger, C.; Spanemberg, P.R.O. e Rosa, L.M.** 1997a. Parâmetros básicos para o ajuste de modelos de previsão da produtividade potencial de *Paspalum notatum* Flüggé var. *notatum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10°. Anais. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. p.158-160.
- Costa, J.A.A. da; Nabinger, C.; Spanemberg, P.R.O.; Jacques, A.V.A. e Rosa, L.M.** 1997b. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa e ajuste de um modelo de produção potencial para biótipos de *Paspalum notatum* Flüggé var. *notatum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10°. Anais. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia p.155-157
- Cruz, F.Z. da.** 1998. Dinâmica do crescimento, desenvolvimento e desfolhação em *Adropogon lateralis* Nees. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 106 f. Dissertação (Mestrado Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
- Cruz, P. and Boval, M.** 2000. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A.; Moraes, A. D. de; Nabinger, C.; Carvalho, P.C.F. (ed.) Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford: CABI Publishing. p. 151-168.
- Eggers, L.** 1999. Morfogênese e desfolhação de *Paspalum notatum* Fl. e *Coelorachis selloana* (Hack.) Camus em níveis de oferta de forragem. Porto Alegre, 1999. 148 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre.
- Eggers, L; Cadenazzi, M. and Boldrini, I.I.** 2004. Phyllochron of *Paspalum notatum* Fl. and *Coelorachis selloana* (Hack.) Camus in natural pasture. Scientia Agricola, 61(4): 353-357.
- Freitas, T.M.S de.** 2003. Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Île de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio. Porto Alegre, 2003. 141 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
- Gonçalves, E.N.; Carvalho, P.C.F.; Gonçalves, C.E.; Santos, D.T.; Díaz, J.A.Q.; Baggio, C. e Nabinger, C.** 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. Revista Brasileira de Zootecnia/Brasilian Journal of Animal Science 38: 611-717.
- Heidenreich, B.** 2009. What are global temperate grasslands worth? a case for their protection: an analysis of current research on the Total Economic Value of indigenous temperate grasslands. Vancouver: World Temperate Grasslands Conservation Initiative (WTGCI). 51p.
- Lemaire, G. and Chapman, D.F.** 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hogdson, J.; Illius, A.W. (ed.) The ecology of management of grazing systems. Wallingford: CABI Publishing. p.3-36.
- Mezzalira, J.C.; Nabinger, C.; Bremm, C.; Trindade, J.K.; Amaral, M.F.; Fonseca L. e Carvalho, P.C.F.** 2008. Filocrono de *Paspalum notatum* em função de diferentes ofertas de forragem em pastagem natural do sul do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – GRUPO CAMPOS, 2008, Minas. Anais. Minas, (CD-ROM).
- Nabinger, C.** 2006. Manejo e produtividade das pastagens nativas do sub-tropical brasileiro. In: Dall'Agnol et al. (Ed.) SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, I, Porto Alegre, 2006. Anais. Porto Alegre: Metrópole, p. 25-75.
- Nabinger, C.** 1997. Princípios da exploração intensiva das pastagens. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS: PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 13, 1997, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, p. 15-95.
- Nabinger, C.** 1998. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 3, 1998, Canoas, RS. Anais... Canoas: ULBRA. p.54-107.
- Nabinger, C.; Ferreira, E.T.; Freitas, A.K.; Carvalho, P.C.F. e Sant'Anna, D.** 2009. Produção animal com base na pastagem nativa: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P. et al. (eds.) O futuro dos campos: conservação e uso sustentável. Brasília: MMA, p. 175-197.
- Nabinger, C. e Pontes, L. da S.** 2001. Morfogênese de plantas forrageiras e a estrutura do pasto. In: Mattos, W.R.S. (org.) REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, p.755-771.
- Nabinger, C. e Sant'Anna, D.M.** 2007. Campo nativo: sustentabilidade frente às alternativas de mercado. In: Dall'Agnol et al. (Ed.) SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, II, Porto Alegre, 2007. Anais. Porto Alegre: Metrópole, p. 83-121.

- Nabinger, C.; Santos, R.J.S.; Crancio, L.A. Feijó, C.L. e Selbach P.** 2003a. Resposta de *Paspalum notatum* var. *latiflorum* à disponibilidade de nitrogênio. I. Morfogênese. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 40ª, 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ. CD-ROM.
- Nabinger, C.; Santos, R.J.S.; Crancio, L.A.; Feijó, C.L.; Selbach P. e Rosa, L.M.** 2003b. Resposta de *Paspalum notatum* var. *latiflorum* à disponibilidade de nitrogênio. II. Repartição da biomassa. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 40ª, 2003, Santa Maria. Anais. Santa Maria: SBZ. CD-ROM.
- Neves, F.P.; Carvalho, P.C.F.; Nabinger, C.; Jacques, A.V.A.; Carassai, I.J. e Tentardini, F.R.** 2009. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria novilhas em pastagem natural. *Revista Brasileira de Zootecnia/Brasilian Journal of Animal Science*, 38: 1532-1542.
- Pontes, L. da S.; Nabinger, C.; Carvalho, P.C.F.; Trindade, J.K.; Montardo, D.P e Santos, R.J.** 2003. Variáveis morfológicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia/Brasilian Journal of Animal Science* 32(4): 814-820
- Pontes, L.da S.; Carvalho, P.C.F.; Nabinger, C. e Soares, A.B.** 2004. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(3): 529-537.
- Scheffer-Basso, S.M.; Jacques, A.V.A. and Dall'Agnol, M.** 1999a. Morphophysiological characterization of *Adesmia* DC. and *Lotus* L. species. I – Dynamics of buds, stems and leaves development. In: Moraes, A. et al. (Ed.) INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. Anais. Curitiba: UFPR. p.299-302.
- Scheffer-Basso, S.M.; Jacques, A.V.A. and Dall'Agnol, M.** 1999b. Morphophysiological characterization of *Adesmia* DC. and *Lotus* L. species. II – Forage accumulation and quality. In: Moraes, A. et al. (Ed.) INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. Anais. Curitiba, 24 a 26/08/1999. Curitiba: UFPR. p. 302-305.
- Silva, N.C.; Franke, L.B. e Nabinger, C.** 2001a. Morfogênese de *Desmodium incanum* DC em resposta ao fósforo. *Revista Científica Rural* 6(2): 69-76.
- Silva, N.C.; Franke, L.B.; Nabinger, C e Barreto, R.** 2001b. Produção e repartição da biomassa de *Desmodium incanum* em resposta à aplicação de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(3): 541-548.
- Spannemberg, P.R.O.; Nabinger, C.; Rosa, L.M.G. e Costa, J.A.A.** 1997a. Determinação do coeficiente de extinção da luz (k) e ajuste de modelo de evolução do IAF em *Desmodium incanum* (SW) DC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10º. Anais. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. p.149-151.
- Spannemberg, P.R.O.; Nabinger, C.; Rosa, L.M.G.; Jacques, A.V.A. e Costa, J.A.A.** 1997b. Modelagem do crescimento de *Desmodium incanum* (SW) DC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10º. Anais. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. p.152-154.
- Trindade, J.P.P; Quadros, L.F. de e Rocha, M.G. da.** 1999b. Estimativa da taxa de crescimento de lâminas foliares em filhotes de *Andropogon lateralis* Nees. Em pastagem natural submetida a manejo de queima e pastejo. In: Moraes, A. et al. (Ed.) SIMPÓSIO INTERNACIONAL «GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY». Anais. Curitiba, 24 a 26/08/1999. Curitiba: UFPR. p.280-283.
- Trindade, J.P.P; Rocha, M.G. da e Quadros, L.F. de.** 1999a. Morfogênese do capim caninha (*Andropogon lateralis* Nees.) sob o efeito de pastejo e do fogo. In: Moraes, A. et al. (Ed.) SIMPÓSIO INTERNACIONAL «GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY». Anais. Curitiba, 24 a 26/08/1999. Curitiba: UFPR. p.277-280.
- Viegas, J. and Nabinger, C.** 1999. Determination of optimal N level fertilization for annual ryegrass pastures. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. Anais. Curitiba: UFPR. p.383-386.
- Viegas, J.; Nabinger, C.; Medeiros, R.B. and Saibro, J.C.** 1999. Forage accumulation of annual ryegrass as function of solar radiation absorption. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. Anais. Curitiba: UFPR. p.387-390.