



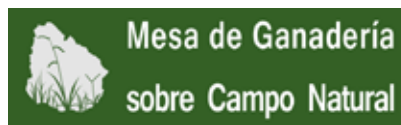
MINISTERIO DE GANADERÍA,  
AGRICULTURA Y PESCA  
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

## **CURSO**

# **Producción animal sostenible en pastoreo sobre campo natural**



**Mesa de Ganadería sobre Campo Natural**



## Producción Animal Sostenible en pastoreo sobre campo natural



# ÍNDICE

## PRÓLOGO

5

## MÓDULO 1

### INTRODUCCIÓN

- *Variables de Manejo: Introducción al curso “Producción animal sostenible sobre campo natural” (Parte 1)* ..... 7  
Ing. Agr. Marcos Martínez Techera - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- *Aproximación y diagnóstico global* ..... 15  
Ing. Agr. (Dr.) Hermes Morales Grosskopf - Instituto Plan Agropecuario

## MÓDULO 2

### ECOLOGÍA DEL CAMPO NATURAL

- *La heterogeneidad espacial del campo natural en Uruguay* ..... 26  
Dr. Felipe Lezama - Facultad de Agronomía, UDELAR.
- *Seguimiento forrajero vía teledetección (Parte 1)* ..... 33  
Ing. Agr. Marcelo Pereira Machín - Instituto Plan Agropecuario.
- *Diseño de un modelo de estados y transiciones (MET) para la recuperación de pasturas naturales: el caso de la colonia Juan Gutiérrez* ..... 43  
Ing. Agr. Marcelo Pereira Machín - Instituto Plan Agropecuario.

## MÓDULO 3

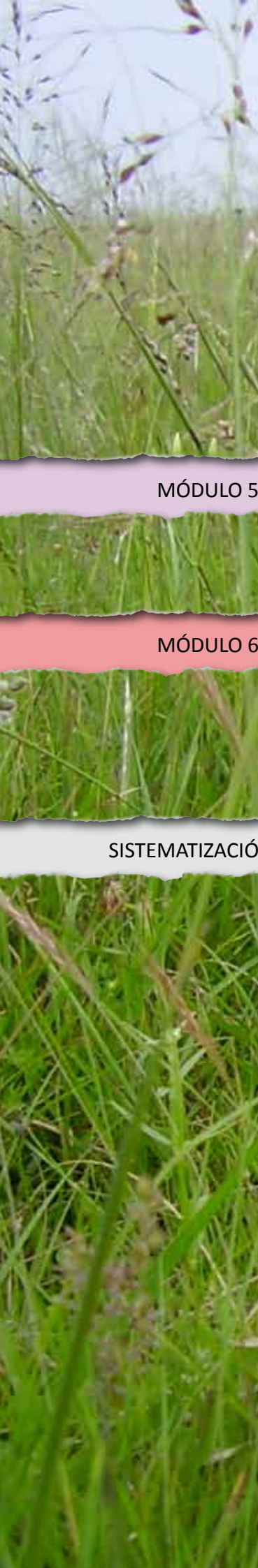
### LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

- *Producción de pasturas* ..... 52  
Ing. Agr. Dr. Pablo Boggiano - Facultad de Agronomía, UDELAR.
- *Intervención en el funcionamiento y estructura del campo natural* ..... 68  
Ing. Agr. Daniel Formoso - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

## MÓDULO 4

### LA PRODUCCIÓN ANIMAL

- *Aportes del campo natural a las mejoras del resultado y sostenibilidad de la cría vacuna en Uruguay* ..... 74  
Ing. Agr. Dr. Pablo Soca - FAGRO, INIA, EMBRAPA Brasil
- *Mejorando el campo natural: Ajuste de la oferta de forraje a escala predial* ..... 84  
Ing. Agr. Martín do Carmo - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.



- <i>Mejorando el manejo del campo natural en sistemas ganaderos criadores: el trabajo junto al productor y su impacto en los resultados físicos y económicos</i> .....	89
Ing. Agr. Santiago Scarlato - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.	
- <i>La cría vacuna: sistema ganadero sobre campo natural (Parte 1)</i> .....	98
Ing. Agr. PhD Graciela Quintans - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.	
- <i>La cría vacuna: sistema ganadero sobre campo natural (Parte 2)</i> .....	103
Ing. Agr. PhD Graciela Quintans - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.	

#### MÓDULO 5

GESTIÓN DEL FORRAJE DE CAMPO NATURAL A NIVEL PREDIAL	
- <i>Modelización de una explotación ganadera extensiva (Parte 1)</i> ....	107
Ing. Agr. PhD. Francisco Dieguez - Instituto Plan Agropecuario.	
- <i>Modelización de una explotación ganadera extensiva (Parte 2)</i> ..	111
Ing. Agr. PhD. Francisco Dieguez - Instituto Plan Agropecuario.	

#### MÓDULO 6

EL VALOR AMBIENTAL DEL CAMPO NATURAL	
- <i>Sustentabilidad y resiliencia en sistemas de campo natural</i> .....	119
Ing. Agr. PhD. Valentín Picasso - Facultad de Agronomía, UDELAR.	
- <i>Servicios ecosistémicos y resiliencia del pastizal natural</i> .....	131
Lic. Mag. Gastón Fernández, Lic. Mag. Luis López Mársico y Dr. Alice Altesor - Facultad de Ciencias, UDELAR.	

#### SISTEMATIZACIÓN

PROTOCOLO DE ABORDAJE PREDIAL PARA PREDIOS GANADEROS FAMILIARES .....	141
---	-----



## PRÓLOGO

El Uruguay es un país ganadero desde antes de ser una Nación. La ganadería constituye, aún hoy, una de las principales fuentes de riqueza. Ha estado, durante más de 400 años, sustentada en el equilibrio entre la población de especies animales y nuestra riqueza en pasturas naturales.

A pesar de la intensificación, la agricultura, la forestación y la actividad que el hombre desarrolla sobre el territorio nacional, tenemos más del 65% de nuestra superficie nacional basada en maravillosas comunidades de gramíneas y leguminosas que constituyen nuestra principal riqueza de biodiversidad.

Es por eso, que ésta publicación tiene validez, importancia, actualidad y prospectiva de una magnitud muy importante. Primero por la importancia misma de este recurso en nuestros sistemas productivos y en nuestra economía. Segundo por las posibilidades que tiene en una lógica de intensificación sustentable que es el camino que Uruguay ha decidido transitar construyendo políticas públicas desde la inserción internacional, la conservación de nuestros recursos naturales, nuestra capacidad de adaptación al cambio climático y la construcción de oportunidades para nuestra población rural en una lógica de desarrollo rural.

El campo natural y los sistemas de producción animal vinculados al campo natural no tienen respuestas fáciles, porque no hay un campo natural ni hay un establecimiento ni hay un manejo. Esa es la razón por la que tal vez llevamos décadas de discusiones, opiniones y a veces de ideas que son muy difíciles de cambiar.

La investigación nacional tiene que darnos respuestas pero hay muchísima información que no necesariamente surge de la investigación nacional. Surge de poder manejar de una manera uniforme y democrática muchísima información que existe y que no se conoce.

Es por eso que uno de los objetivos principales de ésta publicación es el conocimiento científico, desde una concepción agroecológica de nuestras comunidades de pastizales naturales.

Segundo, tiene que ver con conocer la capacidad de construcción de resiliencia de nuestros sistemas productivos en función o apoyados en nuestros pastizales naturales. También entender la posibilidad de la intensificación de esos sistemas con un uso inteligente y estratégico de la suplementación o de la carga.

Esta publicación tiene desde el punto de vista del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y desde la institucionalidad agropecuaria un valor adicional por lo que significa en el cambio de conducta de las instituciones para con un recurso tan importante y que ha tenido históricamente tan poca atención.

Tanto los funcionarios del Ministerio y de otras instituciones, como técnicos en ejercicio libre de la profesión, y obviamente, los productores son quienes se transformarán en los verdaderos difusores y multiplicadores de ese conocimiento que se desarrolla con una lógica de bien público en el país del campo natural.

Finalmente, agradecer a todas las personas e Instituciones involucradas desde la creación del curso “Producción animal sustentable sobre campo natural”, hasta la impresión de esta publicación, porque el desarrollo es eso, es la acumulación de conocimiento, su difusión y su distribución.

Muchas gracias.

Fuente: Video canal MGAP Uruguay

**Apertura del curso “Producción Animal Sostenible sobre campo natural”**

Palabras del Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Ing. Agr. Tabaré Aguerre.

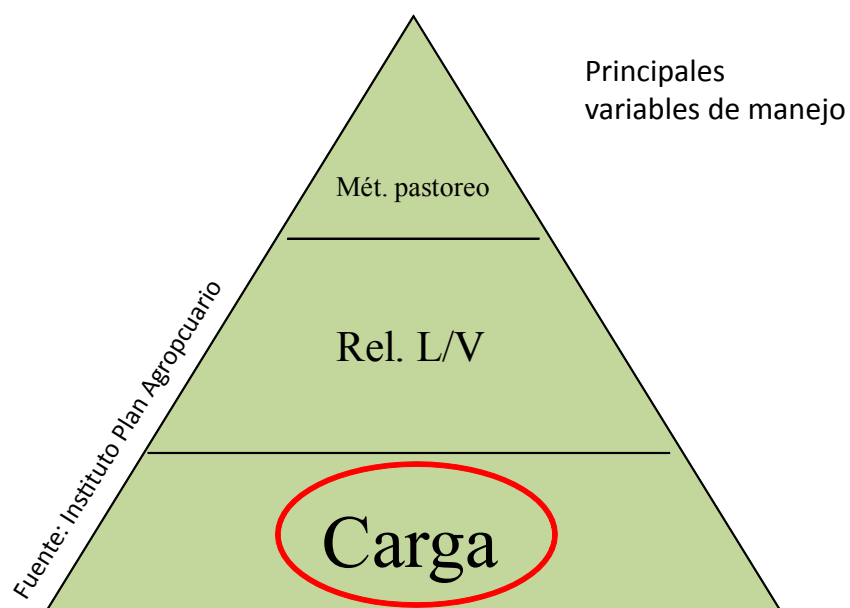
<https://www.youtube.com/watch?v=OpZJtTY0-HY&feature=youtu.be>



Variables de Manejo  
INTRODUCCIÓN AL CURSO “PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE  
EN PASTOREO SOBRE CAMPO NATURAL” (PARTE 1)

Ing. Agr. Marcos Martínez Techera  
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)

Las principales variables de manejo de ganadería en campo natural, son la Carga como la base de ajuste principal, la Relación Lanar/Vacuno como un indicador o una variable de manejo intermedia, y los Métodos de pastoreo como la última variable de ajuste principal. Lo cual nos determina que el mejor método de pastoreo no oculta errores en la determinación de la carga.





- Carga es el cociente entre los kilos de peso vivo sobre la superficie, en general por hectárea. O sea, si tengo 1 novillo de 300 kilos de peso vivo por hectárea, la carga es de 300 Kg/ha.
- En Uruguay, generalmente, se utiliza la Unidad Ganadera sobre la superficie, este cociente se denomina Dotación.
- Unidad Ganadera se define: “Los requerimientos de materia seca de una vaca de trescientos ochenta kilos de peso vivo que cría y desteta un ternero por año”.

Esos requerimientos, de esa vaca de trescientos ochenta kilos, son de aproximadamente: 2774 Kg MS/año. Este cálculo surge de un cálculo del consumo empírico y de un peso determinado de la Unidad Ganadera.

## ¿Cómo hacemos para determinar la Dotación?

Lo primero es determinar la producción del campo, para ello se puede obtener información bibliográfica, hacer cortes de pasturas, información satelital, etc. En este ejemplo vamos a suponer un campo que produzca 4500 Kg MS/ha/año, que es la producción promedio del campo natural del país.

Después determinamos la eficiencia de cosecha, que lo que define es cuántos de esos 4500 el animal lo termina cosechando pastoreando. Generalmente, se utiliza un 50%, la cual en nuestras condiciones pastoriles sería una eficiencia máxima. Se puede utilizar un valor menor al 50%, esto es aconsejable para campos naturales que históricamente han sido sobrepastoreados.

Ejemplo: los 4500 Kg MS/ha/año con un 50% de eficiencia de cosecha se transforman en 2250 Kg MS/ha/año utilizables por los animales, a este último valor se lo divide por los requerimientos de una Unidad Ganadera (2250 Kg MS/ha/año / 2774 Kg MS/UG/año), lo cual da como resultado que la Dotación óptima para ese campo natural es de: 0.82 UG/año.

## Relación Lanar/Vacuno

La Relación Lanar/Vacuno es un cociente entre el número total de ovinos, sobre el número total de Unidades Ganaderas bovinas en un momento determinado.

La Relación Lanar/Vacuno se ha investigado en el Uruguay y las mejores o las más sustentables relaciones Lanares/Vacunos a nivel del país, desde el punto de vista de la diversidad del campo natural, oscilan entre dos y tres cabezas ovinas por unidad ganadera bovina. Cuando superamos ese número comienzan a aparecer síntomas de degradación a nivel de las pasturas y cuando tenemos números menores a ese, generalmente comienzan a aparecer muchas malezas de campo sucio, básicamente del género Senecio, que llegan a empobrecer la calidad del campo.

## Enfoque de sistema de producción

### Espacialmente

Para realizar los cálculos de animales que soporta un campo, o sea, cual es la Capacidad de Carga, se puede confeccionar una planilla electrónica, como la que se muestra a continuación:

Producción de campo (Kg MS/ha/año)	4500
Eficiencia de cosecha	50%
Requerimiento de una UG (Kg MS/ha/año)	2744
Superficie del campo (ha)	231,3
Dotación (UG/ha)	0,82
UG Totales	190

**Tabla 1.**

Como se puede apreciar en la tabla 1, se pueden colocar los datos de: producción del campo, eficiencia de cosecha, los requerimientos de unidad ganadera, superficie de campo; y permite el cálculo de la dotación y las unidades ganaderas totales que llevaría ese campo con esa superficie.

A partir de las Unidades Ganaderas totales, se puede generar otra planilla electrónica con las diferentes cantidades de animales por especie y categoría. En el ejemplo a continuación se confeccionó un sistema criador bovino y ovino:

		Bovinos	Ovinos	UG Totales
<b>Coef. Técnicos</b>	<b>Categorías</b>			162
4%	Toros	3		Rel. Lanar/vacuno
	Vacas cría	80		1,5
	Vaq +2			
25%	Vaq 1 a 2	20		
	Terneras	22		
20%	Vacas Inv.	16		
	Total cabezas	141		
	Total UG	122		
5%	Carneros		5	
	Ovejas cría		100	
25%	Borregas		25	
	Borregos		30	
	Capones		0	
	Corderos/as		0	
	Consumo		25	
	Total cabezas		185	
	Total UG		30	
	Yeguarizos		8	161,85

**Tabla 2.**

Para armar dicha tabla, es imprescindible contar con los datos de equivalencia de Unidades Ganaderas, lo que se puede visualizar a continuación:

<b>Tabla de equivalencias</b>			
<b>Bovinos</b>		<b>Ovinos</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Unidades Ganaderas</b>	<b>Categoría</b>	<b>Unidades Ganaderas</b>
Toros	1,2	Carneros	0,17
Vacas de cría (primavera ternero menor de 2 meses)	1,1	Ovejas de cría	0,17
Vacas de cría (primavera ternero de 3 a 6 meses)	1,3	Ovejas de cría con cordero al pie	0,18
Vacas de cría (otoño desterneradas)	1	Capones y borregos de 2 a 4 dientes	0,15
Vacas de cría invierno (preñadas)	0,8	Borregas 2 - 4 dientes s/e	0,13
Vacas de invernada	1	Borregos/as diente de leche	0,11
Vaquillonas + 2 años	1	Ovejas de refugo	0,15
Vaquillonas 1 - 2 años	0,7	Corderos/as menos de 20 Kg.	0,08
Novillos + 3 años	1	<b>Categoría</b>	<b>Unidades Ganaderas</b>
Novillos 2 - 3 años	1	Equinos adultos	1,2
Novillos 1 - 2 años	0,7		
Terneros/as	0,4		

**Tabla 3.**

La planilla electrónica anterior se puede confeccionar muy fácilmente poniéndole coeficientes técnicos relacionados a alguna categoría, por ejemplo: el 4% de toros en relación a vacas de cría, 25% de vaquillonas en relación a vacas de cría y automáticamente se van completando los datos, hasta hacer coincidir que las unidades ganaderas totales (sumadas las vacunas con las ovinas), llegan a un valor igual o inferior a la capacidad de carga del campo.

Puedo agregarle a la planilla electrónica, coeficientes de: procreo vacuno, procreo ovino, mortandad de terneros, mortandad de corderos, producción de lana:

Procreo vacuno	80%	
Procreo ovina	85%	
Mortandad terneros	2%	
Mortandad Corderos	10%	
Kg lana adulto	4	780
Kg lana cordero	1,2	118
Kg lana barriga	0,5	93
		950

**Tabla 4.**

Ahora le puedo agregar valores de peso de venta, precio por kilo que espero que pueda llegar a vender:

Categorías	Cantidad de animales	Kg Cabeza	Kg Totales	U\$\$/ Kg	U\$S Totales
Toros	1	600	360	1,5	540
Vacas cría					
Vaquillona +2 años					
Vaquillona de 1 a 2 años					
Terneras	9	150	1404	2,5	3510
Vacas Invernada	16	450	7200	2	14400
Terneros	31	160	5017,6	2,28	11440
Total	57		13982		29890
Carneros					
Ovejas cría					
Borregas					
Borregos	40	60	2400	5	12000
Capones					
Corderos	37	38	1387	1,85	2566
Corderas	52	38	1957	1,85	3620
Total	128		5744		18186
Lana			983	4	3932
<b>INGRESOS TOTALES</b>					<b>52009</b>

**Tabla 5**

En el ejemplo de la tabla 5 se vende un toro, 9 terneras de descarte, 16 vacas de invernada, 31 terneros, se estima el peso de venta, precio por kilo y se obtiene el valor final, lo mismo en el caso de los ovinos, además de los kilos de lana, un precio por kilo de lana. Si sumamos los ingresos totales por venta de bovinos, ovinos y lana, obtenemos los ingresos totales.

Una planilla de este tipo permite planificar en base a la Capacidad de carga del campo, hasta estimar el ingreso económico que puede obtener el predio. Es un método bastante interesante a la hora de realizar una proyección o cuando quiere hacer un cambio en los sistemas de manejo, y estimar cuál podría ser el ingreso económico del predio.

## Temporalmente

Una vez que se realizó la proyección, la misma implica una estrategia de manejo que considere los cambios de producción de pasto dentro de un año, o sea, una estrategia temporal.

En la curva de capacidad de carga (ver gráfico 1), mes por mes para un campo de Lomadas del Este, de un año normal y de un año seco, podemos visualizar cómo varía la capacidad de carga dentro de un año. En un año normal, la producción de pasto en primavera y verano nos permitiría mantener altas capacidades de carga, mientras que en invierno nos permitiría mantener bajas capacidades de carga e intermedias en otoño. Cuando ajustamos la cantidad de animales a la capacidad de carga del campo, lo que determinamos es un valor promedio entre las capacidades de carga estacionales.

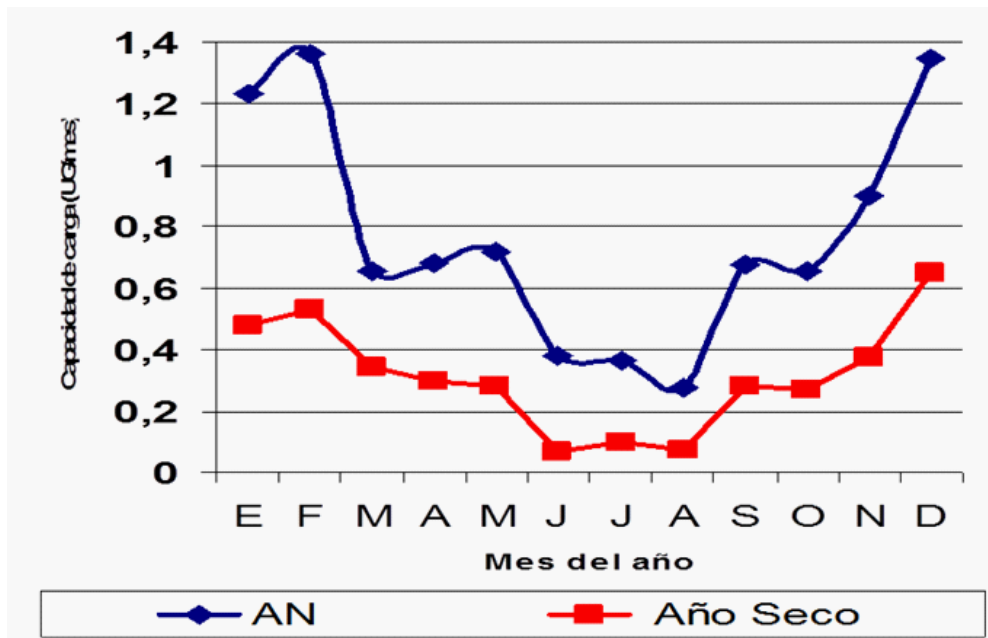


Gráfico 1. Capacidad de carga. Fuente: Soca, 2015.

Cuando consideramos el factor temporal, lo que tratamos es de ajustar los diferentes requerimientos de las diferentes categorías a la diferente producción de pasto dentro de un año. Los principales factores de ajuste son: la fecha de entore que determina la fecha de parto y la fecha de destete.

De todas formas, con dotaciones ajustadas en años normales se generan excedentes de forraje, que permite trasladarlos en pie a estaciones de menor producción, como, por ejemplo, de primavera-verano a otoño-invierno.

Ese excedente se da naturalmente en años normales como decíamos con dotaciones ajustadas, en parte como forraje en pie y parte también como reserva corporal de los animales, pero podemos maximizarlo con manejos como: dejando algún potrero cerrado, manejando pastoreos alternados, o pastoreos rotativos, o pastoreos racionales.

En resumen, tenemos que manejar la disponibilidad de pasto en las distintas estaciones teniendo en consideración los requerimientos y la condición corporal de los animales. Un resumen de ese manejo de requerimientos, condición corporal y disponibilidad de pasto, medido como altura de pasto, se puede visualizar en el gráfico 2.

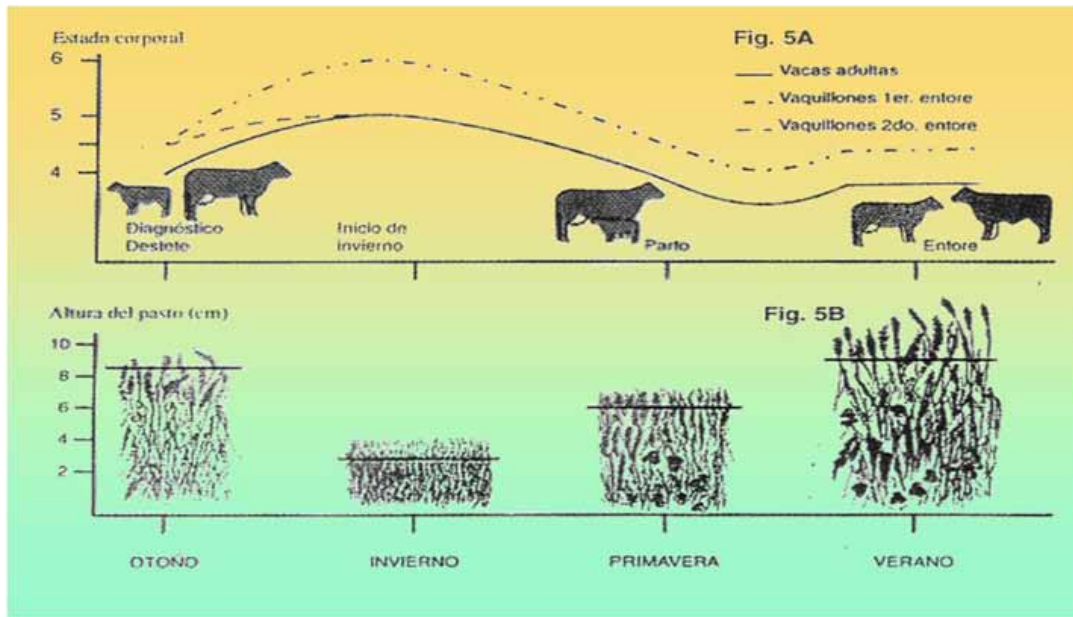


Gráfico 2. Fuente: Soca y Orcasberro, 1992.

### Base fisiológica del manejo

El concepto básico de manejo del campo natural es maximizar la tasa de crecimiento de pasturas. La tasa de crecimiento de cualquier ser vivo se puede graficar como una curva sigmoidea (ver gráfico 3).

Una pastura al crecer de semilla, o después de ser pastoreada, comienza a crecer a una tasa de crecimiento baja, posteriormente, esa tasa se acelera hasta que llega a una altura del pasto, donde la tasa nuevamente disminuye.



Gráfico 3. Fuente: Soca

A modo de ejemplo, si se retiran los animales de un potrero con una altura muy baja, los días necesarios para llegar a una altura óptima para el consumo es mayor, si se deja de pastorear a una altura mayor de remanente.

Además, al manejarnos a la entrada del pastoreo con mayores alturas y dejar remanentes de pasto más alto, permite un mayor consumo animal y, generalmente, mayores ganancias de peso o mayores niveles de fertilidad y concepción.

Este principio básico es el que rige el manejo racional del campo natural, para ello las intervenciones prediales deben apuntar a ir moviendo racionalmente el ganado en el predio, permitiendo maximizar el crecimiento del campo natural y el consumo.

## Bibliografía

ROVIRA, J., 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Editorial Hemisferio Sur.

SERVICIOS AGROPECUARIOS MGAP-BID, 2002. Manejo y conservación de las Pasturas Naturales del Basalto. Proyecto de difusión. Instituto Plan Agropecuario.

INIA, 1997. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería. Serie técnica de INIA Nº13.

INIA, 2005. Seminario de actualización técnica de manejo de campo natural. Serie técnica Nº 151.

SECRETARIADO URUGUAYO DE LA LANA (SUL), 2001. Utilización y manejo de mejoramientos extensivos con ovinos.



## APROXIMACIÓN Y DIAGNÓSTICO GLOBAL

Ing. Agr. (Dr.) Hermes Morales Grosskopf  
Instituto Plan Agropecuario (IPA)

### Introducción

Hace algunos años un veterinario de larga trayectoria opinó que este tipo de herramientas deberían estar disponibles para todos los técnicos que trabajan con productores. No le habíamos visto este potencial, y hoy vemos con satisfacción que esa opinión se ha expandido.

La presentación del tema está dividida en cuatro grandes puntos:

1. Algunos antecedentes y fundamentos acerca de esta metodología. El desafío es presentar lo esencial para que se pueda usar.
2. La utilidad de la AGEA (Aproximación Global de la Explotación Agropecuaria) y el DG (Diagnóstico Global).
3. Los grandes productos de un AGEA y un DG:
  - a. determinar la lógica general que tiene el sistema familia-explotación,
  - b. describir el manejo de los distintos procesos operativos que ocurren en la explotación,
  - c. un diagnóstico, donde hay una opinión del técnico.
4. Su uso en situaciones no convencionales.



## Antecedentes y fundamentos

Esta metodología fue creada por la escuela de Agronomía de Dijon (Marshall et al., 1994) en el noreste de Francia, para formar estudiantes. Lo que se pretendía es que estos pudieran, a través de un par de visitas en forma relativamente rápida, hacer una descripción que mostrara que realmente entendían el funcionamiento de una explotación. Por pasos sucesivos se fue ajustando una metodología a la que le agregamos algunas herramientas que no estaban disponibles en el momento en que apareció la publicación que citamos.

Es importante tener en cuenta que no fue hecha como una herramienta de trabajo de campo, sino que fue hecha básicamente para formar estudiantes. Se usa en investigación, permite hacer entrevistas y extraer los modelos mentales de la gente de una manera rápida y precisa.

Lo que desencadenó el uso de este tipo de herramientas por el Plan Agropecuario fue la presencia en el año 2002 de un pasante de la Universidad de Dijon que quería mejorar su español y que hizo una pasantía en el IPA como parte de su formación. Le sugerimos que visitara cuatro explotaciones contrastantes en el norte del país a los efectos de delimitar sus estrategias y describir las grandes formas de conducción de las explotaciones. Las explotaciones eran: una explotación *part time*, de unas trescientas hectáreas, bastante mal ubicada, de un matrimonio que, además, tenía un comercio en un centro poblado; otra explotación similar (con la familia radicada en el campo); una explotación típica de un “ganadero comercial” del orden de mil hectáreas; otra bastante grande, de varios miles de hectáreas.

El resultado fue francamente alentador. Compartido con Facultad de Agronomía, que venía trabajando en el tema. Esto desencadenó que en el año 2003 se ofreciera un curso con un buen suceso, el cual se repitió los dos años siguientes (siempre en forma presencial y para profesionales). Los cursos presenciales incluyeron la realización de un trabajo práctico. El mismo consistía en que se identificara y se visitara un establecimiento y de forma confidencial, sin identificar el caso, se presentara el resultado de su trabajo. Los involucrados lo evaluaron muy bien.

Después se hicieron cursos a distancia que no incluían ese trabajo práctico que también funcionaron bastante bien. Obligó a poner la propuesta metodológica con mucha claridad sobre blanco y negro.

Los técnicos experimentados que aplicaron esta metodología yendo a la casa de los productores, comentaron que en realidad era una forma ordenada, sistematizada y rápida, de hacer lo que un técnico con experiencia hace. Es un comentario muy valioso porque refrendó que la propuesta tiene lógica y realmente colabora en establecer una buena relación con los productores.

### El punto fundamental y básico: saber escuchar y reflexionar sobre ello

Cuando se va a una explotación y se quiere conocer acerca de ella, como en cualquier caso, es importante escuchar y dar la oportunidad de que la gente que está en la situación pueda contar acerca de sus impresiones. Esa escucha, con algunas preguntas más o menos organizadas que describiremos brevemente, es la que permite recabar los datos y permite entender.

Al mismo tiempo el otro postulado es que la gente tiene razones, los productores tienen razones para hacer lo que hacen. Todos justificamos lo que hacemos, movilizamos distintas razones “lo hago porque estoy cansado”, “lo hago porque este campo es así”, “lo hago porque me lo pidió el vecino”, “lo hago porque mi padre me lo enseñó”, etc. Eso no quiere decir que el técnico tenga que estar automáticamente de acuerdo con las razones que plantean los

productores, pero es importante conocerlas para tener una buena base de discusión y de intercambio.

### Utilidad de la metodología

Permite comprender, permite hacer coherente el conjunto de aspectos diversos que se perciben cuando se visita una explotación y plantean preguntas del estilo de “¿por qué está este galpón acá?” O, por ejemplo, “¿por qué no le arrendó el campo al vecino que le podría haber arrendado ya que era muy favorable para él?”, “¿por qué trabaja solo y no con empleados?”.

Además, es una muy buena base para iniciar una relación franca y constructiva. Existen a esta altura probablemente un centenar de casos de aplicación, nosotros, gente que hacía cursos con nosotros, compañeros del Plan Agropecuario, gente de la Universidad. En todos los casos la satisfacción que encuentran los productores cuando ven que los técnicos van a escuchar y que de pronto pasan un par de visitas y el técnico todavía no le hizo ninguna recomendación y que continúa con capacidad de escuchar, con actitud de escuchar, es una muy buena base para iniciar una relación. Han dicho específicamente: “ah bueno, primero me escuchan y después me proponen, eso es una buena cosa”.

Si se aprende a escuchar, si se hace un esfuerzo de saber por qué hay un galpón vacío, o por qué hay un galpón lleno de maquinaria y con candado, o por qué los alambrados son todos nuevos, o por qué hay tantos perros o por qué lo que sea, se tiene la posibilidad de evitar proponer proyectos que no tienen sentido.

El tercer punto, sobre el que volveremos, es que permite hacer un diagnóstico con los criterios del productor y su familia en forma rigurosa, argumentada. Se trata en detalle más adelante.

## Cómo se hace una Aproximación Global de Explotación Agropecuaria

### Recolección de datos

Inicialmente se trata recabar información sobre distintos ámbitos:

1. **Espaciales.** ¿Cómo está distribuida la explotación en el espacio?, o sea, ¿hasta dónde va?, ¿qué forma tiene?, ¿qué área?, ¿qué potrero?, ¿dónde pasa el arroyo?, ¿quiénes son los vecinos?, ¿dónde tiene sombra?, ¿dónde no tiene sombra?, ¿por dónde van los caminos?, ¿cuál es la historia de cada uno de los potreros?, ¿tienen nombre?, ¿no tienen nombre?, ¿cómo es la ubicación del casco con respecto al resto del establecimiento?, y demás.
2. También **aspectos relacionados a la historia**, ¿cuánto hace que está esa familia allí?, ¿es segunda generación o es primera generación?, ¿hace cinco años?, ¿hace cuatro?, ¿hace tres? Es muy importante darse un tiempo para escuchar un relato del titular y de la familia y de otras personas componentes del sistema para ponerse al tanto de cuál es la secuencia lógica de las cosas que vienen detrás; ¿cuáles son los principales acontecimientos?, ¿los rubros que tienen son los que había originalmente o los cambiaron?, ¿la explotación se achicó o se agrandó?, ¿hubo hermanos que se separaron?, etc.
3. El otro punto es acerca de **aspectos financieros**, por supuesto. ¿La explotación es arrendada?, ¿existe alguna deuda que preocupe?, ¿existe holgura financiera o no?, ¿se ve en la infraestructura presente y en la forma de trabajo que ha habido cierta disponibilidad de dinero o no?, ¿nunca la hubo?. Esto incluye el manejo de la liquidez,

¿vende cuando precisa dinero o cuando tienes sus productos prontos?, ¿cómo se maneja con atrasos en las ventas, accidentes climáticos, bajas de precios, necesidades especiales e inesperadas de la familia, etc.?. Por más que sean cosas delicadas uno puede en estos ámbitos, con el debido buen tino, preguntar acerca de cómo es el tema sin que tenga que tener muchos detalles. En los cursos los datos conseguidos siempre sorprendieron a los “estudiantes”. Frente a una actitud de respetuosa escucha, los involucrados presentaron con detalle datos sobre endeudamiento, ingresos, discrepancias al interior de una sociedad, etc.

4. Los **aspectos organizativos**; ¿cómo se trabaja?, ¿quién hace los trabajos y con la ayuda de quién?, ¿cómo?, ¿consigue hacer las tareas en tiempo y forma?.
5. Las **actividades productivas**, suele ser la única indagada por los técnicos, y muchas veces de forma bastante sesgada e incompleta. ¿Tiene ganado?, ¿tiene ovejas?, ¿suplementa?, ¿hace pasturas?, ¿hace cereales?, ¿la quinta es comercial?.
6. Es importante la **parte social**. O sea, ¿con quién se relaciona la explotación?, ¿son titulares o miembros de la comisión de la escuela, de la fomento, de la rural de la zona, están en un club político, en una iglesia, cantan en el coro, juegan al fútbol?. Este tipo de relacionamiento no comercial es muy importante porque hacen a la viabilidad de la explotación.

A todo ese conjunto grande de datos, hay que anotarlos y trabajarlos para presentarlos en una forma coherente. Hay que darles orden, trabajar en el papel con ellos, o al menos mentalmente. En el ámbito del trabajo de un técnico realizando un proyecto, no tendrá mucha elaboración, pero hay que volver a los temas, hay que tratar de hilar con cuidado cómo es todo lo que vieron y todo lo que escucharon.

## Confección de diagramas

En el caso de la realización formal de una Aproximación Global se hacen dos tipos de diagramas. Un diagrama estático que muestra la lógica general y otros diagramas acerca de cómo se manejan los distintos procedimientos productivos.

## Diagrama de Finalidades y Reglas estratégicas

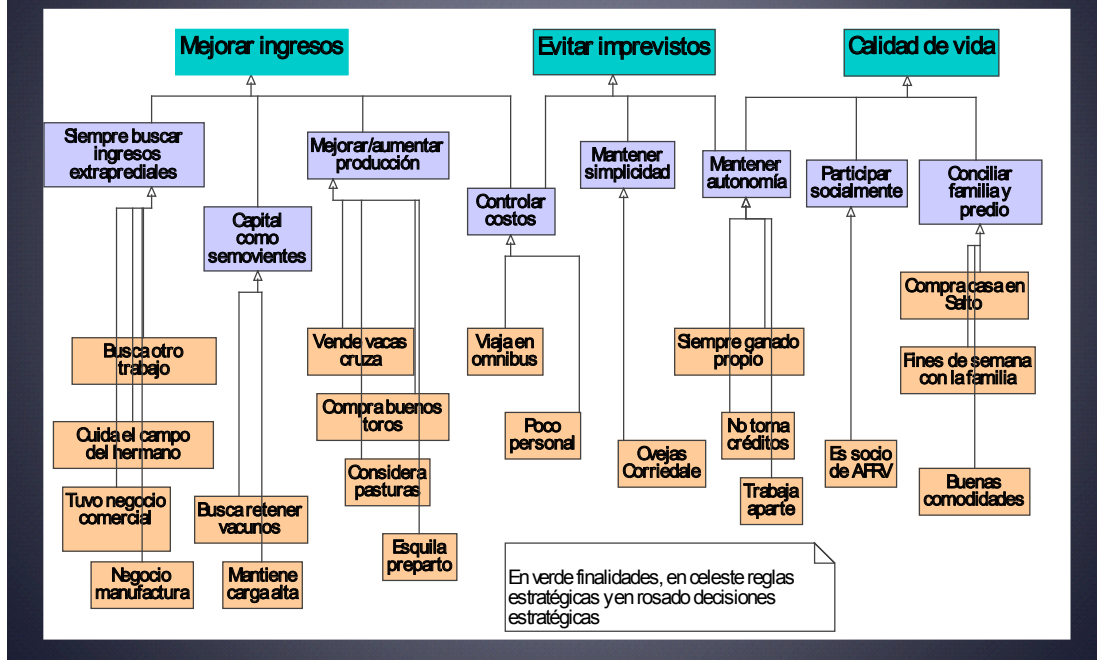
La construcción del diagrama que muestra la lógica general – de Finalidades y Estrategias – se realiza generalizando a partir de las decisiones estratégicas, las cuales se identifican a partir de lo que se relate o se observe.

**Decisiones estratégicas** son aquellas independientes del ciclo anual de las estaciones, aquellas que es lo mismo que hacerlas en otoño/invierno que en primavera o en verano;

- comenzar un nuevo rubro,
- mejorar la infraestructura,
- arrendarle el campo al vecino,
- cambiar el paquete tecnológico que se está usando,
- cambiar el grado de intensificación general de la explotación,
- cambiar la forma en que se financia la explotación,
- asociarse con alguien;

son todas decisiones estratégicas. Otras como bañar contra la garrapata, sembrar, fertilizar con N, preparar la tierra, esquilan, entre otras, están unidas al ciclo estacional - invierno, primavera, verano, otoño-, son **decisiones operativas**.

## Ejemplo de lógica general



Cuadro 2. Ejemplo de diagrama de finalidades y estrategias.

Las decisiones estratégicas se identifican a partir de la historia y de la observación del sistema actual. En este ejemplo:

- *vendió las vacas cruzas*; vender las vacas cruzas para tener un rodeo puro, es una decisión que es independiente del ciclo estacional,
- *busca otro trabajo*,
- *decidió hacer esquila preparto hace unos años*,
- *usa poco personal*,
- *usa ovejas corriedale*,
- *no toma créditos*,
- *es socio de la Asociación de Fomento Rural de la zona*,
- *compró una casa en la ciudad*,
- *tiene buenas comodidades en el establecimiento*,
- *tuvo negocios de venta de ropa desde el establecimiento*,
- *distribuía galletas de la misma manera*,
- *hacía compra de toros viejos*,
- *tiene un bastón de trazabilidad*.

Estas decisiones se ordenan y generalizando a partir de ellas indican la reglas estratégicas que se aplican. Estas son grandes normas que se manejan y que le dan la coherencia a las decisiones aisladas que observamos directamente. En el ejemplo la persona tiene como regla conciliar la familia y el predio, por ende, tiene como reglas estratégicas:

- *participar socialmente*,
- *mantener autonomía*,
- *mantener simple su explotación*,

- *controlar sus costos,*
- *mejorar o aumentar su producción,*
- *mantener semovientes como capital y*
- *buscar ingresos extra prediales.*

Estas reglas estratégicas son permanentes, se respetan siempre y por generalización permiten identificar las finalidades que son:

- *tener buena calidad de vida,*
- *evitar imprevistos y*
- *mejorar ingresos.*

Las finalidades son objetivos de orden muy general que engloban a todo el conjunto de acciones que se realizan y que duran mucho. En nuestra experiencia, calidad de vida, mejorar ingresos, controlar riesgos y participar socialmente, en muy distinta combinación y con muy distinto énfasis, describen la situación en la generalidad de los casos. Esto normalmente se valida, se le muestra al productor. En nuestra experiencia en todos los casos se vieron bien reflejados por esto.

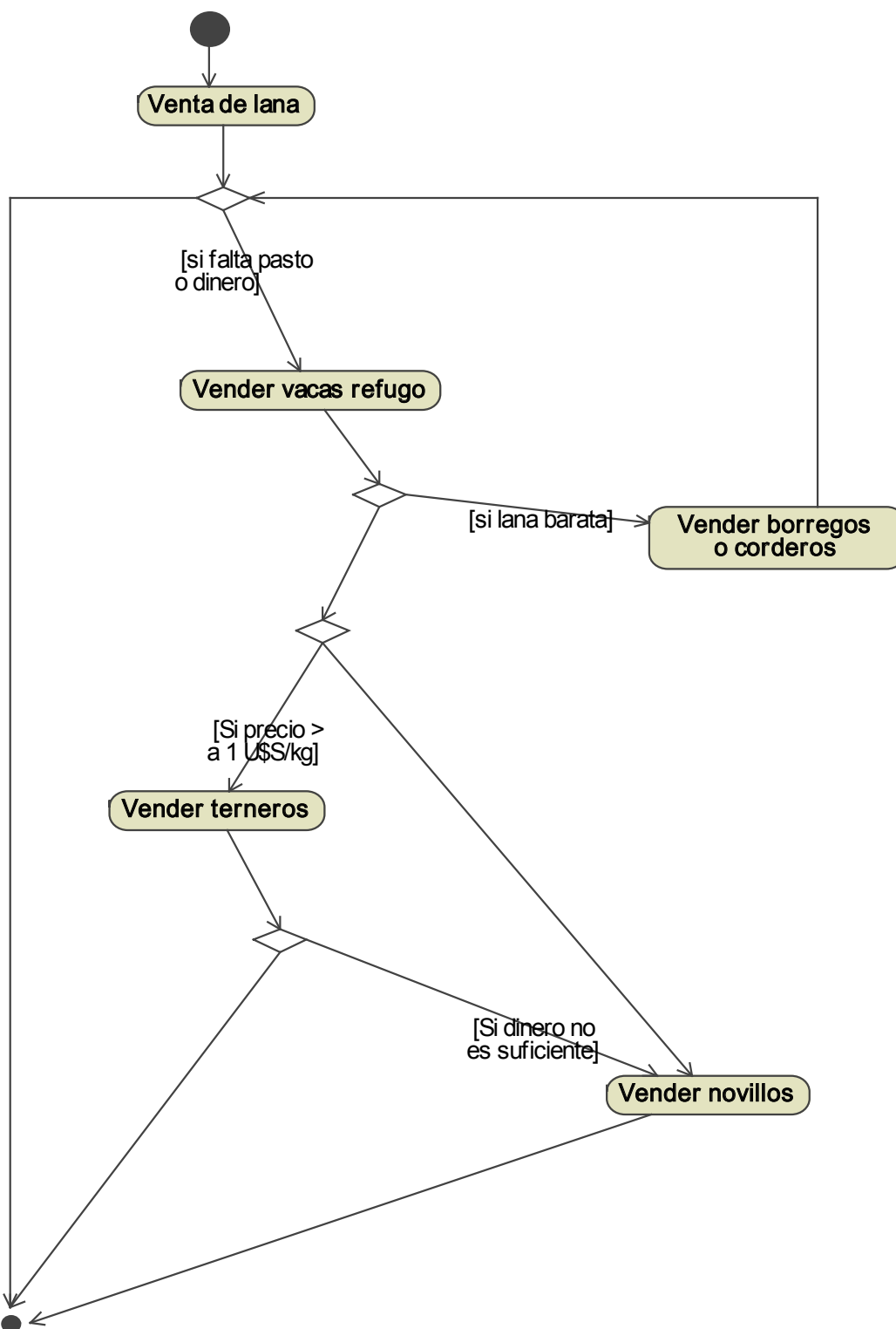
#### Importante

Todo diagnóstico tiene dos componentes. Se juzga el funcionamiento de la explotación por comparación con otras (**criterios externos**) y desde el punto de vista de los titulares (**criterios internos**). Pueden ser coincidentes o no. Identificar las finalidades permite juzgar el funcionamiento de la explotación desde el punto de vista de los titulares. Esto se hace planteando preguntándonos si se alcanzan razonablemente las Finalidades de ellos.

### Diagramas que describen el manejo de los procesos productivos

El segundo tipo de diagramas – en este caso se realizan al menos tres - presentan una descripción detallada del manejo de algunos procesos. No podemos describir todo lo que se hace porque no es práctico. No se describe cómo le da de comer a las gallinas, cómo ensilla, cómo limpia la jeringa, cómo arranca el tractor, no. Se eligen algunos procesos esenciales que den una idea de cómo se maneja la explotación. En en nuestra experiencia es importante averiguar y hacer un buen modelo de

- cómo se maneja la liquidez,
- cómo se organiza el trabajo y
- cómo se manejan los procesos productivos esenciales

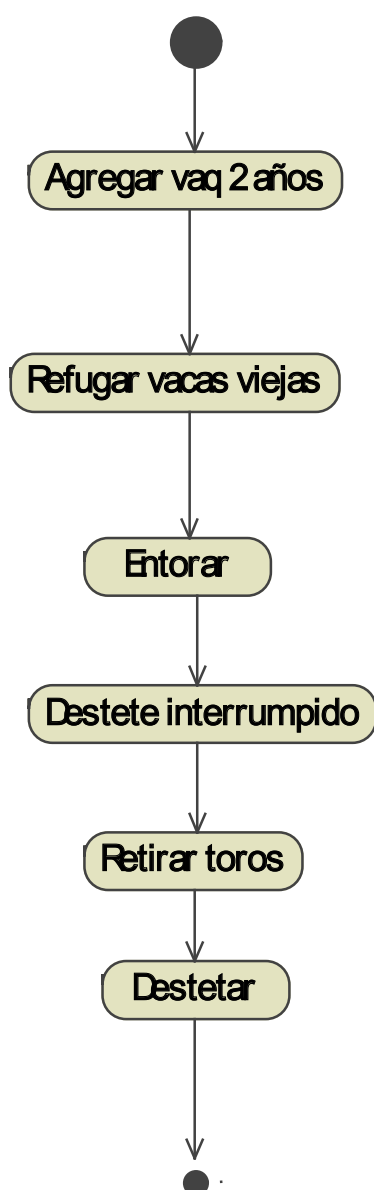


Cuadro 3

En este caso presentamos el diagrama de “Manejo de la liquidez”. Tiene una lógica de acumulación de ganado y si el usuario vende la lana y la plata le alcanza no hace más nada. O sea, vende la lana y si la plata es suficiente no realiza ninguna otra acción en el ejercicio. El símbolo negro entero es comienzo y el “huevo frito” es final. Según distintos criterios podía vender vacas de refugio, borregos o corderos, terneros o novillos. Es muy importante

identificar los criterios que se utilizan para tomar las decisiones, porque normalmente la gente no tiene un programa fijo hacia el futuro, sino que tiene una serie de criterios que va a ir aplicando. Si llega mayo y está sin dinero; vende los novillos, pero de pronto consigue dinero, por un adelanto de lana, por ejemplo, y no los vende, o sea que hay una serie de criterios que son de manejo que se van aplicando y que es importante identificar.

Es importante identificar cómo se hacen las cosas porque eso permite proponer mejoras sobre bases firmes. Nos ha ocurrido personalmente de que cuando estamos abandonando un predio muchas veces no tenemos claro si entora todas las vaquillonas a los dos años o no, si inverna o no las vacas de refugio, cuál es el momento real de venta de los terneros, si deja capones o no, si lo deja hasta el primer vellón o hasta el segundo, qué tipo de manejo sanitario aplica. Hay una cantidad de aspectos que en el fárrago de las conversaciones no se atienden, no se preguntan y cuando se hacen proposiciones no tener en cuenta esos datos complican la vida y hacen las cosas más difíciles.



Cuadro 4

Otro ejemplo es el caso de un productor que su señora era maestra y trabajaba muy lejos de la explotación, a más de cien kilómetros, entonces la simplicidad era importante. Su manejo de rodeo de cría simplemente era una secuencia de acciones que nunca cambiaba, siempre hacía lo mismo. Agregaba la vaquillona a los dos años -que llegaban prácticamente todas-, refugaba las vacas viejas, entoraba, hacía destete interrumpido, retiraba los toros, destetaba y ahí se terminaba el manejo de su rodeo. No hay ninguna alternativa, el diagrama anterior de manejo de la liquidez mostraba distintas alternativas que si pasa esto hago esto, si pasa esto hago lo otro y si pasa esto hago lo otro. En el caso del manejo del rodeo de cría anterior, no había ninguna alternativa sino un programa fijo de acciones. Una descripción completa del sistema familia-explotación, tanto la parte física como la parte humana, no tiene porqué ser exhaustiva, al decir completa se refiere a lo esencial. Un técnico bien formado, con cierta perspicacia, debiera poder identificar los factores esenciales sin demasiada complicación.

### Realización del Diagnóstico Global

Cuando vino el pasante francés, fue bastante sorprendente constatar su capacidad de hacer un diagnóstico, era un muchacho que venía de Dijon, sin experiencia, hablaba bastante bien español pero no del todo, había cambiado de continente y estaba tratando de hacer un trabajo en la zona del basalto y se sospechó que no iba a entender nada. Sin embargo sus trabajos y sus reflexiones, sus tablas y sus cuadros mostraron que realmente consiguió entender mucho.

## Confección del Diagnóstico Global

Es una tarea desafiante que tiene dos componentes;

- un juicio general acerca de la marcha de la explotación -un juicio global-, según criterios internos y externos;
- algunas frases acerca de su probable evolución.

En este caso como en todos, el resultado depende de quien lo haga y por supuesto una persona que sea despierta y bien formada podrá hacer un diagnóstico interesante, otra persona que sea atropellada e irreflexiva probablemente no pueda hacer un diagnóstico interesante.

El ejemplo en el cuadro muestra cuál es el tipo de juicio que se hace y qué es lo que se espera en cuanto a extensión de un diagnóstico global. Debe ser corto, fácil de comunicar y concreto. En este caso dice: “la empresa familiar ha conseguido enfrentar sus obligaciones”, el diagnóstico está hablando, la familia enfrenta sus obligaciones y el titular está razonablemente conforme con su funcionamiento. Se apoya en un manejo financiero con reglas claras y en buen manejo del ganado y las ovejas, en un campo de buena calidad y sin problemas.

### El diagnóstico global

La empresa familiar ha conseguido enfrentar sus obligaciones y el titular está razonablemente conforme con su funcionamiento. Se apoya en un manejo financiero con reglas claras y en buen manejo del ganado y las ovejas, en un campo de buena calidad y sin problemas. Los resultados económicos son similares a los obtenidos por empresas parecidas. El pequeño tamaño relativo hace que los costos fijos – mano de obra, vehículo, algún costo familiar - puedan ser más altos que en otras explotaciones más grandes, eso a pesar del buen control que se hace de esos costos.

Las fuentes de riesgo son la carga elevada y la inestabilidad de la situación de arrendamiento. La situación de arrendamiento privado dificulta o impide las mejoras fijas en el campo actual.

En el futuro se prevé que se poblará la nueva fracción a la que se acceda con facilidad y se podrá redondear el ciclo con los vacunos.

**Cuadro 5.**

Se está dando un mensaje muy fuerte, se está diciendo que el campo es bueno, que se maneja bien, que no tiene problemas. “Los resultados económicos son similares a los obtenidos por empresas parecidas” es otra afirmación fuerte. “El pequeño tamaño relativo hace que los costos fijos -mano de obra, vehículos, algún costo familiar- puedan ser más altos que en otras explotaciones más grandes, eso a pesar del buen control que se hace de esos costos”. “Se identifican las fuentes de riesgo que son la carga elevada y la inestabilidad de la situación de arrendamiento”, este señor tenía un arrendamiento que era probable que no se renovara. “La situación de arrendamiento privado dificulta o impide las mejoras en el campo actual. En el futuro se prevé que se poblará la nueva fracción a la que acceda con facilidad y se podrá redondear el ciclo con los vacunos”, estaba inmerso en un trámite de sucesión que



hacía que pudiera saltar del campo que arrendaba a un campo que heredaría y que estaba en los trámites de sucesión, el juicio que hicimos es que no debería tener problemas para poblar la nueva fracción. Algunos años después, podemos decir que este diagnóstico resultó totalmente adecuado y certero. Hoy es una explotación bien organizada que se pobló sin problemas.

### Su uso en forma no convencional

El uso que pueden hacer los técnicos en el campo de estas ideas es tomarlas como un telón de fondo para su accionar. El uso convencional es relativamente pesado, son veinte o treinta horas de trabajo por explotación que son muy caras para una aplicación masiva. El usarlo en forma no convencional significa tener presente los grandes lineamientos:

- alentar a la escucha previa en cualquier planteo,
- la reflexión acerca de las razones,
- razonar rigurosamente acerca de lo que hace la gente,
- promover la calidad de los planteos al hacerse sobre situaciones consideradas cuidadosamente,
- promover una mejora en la calidad de relacionamiento técnico/productor,
- razonar globalmente sobre la explotación y no sobre algún detalle técnico nimio.

## Un ejemplo: su uso por un grupo

Una productora integrante del grupo, comentó acerca del método de Aproximación Global, “hace 5 años que conozco al productor, pero esto me permitió ponerme más en su lugar, y conocerlo realmente”; otro productor comentó: “me fue más fácil realizar cualquier recomendación, fueron fluyendo y en poco tiempo”.

Considerando los objetivos que buscan los productores al agruparse, este método permite una información más precisa de cada unidad familia-explotación, con un enfoque más global, lo cual deja entrever la multiplicidad de factores que inciden, a la hora de recomendar cualquier cambio técnico.

• *Martínez M. 2008*

### Cuadro 6

Un ejemplo de uso no convencional absoluto es en vez de usar el método a nivel de familia explotación usarlo con grupos, para animar el trabajo de grupos como método de darle insumos para que estudien la explotación o como método para estudiar el grupo. También se ha realizado un diagnóstico global de un grupo -un diagnóstico global del grupo no de una explotación- que revisado luego de diez años se constató que las grandes características que se habían identificado en el funcionamiento se mantenían, o sea, que las finalidades se mantenían y lo que se había previsto como evolución de grupo efectivamente ocurrió.

## Bibliografía

CORREA, P., MORALES, H., 2003. Dayqué ¿podemos entenderlo? In: Plan Agropecuario Seminario: La empresa ganadera y el campo natural. 89 pp.

DIEGUEZ, F., 2009. Finalidades y reglas estratégicas en explotaciones ganaderas. In: Familias y Campo. Rescatando estrategias de adaptación. ISBN 978-9974-563-56-8, p 65-73.

DIEGUEZ, F., 2009. Análisis de Finalidades y Reglas estratégicas... una aplicación de la Aproximación Global de Empresas Agropecuarias. Revista del Instituto Plan Agropecuario, 129, p 16-18.

FIGARI, M., GONZÁLEZ, R., FAVRE, E., NOUGUÉ, M., 2003. Revista de desarrollo rural y cooperativismo agrario nº 7, páginas p 145-154.

MARSHALL, E., BONNEVIALE, J.R., FRANCFORT, I., 1994. Fonctionnement et diagnostic global de l'exploitation agricole. Dijon, Francia; ENESAD-SED. 173 pp. (Capítulos I – II – III y IV).



## MÓDULO 2 - LA HETEROGENEIDAD ESPACIAL DEL CAMPO NATURAL EN URUGUAY

Dr. Felipe Lezama  
Facultad de Agronomía, Univerisdad de la República (UDELAR)

### **Heterogeneidad de la vegetación y escala espacial de observación**

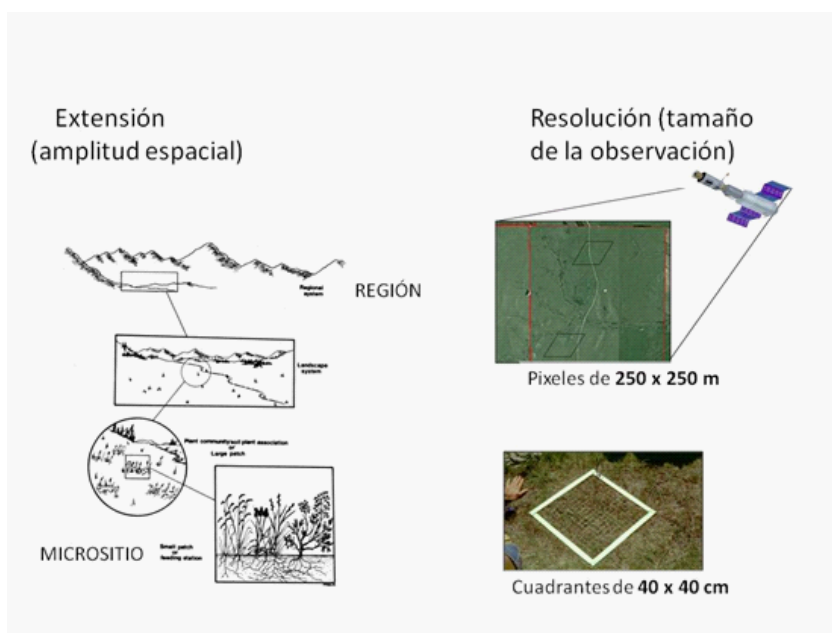
La observación de la vegetación de un sitio abarca básicamente dos aspectos: el florístico y el fisonómico. La descripción florística involucra el empleo de categorías taxonómicas, esto es, agrupando las plantas en categorías que informan sobre sus relaciones evolutivas (especie, género, etc.). Alternativamente, la descripción fisonómica agrupa las plantas a partir de características morfológicas. Este es el caso de la clasificación en formas de vida (hierbas, gramínoideas, arbustos).

Un aspecto sobresaliente de la vegetación es la diferencia entre sitios en la presencia y ausencia o abundancia relativa ya sea de especies o formas de vida que la componen. Esta variación, denominada heterogeneidad espacial de la vegetación, puede ser percibida a diferentes escalas de observación.

El concepto de escala espacial de observación presenta por un lado una dimensión llamada extensión o amplitud espacial de las observaciones y por el otro lado comprende una dimensión llamada resolución que refiere al tamaño de cada observación individual. La extensión espacial refiere a cuanto distribuimos nuestras observaciones de vegetación en el espacio, pudiendo ser esta de una amplitud acotada, como serían un conjunto de observaciones dentro de un parche de pastos altos de pocos metros cuadrados. En contraposición, la amplitud puede ser de alcance regional, abarcando varios kilómetros cuadrados (ver figura 1).

Por otro lado, el tamaño de las observaciones puede ser de extremo detalle como las realizadas en celdas de 2cm<sup>2</sup> de una grilla de cuadrantes de cuarenta por cuarenta centímetros, o de baja resolución como los píxeles de varias hectáreas de imágenes satelitales (ver figura 1). Usualmente estas dos dimensiones de la escala, extensión y resolución, están asociadas.

Las observaciones que realizamos a lo largo de grandes extensiones geográficas se realizan con tamaños de observación de baja resolución y cuando nos proponemos hacer observaciones de la heterogeneidad a nivel de micrositio tenemos que emplear grillas con celdas de pocos centímetros.



**Figura 1. Dimensiones de la escala de observación: extensión y resolución (modificado de Senft et al. 1987).**

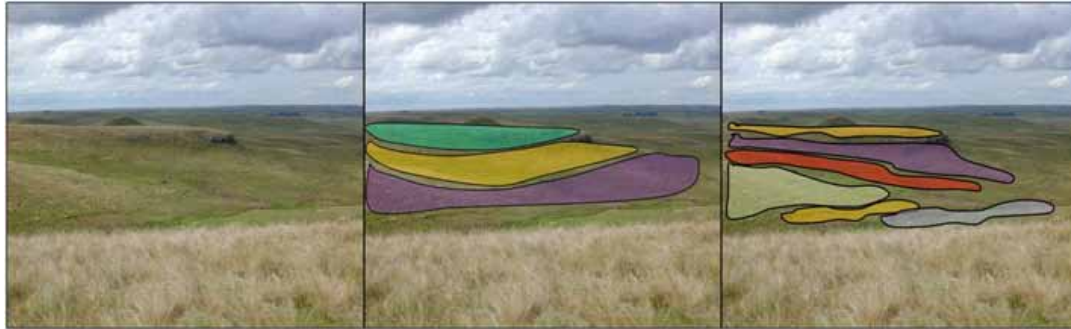
Un aspecto crucial de la heterogeneidad de la vegetación es que la percepción de la misma es dependiente de la escala de observación empleada (Chaneton, 2005). Los patrones que se observan en una determinada combinación de extensión y resolución pueden diluirse si cambiamos la escala para en cambio percibir otro tipo de patrones de vegetación.

Así como varía la percepción de la heterogeneidad con la escala de observación también varía la importancia relativa de los factores ecológicos que dan cuenta de esta heterogeneidad. Los principales controles de la variación de la vegetación observada a grandes escalas, como son las escalas de región y paisaje, suelen ser el clima y la geología. Por otro lado, aquellos factores que básicamente explican la variación de la vegetación en escalas pequeñas, con mayor detalle, suelen ser mayormente la microtopografía, la micro heterogeneidad del suelo y las interacciones entre las especies (Chaneton, 2005).

### Aproximaciones para la descripción de la heterogeneidad

Una alternativa para la descripción de la heterogeneidad, y tal vez la más intuitiva, es a través de su clasificación. Esta aproximación parte del supuesto de que la vegetación está compuesta en forma de un mosaico de unidades naturales discretas cuya diversidad puede ser resumida en un número limitado de tipos. La clasificación consiste en el agrupamiento de los sitios

que comparten gran parte de las características observadas (presencia y / o importancia de especies o formas de vida) en tipos o clases, es decir, convierte un conjunto de observaciones de vegetación en un conjunto menor de clases discretas, tipos abstractos. En esencia, esta idea está esquematizada en el diagrama de la Figura 2, donde el lector puede encontrar claramente semejanzas con la sistemática y el mapeo de suelos.



**Figura 2. Pastizales de la cuesta basáltica (Salto, Ruta 31), y distintas alternativas de percibir la heterogeneidad presente. En el centro se representa una zonificación tradicional a partir de la topografía en ladera alta, media y baja. A la derecha se representa una zonificación a partir de la composición de especies y con mayor resolución espacial.**

El empleo de datos de presencia y/o abundancia de especies permite elaborar clasificaciones florísticas, denominadas también fitosociológicas. La idea que subyace a estas clasificaciones es que de un elenco de especies de una región estas no se presentan todas juntas en un sitio ni en forma aleatoria, sino que se presentan en forma de un conjunto de combinaciones reducidas. A estas combinaciones de especies que coinciden en su ocurrencia en ambientes semejantes se les llama clases, unidades o comunidades florísticas. En este contexto el término comunidad se usa como tipo definido a partir de la composición de especies, a diferencia del empleo del término comunidad como un conjunto de especies que ocurren en un área particular y en un momento dado.

Usualmente las clasificaciones florísticas son de tipo jerárquico, lo que implica un sistema anidado de clases dentro de clases tal como se estructuran las clasificaciones taxonómicas (especies agrupadas en géneros, géneros agrupados en tribus y así sucesivamente). El tema de la teoría y metodología implicada en las clasificaciones florísticas excede los objetivos de este capítulo y puede ser encontrada desarrollada en forma exhaustiva en varios trabajos (i.e. Perelman y León, 2011).

Un procedimiento ligado usualmente a la clasificación de la vegetación es generalizar las propiedades comunes a un grupo de observaciones pertenecientes a una clase o tipo a la totalidad de los integrantes de la clase, para luego utilizarlas en la descripción de la misma. De esta forma la clasificación sirve como criterio de extrapolación y le confiere un valor predictivo. Un ejemplo de este uso de una clasificación de vegetación ampliamente utilizado en el ambiente agronómico nacional es la calificación de la productividad forrajera de un campo natural en función de su asignación a un tipo de suelo (Berreta y Bemhaja, 1998).

Las clasificaciones de vegetación han demostrado ser una forma efectiva de comunicación de los patrones de variación en especies y en formas de vida percibidos. Este es el caso especialmente cuando las clasificaciones son representadas a través de mapas de vegetación. Un ejemplo nacional muy difundido es el mapa de vegetación de Sganga (1976), realizado sobre la base de la carta de suelos 1:1.000.000 y un modelo de correspondencia entre unidades de suelo y tipos de campo natural definido básicamente a partir de si el componente

dominante es de crecimiento invernal o estival.

El resumen de la heterogeneidad en clases discretas, y la caracterización de las clases por atributos propios de la vegetación así como de características ambientales permiten conjeturar relaciones entre ambiente y vegetación. Por ejemplo, cuando se establece correspondencia entre clases de vegetación y clases de suelo (como en el ejemplo de Sganga (1976) citado anteriormente), hay una hipótesis implícita de cuáles son los factores que controlan la heterogeneidad de la vegetación.

### Las comunidades florísticas de campo natural del Uruguay

La heterogeneidad de una porción importante del Uruguay ha sido caracterizada a través de una aproximación fitosociológica en los últimos años (Lezama et al, 2006, Lezama et al, 2011). Las regiones geomorfológicas abarcadas en estos estudios fueron aquellas de uso predominantemente ganadero extensivo, definidas como aquellas con mayor porcentaje de campo natural según el censo agropecuario: cuesta basáltica, región sedimentaria del noreste, región centro-sur y región sierras del este (MGAP, 2000). En total, para las cuatro regiones ganaderas, se llevaron a cabo aproximadamente trescientos treinta censos (observaciones) entre el año 2001 y el año 2008.

Una descripción detallada de los resultados de este trabajo se puede encontrar en Lezama et al (2011). Aquí nos restringiremos simplemente a resumir los principales resultados del análisis de la información obtenida.

En el trabajo mencionado se identificaron unidades de vegetación para cada región ganadera, combinaciones de especies con fisonomías distintivas y con un conjunto de especies indicadoras. En la Figura 3 se muestra como ejemplo el aspecto de las tres unidades principales de pastizal descritas para la región basáltica.

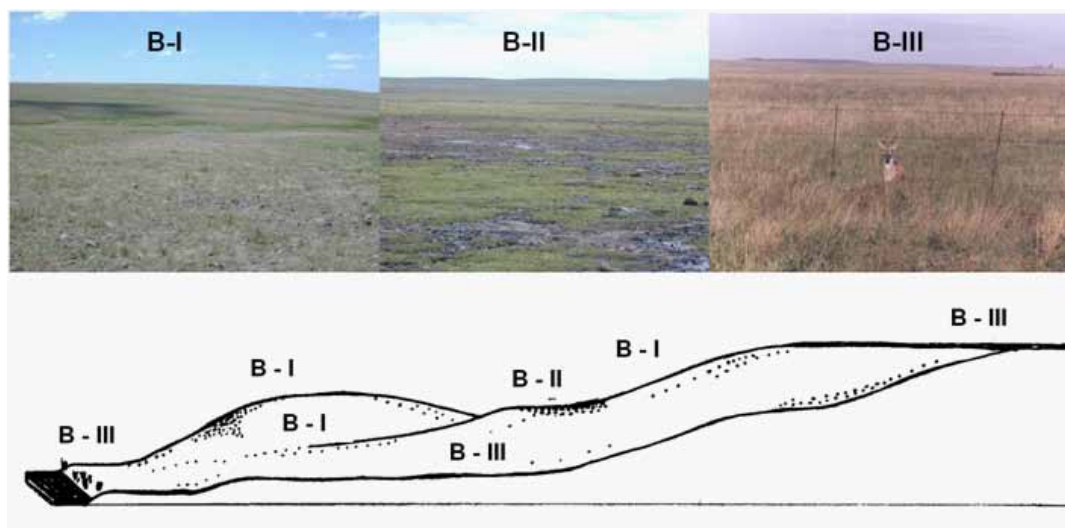


Figura 3. Aspecto de las unidades de pastizal identificadas para la cuesta basáltica (arriba) y un diagrama de su distribución en el paisaje (abajo).

Las unidades de vegetación identificadas se asociaron a diferentes posiciones en el paisaje y tipos de suelo (ver Figura 3). La unidad BI de la cuesta basáltica (ver Figura 1), que se ubicó preferentemente sobre laderas de colinas y lomadas fuertes así como laderas escarpadas de sierras y áreas altas convexas de colinas y sierras, está asociada a suelos superficiales caracterizados por presentar una profundidad en el entorno de los 30 cm. La unidad BII, por su lado, está asociada a sitios planos de exportación de materiales en posiciones altas y medias del paisaje, con altos porcentajes de pedregosidad y rocosidad en superficie. La unidad BIII en tanto, se ubicó sobre suelos de profundidad media y alta (mayor a 50 cm), ubicados mayormente sobre laderas plano cóncavas con escasa pendiente, en valles y en interfluvios tabulares.

Las unidades de pastizal de las distintas regiones difieren, además de en su composición de especies, en su composición de tipo funcionales de planta, lo cual nos informa que el funcionamiento del pastizal difiere entre ellas. Por ejemplo, en las unidades de pastizal de la cuesta basáltica, la unidad BI presenta una cobertura vegetal dominada en primer lugar por gramíneas estivales y en segundo lugar por gramíneas invernales. Por otro lado, la unidad BII está dominada en primer lugar por selaginella sellowii, una especie de pteridofita reviviscente, y en segundo lugar por gramíneas estivales. La unidad BIII, entretanto, está dominada por el tipo funcional gramíneas estivales, mientras que el segundo lugar de importancia lo comparten gramíneas invernales y graminoides (ciperáceas y juncáceas).

Por último, las unidades de pastizal que se identificaron a través del análisis de la composición de especies, son funcionalmente diferentes a nivel ecosistémico, en términos de la dinámica estacional de su productividad primaria neta aérea (PPNA) (Baeza et al, 2011). La caracterización mediante el empleo de imágenes satelitales de la PPNA de las tres unidades de la cuesta basáltica indica una estacionalidad similar, con un marcado pico de productividad primaveral, pero una producción anual acumulada mayor de la unidad BIII. Otro aspecto en que se distinguen las unidades es en la variabilidad de su PPNA entre años. Las unidades BI y BII sobre suelos de baja capacidad de almacenaje de agua, pastizales meso-xerofíticos y estepas de litofitas correspondientes a suelos superficiales y extremadamente superficiales respectivamente, presentan mayor variabilidad que la unidad BIII entre años por la estrecha dependencia que tiene su productividad estival de las precipitaciones que ocurren en los meses de verano (Baeza et al, 2011).

El reconocimiento y la caracterización de la heterogeneidad del CN en forma de unidades de campo presentan implicancias desde el punto de vista aplicado. La heterogeneidad florística descrita en Lezama et al (2011) fue realizada a escala de unidad de manejo, con una extensión regional y con un detalle de parcelas de relevamiento de veinticinco a cien metros cuadrados. Así, se describieron parches de vegetación de tamaño variable, desde decenas de m<sup>2</sup> a decenas de has. Los diferentes tipos de campo natural definidos según su composición de especies, incluyendo entre ellas especies con valor forrajero, difieren en los suelos y posiciones topográficas que ocupan. Difieren también desde el punto de vista de su funcionamiento en términos de la productividad primaria aérea neta y también en la fenología (en la importancia relativa de especies de crecimiento invernal y crecimiento estival). Estas evidencias permiten afirmar que los diferentes tipos de campo natural requieren manejos específicos (Oesterheld et al, 2005). Por ejemplo, el régimen de pastoreo o la planificación de los descansos de los potreros deberían tomar en cuenta las comunidades que presentan. Esto también es válido desde el punto de vista del manejo de la fertilización o cualquier otro aspecto del manejo ganadero del campo. Postular que las comunidades requieren de un manejo específico no está en contraposición con la idea de que los manejos del campo natural deben hacer foco en un número reducido de especies dominantes. Más bien, lo que plantea es que los manejos de las especies individuales deben de ser contextualizados dentro de una concepción de manejo de comunidades.

## Consideraciones finales

A partir de los párrafos anteriores surge que las clasificaciones de vegetación sirven como marcos de referencia y sirven como base para fijar criterios de extrapolación de resultados de estudios tanto con foco en pasturas como en producción animal. Sin embargo, en un repaso de los estudios publicados a nivel nacional se encuentran escasas referencias de a qué tipo de campo natural corresponde el sistema bajo estudio. Algunas veces se encuentran menciones a las especies dominantes, otras veces se indica el tipo de suelo, pero en la mayoría de los casos el sistema bajo estudio recibe el rótulo poco preciso de “campo natural” sin más información. Esto representa claramente una limitante para la extrapolación y la interpretación de los datos.

Probablemente este tipo de omisión esté relacionado a una percepción bastante difundida tanto entre técnicos como entre productores de que el campo natural es homogéneo. Esto es evidenciado en la práctica por el amplio predominio en nuestros campos de alambrados rectos con escasa consideración a la distribución espacial de comunidades. La visión de CN homogéneo, según lo descrito en la introducción puede ser explicada a partir de dos decisiones del observador: la escala de observación y las categorías de análisis empleadas. Seguramente la percepción de homogeneidad extendida es el resultado del manejo de escalas de resolución bajas, a través de “píxeles” que promedian la variabilidad de varias hectáreas y, a su vez, del empleo de formas de vida o especies dominantes como categoría de análisis. Es el resultado por lo tanto del empleo de categorías de escaso detalle conceptual. En las fotos de la Figura 2 están representados en forma esquemática los resultados de dos percepciones diferentes de un mismo paisaje. Oosterheld et al (2005) plantean en el título de su trabajo “*¿Cómo deben percibir la heterogeneidad quienes manejan la vegetación (...)?*”. Los elementos desarrollados en este capítulo indican que esta pregunta puede aportar un eje para la discusión de estrategias de mejora del manejo de campo natural.



## Bibliografía

BAEZA, S; PARUELO, J.M; LEZAMA, F., 2011. Caracterización funcional en pastizales y sus aplicaciones en Uruguay. En: ALTESOR, A., Ayala, W. y PARUELO J. (eds). INIA Serie FPTA (Proyecto FPTA 175.) INIA. Uruguay.

BERRETA, E. J., M. BEMHAJA., 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de basalto de la unidad Queguay Chico. Montevideo, Uruguay. Serie Técnica INIA 102. 78 p.

CHANETON, E. J., 2005. Factores que determinan la heterogeneidad de la comunidad vegetal en diferentes escalas espaciales. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas, 19-42.

LEZAMA, F., ALTESOR, A., LEÓN, R. J. & PARUELO, J. M., 2006. Heterogeneidad de la vegetación en pastizales naturales de la región basáltica de Uruguay. *Ecología austral*, 16(2), 167-182.


LEZAMA, F., ALTESOR, A., M. PEREIRA, M., PARUELO, JM., 2011. Descripción de la heterogeneidad florística de las principales regiones geomorfológicas de Uruguay. Pp.15-32.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). 2000. Censo General Agropecuario 2000. Dirección de Censos y Encuestas. Montevideo.

OESTERHELD, M., ARAGÓN, R., GRIGERA, G., OYARZÁBAL, M. & SEMMARTIN, M., 2005. ¿Cómo deben percibir la heterogeneidad quienes manejan la vegetación de los agroecosistemas? El caso de la Pampa Deprimida. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando JC León, Facultad de Agronomía, University of Buenos Aires, 131-144.

PERELMAN, SB., LEÓN, RJC., 2011. Caracterización de las comunidades vegetales y su importancia en sistemas ganaderos extensivos. In: ALTESOR, A., AYALA, W., PARUELO, J.M. (eds.) Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Serie FPTA- INIA 26. Uruguay.

SGANGA, J. C., 1994. Caracterización de la Vegetación de la R.O.U. En: Contribución de los estudios edafológicos al conocimiento de la vegetación en la República Oriental del Uruguay. Boletín Técnico Nº13, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.



## SEGUIMIENTO FORRAJERO VÍA TELEDETECCIÓN (PARTE 1)

Ing. Agr. Marcelo Pereira Machín  
Instituto Plan Agropecuario (IPA)

### Introducción

El Plan Agropecuario está llevando a cabo un proyecto cuyo título es *Implementación difusión y transferencia de un sistema de seguimiento satelital de la productividad forrajera en predios ganaderos uruguayos*, este es el fruto de un convenio con la Universidad de Buenos Aires, en concreto con el Laboratorio Regional de Teledetección, la Facultad de Ciencias de Uruguay y nuestra institución, por el cual el IPA está accediendo a esta tecnología y aplicándolo en más de cuarenta predios a nivel del territorio nacional que abarcan aproximadamente unas cincuenta y cinco mil hectáreas de campo natural.

Lo que provee este sistema son datos de productividad primaria neta aérea (PPNA), es decir, kilogramos de materia seca por hectárea por mes. La productividad primaria es la productividad bruta a la cual se le descuenta la respiración, y en el caso del Uruguay esa productividad primaria; en el caso de pasturas naturales puede asemejarse a la productividad forrajera porque en general hay pocas especies arbustivas y arbóreas.

La resolución que tiene este sistema de seguimiento forrajero es a escala de potrero, con una frecuencia mensual, discriminado por tipo de recurso forrajero, es decir, nosotros podemos estar conociendo casi en tiempo real (solamente con un mes de atraso), la productividad de los diferentes recursos que tenemos en nuestro predio, ya sea en campo natural o en mejoramientos de campo, verdes de invierno, verdes de verano, etc. y esto con una retroactividad a marzo del año dos mil que es cuando comenzó a pasar el satélite por Uruguay.

Lo que no provee este sistema son datos de disponibilidad forrajera, mucha gente se confunde y cree que lo que está dando este sistema vía teledetección es cuánto pasto hay en el campo, en verdad, lo que está dando es cuánto está creciendo el pasto. Eso es un punto interesante y necesario destacar porque puede llevar a confusiones, y lo más importante de todo es que estas tasas de crecimiento se están obteniendo con los animales encima. Normalmente, lo que se hace es estimar las tasas de crecimiento por jaulas de exclusión, excluyendo el primer disturbio que tienen nuestras pasturas que es el pastoreo y luego se hacen estimaciones a partir de áreas muy pequeñas, que es la superficie de las jaulas, que son en general de un metro cuadrado, y normalmente no se corta el número requerido de jaulas para una buena estimación.

## Fundamentación

El fundamento de este método se basa en un modelo ecofisiológico creado por Monteith (1972) (ver figura 1), un ecólogo escocés quien afirmó que la productividad en materia seca es fruto del producto de la radiación incidente multiplicada por cuanta de esa radiación es absorbida por la vegetación y, a su vez, por la eficiencia con la cual esa radiación es absorbida. Esta ecuación fue hecha en los años setenta cuando todavía no había sensores en las plataformas de los satélites, así que fue algo muy avanzado que más recientemente encontró aplicación una vez que aparecieron los sensores en los satélites.

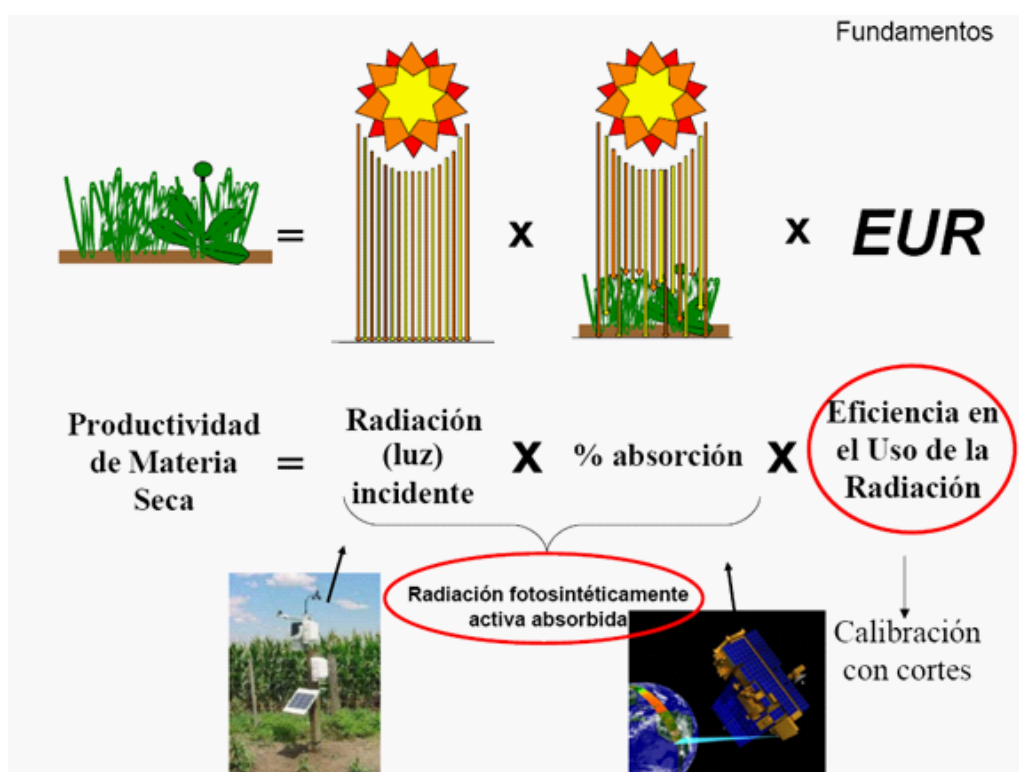
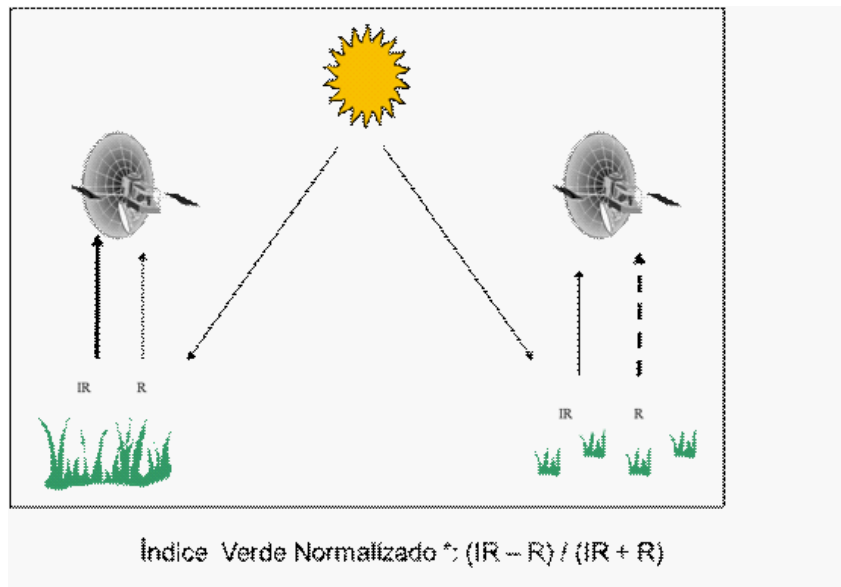


Figura 1. Modelo ecofisiológico de Monteith.

La radiación incidente se obtiene de una estación meteorológica que se encuentre a una distancia menor que 400 kilómetros, ya que la misma varía con la latitud. La eficiencia del uso de la radiación (EUR) se obtiene por bibliografía o mediante calibraciones (cortes), donde se cuantifica la productividad y se puede despejar la eficiencia.

Para estimar el porcentaje de absorción se utiliza el índice verde normalizado el cual mide en definitiva que porcentaje de la luz que llega a la superficie está absorbiendo el pasto (ver figura

2), nos dice que cuando la vegetación está funcionando muy bien hay una gran reflectancia en la banda del infrarrojo y no tanto en el rojo, y cuando la vegetación no está funcionando bien, es decir, hay sequía o está creciendo poco, refleja mucho más en la banda del rojo.



**Figura 2. Reflectancia según estado de la vegetación. IR: infrarrojo, R: rojo.**

El índice verde normalizado es la resta del infrarrojo menos el rojo dividido la suma de los dos, por eso es que se dice que es normalizado, este es un buen estimador de que tan bien está funcionando la vegetación. Estos son los clásicos mapas de colores que publica el INIA.

### ¿Cómo funciona el SEGF?

En el día veinte a veinticinco de cada mes se recibe una planilla excel (tabla dinámica) con los datos de crecimiento del mes anterior, potrero por potrero en kilogramos de materia seca por hectárea por día con una retroactividad desde marzo del 2000 hasta la fecha. Es decir, que estamos accediendo de esta manera a una base de datos seriada de trece años, lo cual representa una información de gran valor. La NASA es quien genera las imágenes cada dieciséis días, esas imágenes son de libre acceso, son bajadas por la UBA en este caso, se hace la digitalización de los mapas en donde el mundo está dividido en píxeles y es necesario ubicar los píxeles que caen dentro de cada establecimiento y los que caen dentro de cada potrero. De esa manera se aplica un software específicamente desarrollado que maneja y almacena la información en una base de datos relacional y tiene implementados los procedimientos de carga de datos y cálculo en rutinas programadas (Piñeiro et al., 2006), y se obtiene así los datos de producción primaria neta aérea.

El sensor es el MODIS que se encuentran en los satélites Terra y Aqua de la NASA, la resolución mínima que puede captar el satélite es de 250 por 250 mts lo que hace un total de 5.3 has.

El sistema funciona bajo suscripción, para ello lo que hay que hacer es dibujar un mapa en Google, marcar los límites, marcar los potreros, identificarlos y mencionar el uso del suelo de cada potrero desde el 2000 a la fecha. Existen píxeles puros e impuros. Puros se le llaman a los que caen íntegramente en el campo, normalmente para la elección de los píxeles se le pide al técnico o al productor que los ubique porque estos píxeles pueden estar incluyendo

montes, tajamares, canteras, caminos, lo cual distorsiona la información. Cuanto más pixeles tengamos mejor será la estimación. Entonces, es importante destacar que esto prácticamente se parece a un censo y ya no a un muestreo como se hacía anteriormente.

### ¿Cuáles son las aplicaciones que tiene este sistema?

La primera de ellos es la caracterización de los recursos forrajeros (Pereira, 2014). En la figura 3 se aprecian las diferentes curvas que corresponden a la productividad primaria neta de diferentes áreas agroecológicas. Tenemos la cuesta basáltica, la cuenca sedimentaria del litoral oeste, el cristalino sur, la cuenca sedimentaria del noreste, el sistema de planicies, colinas del este, sierras del este y un caso particular que estamos siguiendo de cerca que es la Colonia Juan Gutiérrez en el departamento de Paysandú.

¿Qué es lo que podemos apreciar en ellas? Primero, la forma de las curvas es similar, hay un mínimo de producción en invierno, hay un máximo de producción en la primavera y se ven productividades que pueden tener las diferentes áreas agroecológicas en donde coincide para casi todas ellas que el mes de mínima producción es junio; y a partir de allí comienza a aumentar las tasas y en muchos casos el mes de máxima producción es noviembre pero en otros casos como en suelos de arenisca es el mes de diciembre. O sea que la primera utilidad es caracterizar los recursos forrajeros a diferentes escalas, puede ser hecho a nivel de área agroecológica, a nivel de un establecimiento agropecuario o potrero.

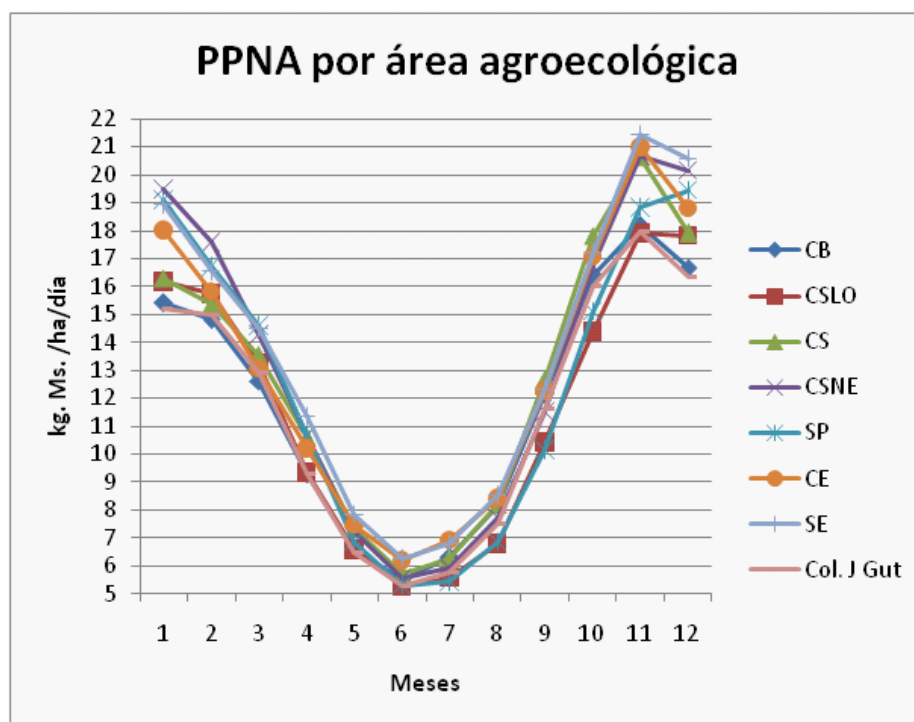


Figura 3. PPNA por área agroecológica.

En la figura 4 se puede ver la caracterización forrajera de un predio -este es un predio de basalto ubicado en el departamento de Durazno donde se ven tres series-, la serie azul es el promedio de las tasas de crecimiento, fruto de prácticamente trece años de datos en donde se observa que el mes de mínima producción es junio y el mes de máxima producción es noviembre lo que tiene claras consecuencias en el hecho de poder planificar, por ejemplo, la fecha de entore. A su vez, se ven dos series más, una serie de color rojo que es el máximo, corresponde al año en donde se dio la máxima producción y queda claro que las máximas

producciones obedecen a los meses de primavera y verano. La primavera es una estación de que tiene mayor certeza de tener buenas producciones y el verano si bien puede tener valores máximos tiene menor certeza y a ello se le llama coeficiente de variación (bajo y alto coeficiente de variación respectivamente). Es decir, el verano puede tener muy altas producciones como también puede tener muy bajas producciones, depende de si llueve o no. Y para finalizar tenemos la curva verde la cual es el año que se produjo menos pasto.

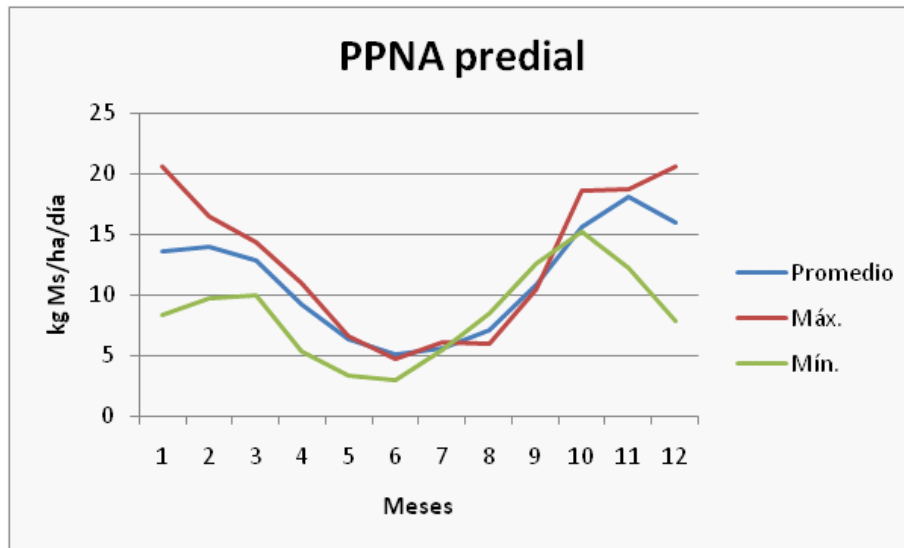


Figura 4. PPNA promedio, máxima y mínima de un establecimiento de basalto.

Toda esta información nos ayuda a caracterizar los recursos forrajeros del predio, y una cosa no menor y de gran importancia que nos permite conocer la producción de pasto es poder calcular con bastante certeza sobre todo al tener una gran cantidad de años, es la dotación que esos potreros o ese establecimiento pueden haber soportado.

Se puede calcular que ese campo, en invierno, tiene capacidades de carga que no llegan a 0.4 UG/ha, el mes de mayor capacidad de carga es noviembre con valores que superan la unidad, con una dotación promedio a lo largo de los trece años de 0.73 UG/ha. Eso es un concepto muy importante que el Plan Agropecuario maneja, es el concepto de carga segura que se refiere a la carga media en donde nos aseguramos que en la mitad de los años nos sobra el pasto y en la otra mitad de los años nos falta el pasto. En situaciones de crisis forrajeras nos estaríamos comiendo todos los excedentes de pasto que se generaron cuando creció mucho el pasto. Si a su vez, usamos cargas muy altas o cargas riesgosas pasa exactamente al revés. La mayoría de los años nos falta el pasto y la minoría nos sobra, o sea que conocer este dato con mayor certeza es clave, es una de las variables de manejo más importantes en el tema del manejo de las pasturas naturales que determina dos aspectos importantes en las pasturas naturales, la primera es la productividad de las mismas y, por lo tanto, la productividad secundaria y la segunda es la condición o el estado de salud de ellas.

En la figura 5 se observan las tasas de crecimiento en los diferentes años, las cuales fueron bastante altas al comienzo de la serie de estos años que estamos analizando, con una clara disminución en el año 2008 donde para este establecimiento llovieron nada más 580 mm lo que trajo aparejado una disminución enorme de las tasas de crecimiento. Se evidencia una tendencia que disminuye la producción de pasto en este establecimiento (como todo el basalto viene disminuyendo) pero fundamentalmente esto se debe a que en esta serie de años, en los primeros tres años, del 2000 al 2003 llovió mucho, se generaron excelentes tasas

de crecimiento y luego las lluvias se normalizaron y, por eso, es que marca una tendencia decreciente. También -no hay que descartar-, puede haber algo que esté justificado por una mayor carga y en una posible degradación de las pasturas naturales.

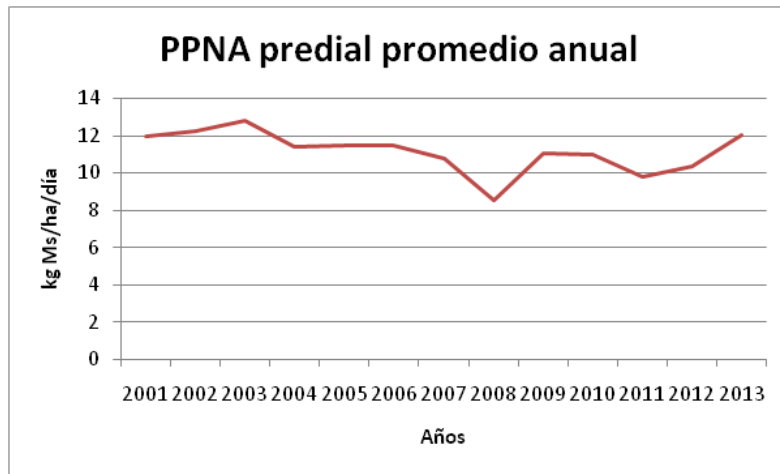


Figura 5. PPNA promedio anual según años, en establecimiento de basalto.

En la figura 6 se compara la productividad promedio de este predio que está en azul con respecto a la productividad actual y ahí queda marcado claramente cuáles son los períodos de excesos y cuáles son los períodos de déficit. Cuando uno va siguiendo la producción forrajera mes a mes, y van pasando meses que van por debajo de la productividad promedio, se puede calcular qué probabilidad existe de que las tasas de crecimiento que puedan darse el mes siguiente cubran el déficit que se originó anteriormente. Si las probabilidades son altas no hay problema, pero si las probabilidades son bajas o inexistentes, y existe baja disponibilidad de pasto, es necesario comenzar a pensar en tomar alguna medida, por eso se dice que el seguimiento forrajero satelital tiene cierto valor prospectivo o de alarma forrajera.

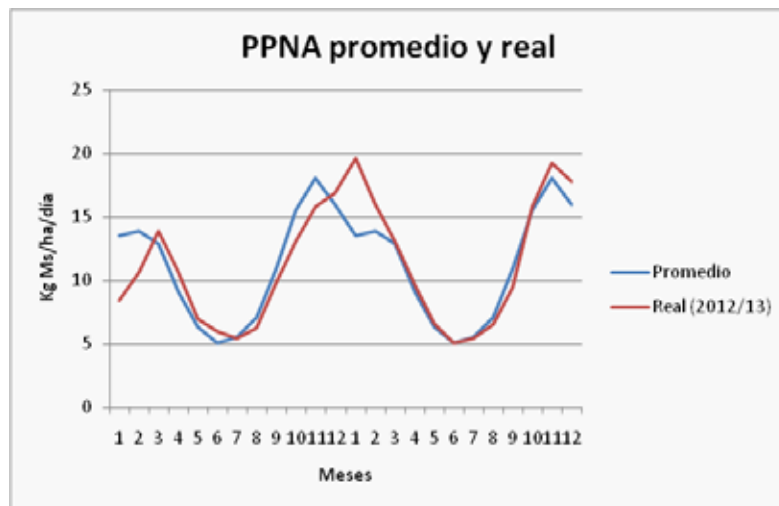


Figura 6. PPNA promedio y real, para un establecimiento de basalto.

A su vez, en la figura 7 se puede caracterizar la variación espacial, vemos un sinnúmero de curvas que corresponden a las tasas de crecimiento promedio de los últimos trece años de todos los potreros de este establecimiento. El mismo tiene aproximadamente treinta y dos potreros y ahí se observa la productividad de cada uno. Esto colabora en la caracteriza-

ción de los mismos para saber cuál es el que produce más, cuál es el potrero que produce menos y cuál es bueno en primavera, cuál es bueno en verano, cuál es bueno para el entore o cuál es bueno para diferir pastura en diferentes épocas del año. Todo esto permite conocer los potreros, el hecho de que un portero sea bueno o no, no solamente depende de la productividad forrajera -cuando uno le pregunta a un capataz cual es el mejor potrero él está integrando un sinnúmero de variables más que solamente la productividad de pasto-, sino que incluye desde la posición topográfica que tenga ese potrero, la forma de ese potrero, su disponibilidad de agua, disponibilidad de sombra o disponibilidad de abrigo.

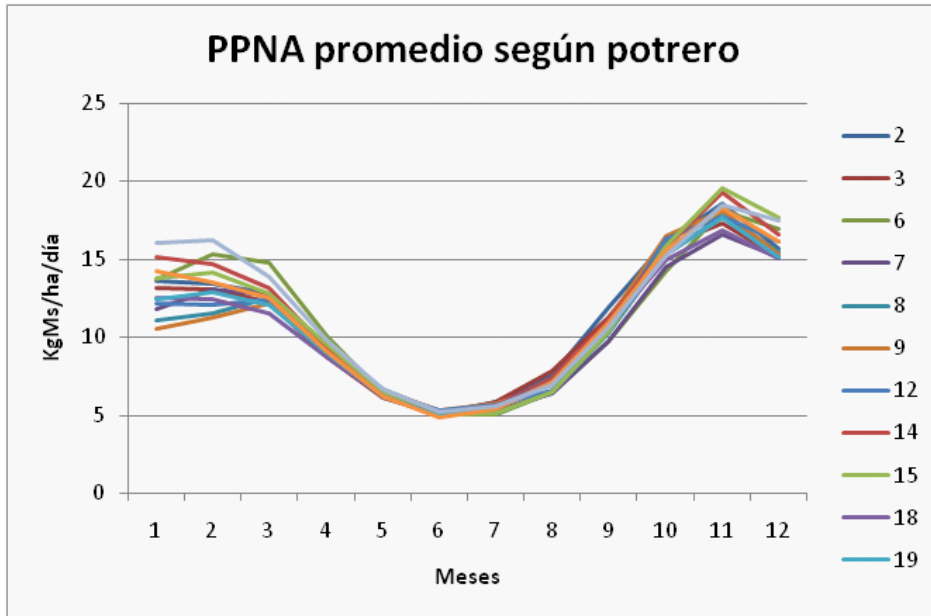


Figura 7. PPNA, promedio según potrero.

En la figura 8 lo que se aprecia es la productividad a lo largo de los años de los diferentes potreros. Se observan picos y ellos corresponden a verdes realizados en esos años.

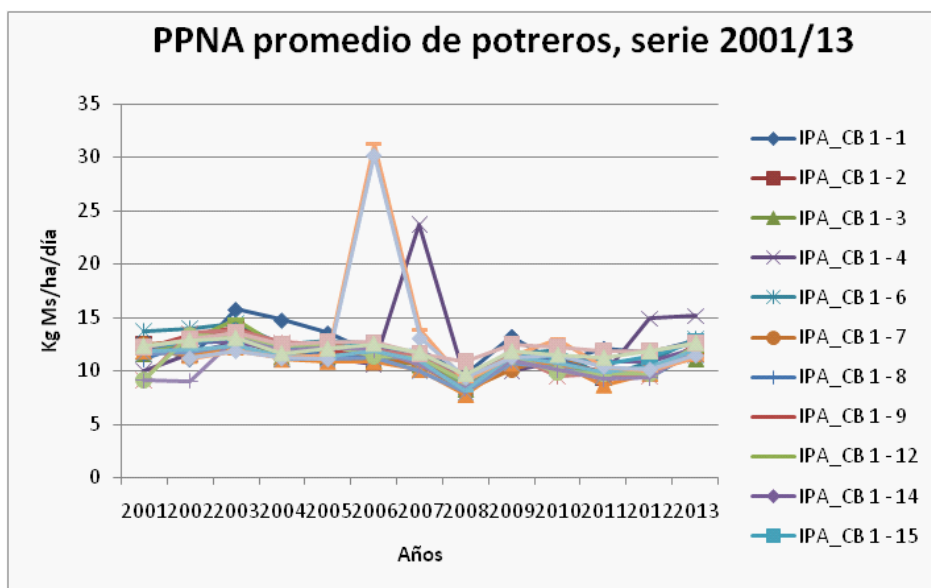
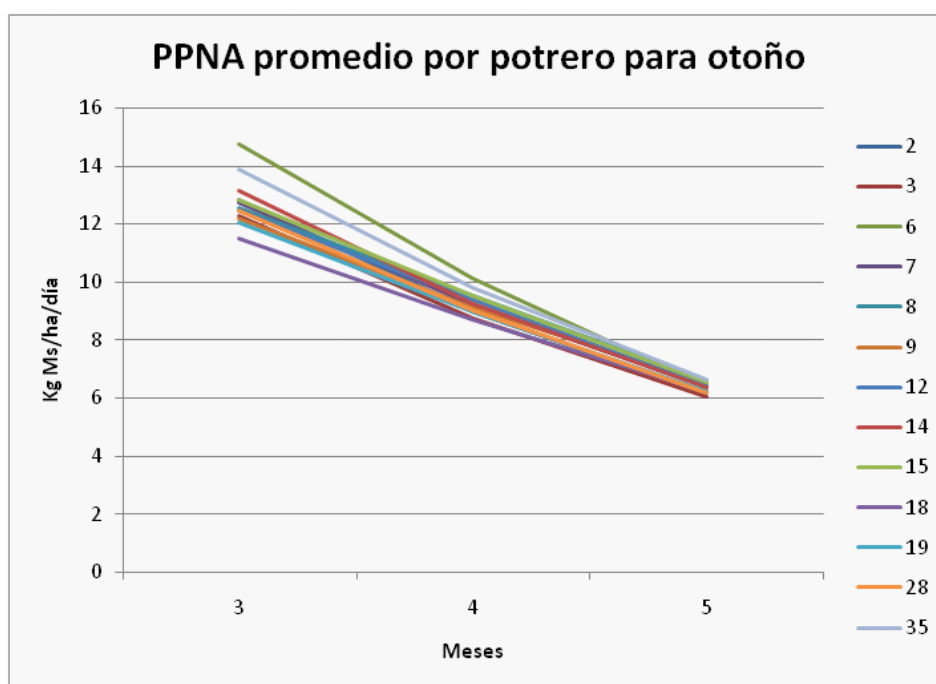


Figura 8. PPNA promedio de diferentes potreros en la serie de años 2000-2013.



Otra utilidad es observar la productividad de todos los potreros para los meses de marzo, abril y mayo (ver figura 9), hoy con mucha más objetividad para poder decidir qué potrero diferir, es decir, si nosotros vamos a diferir un potrero en otoño para el invierno, para tener pasto en el invierno, sería aconsejable observar qué potrero tiene mayor productividad en marzo, abril y mayo para utilizarlos en junio, julio y agosto. El hecho de diferir pasto es una de las medidas más aconsejables que sugiere el Plan Agropecuario después del ajuste de carga, pensando que se pueda juntar pasto para tenerlo en invierno, ya que es imposible juntar pasto en el invierno, sobre todo juntar la altura mínima de cinco centímetros o los mil kilogramos de materia seca en donde a partir de ahí el desempeño de los vacunos es bueno. Esta información ayuda a elegir aquel potrero que tiene mejor desempeño en los meses de otoño para reservar pasto para el invierno.



**Figura 9. PPNA promedio por potrero en los meses de marzo, abril y mayo.**

De igual forma ocurre para la primavera. Siempre se pregona el diferimiento otoñal, ahora también es importante pensar en el diferimiento primaveral con un doble sentido; por un lado dejar semillar las pasturas naturales de invierno que no tienen posibilidad si no lo hacemos voluntariamente y, por otro lado, acumular pasto para una posible crisis forrajera.

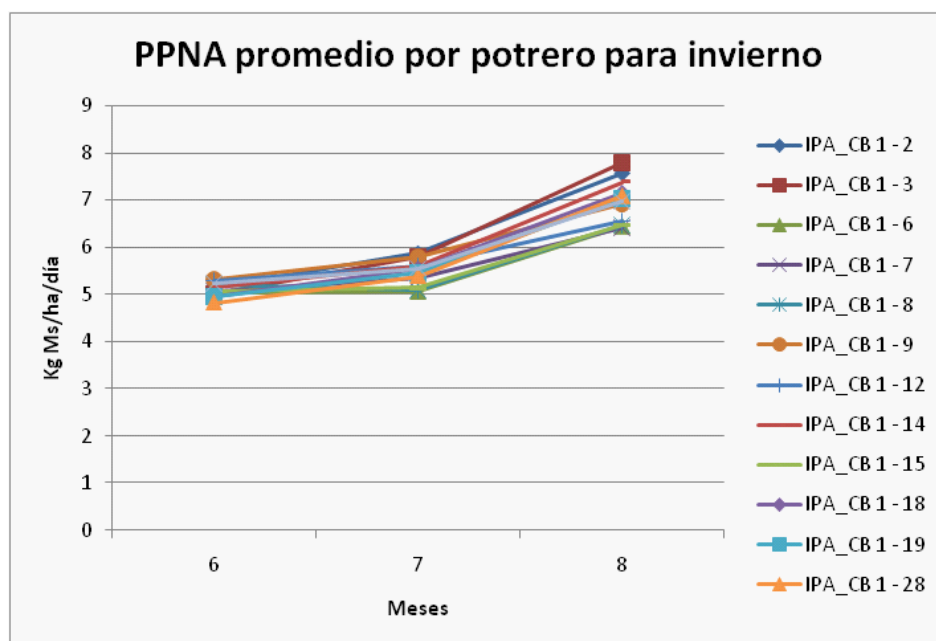


Figura 10. PPNA promedio por potrero en los meses de junio, julio y agosto.

No debemos olvidar que en el Basalto (que es la zona agroecológica más grande del país y muy sensible a los déficits hídricos junto con las Sierras del Este), los suelos superficiales los cuales ocupan una gran proporción -en el caso del basalto del orden del 60 %-, son campos que producen materiales muy acuosos que cuando vienen períodos de falta de agua de tan solo diez días, ese material se quiebra y se vuela, es decir, esos potreros se autolimpian y, en muy poco tiempo, uno se da cuenta que se está inmerso en una crisis forrajera. Entonces, pensar en el diferimiento primaveral es una medida pertinente en predios con alta proporción de suelos superficiales.

Para resumir, algunas de las aplicaciones del uso del seguimiento forrajero pueden ser:

- El conocimiento del recurso, la caracterización de los diferentes recursos forrajeros y su reacción frente a diferentes disturbios como puede ser la sequía y fundamentalmente el pastoreo.
- Realizar ajustes de dotación, para ello esto constituye una herramienta para realizar presupuestaciones forrajeras con elementos objetivos y con una gran seguridad sobre todo teniendo en cuenta los años que estamos acumulando de datos.
- Tomar decisiones de fecha de entore de acuerdo a cómo se presenta la primavera, qué tan temprano arranca.
- Elegir potreros para diferimiento.
- Comparar recursos, hoy hay gente que utilizando esto está comparando o tomando decisiones si realmente vale la pena realizar mejoramientos. Se destaca el valor prospectivo o de alarma forrajera que tiene esta herramienta y, sobre todo, detectar problemas en la eficiencia del uso del pasto. En general, los establecimientos se comparan en cuantos kilos de carne producen, pero esto da la posibilidad de comparar eficiencias. Es decir, nosotros al tener la productividad de carne y saber cuánto pasto se produce podemos estar conociendo cuántos kilos de pasto se necesitan para generar un kilo de carne y, en ese sentido, esta comparación es mucho más valiosa que comparar solo los kilos de carne donde la diferencia tan solo puede ser debida a que un campo es mucho mejor que el otro y no a un problema de eficiencia.

Para terminar, este es un sistema que está en constante ajuste. Uno de los ajustes primordiales es la calibración del uso de la eficiencia de la radiación (que en principio se usaron valores de tabla y hoy se están calibrando mediante cortes), esto nos está dando la posibilidad de ajustar mejor el sistema y a la brevedad va a aparecer con eficiencias el uso de la radiación diferente, que nos va a permitir estimar aún mejor y con mayor certeza la producción de pasto de los diferentes recursos que estemos trabajando.

Todo este trabajo se está llevando a cabo en forma conjunta con los productores y la investigación y el objetivo principal del Plan Agropecuario es que los productores incorporen esta herramienta en la toma de decisiones.

## Bibliografía

MONTEITH, J.L., 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *J. Applied Ecol.*, 9: 747-766.

PIÑEIRO, G., OESTERHELD, M. and PARUELO, J.M., 2006. Seasonal Variation in Aboveground Production and Radiation-use Efficiency of Temperate rangelands Estimated through Remote Sensing. *Ecosystems*, 9(3), pp.357–373.

PEREIRA MACHÍN, 2014. Manejo de campo natural: hacia una ganadería de precisión. Seguimiento forrajero vía teledetección. Charla en IPA.

## Diseño de un modelo de estados y transiciones (MET) para la recuperación de pasturas naturales: el caso de la colonia Juan Gutiérrez

Ing. Agr. Marcelo Pereira Machín  
Instituto Plan Agropecuario (IPA)

### Introducción

Es importante antes de explicar nuestro trabajo hacer un poco de historia de los diferentes modelos conceptuales que se han dado desde principios de siglo pasado hasta ahora. Clements fue un ecólogo americano que elaboró la teoría del modelo sucesional en la cual había una situación clímax (deseable, original). Es decir, todas las vegetaciones, una vez ocurrido un disturbio (como puede ser el exceso de carga que en la figura 1 está representada por la flecha que desplaza la comunidad hacia la izquierda), debido a la tendencia sucesional la comunidad volvía a su situación original. A eso se le llama la teoría sucesional, en donde había diferentes etapas seriales que iban ocurriendo de acuerdo a la carga que se utilizara; eso se vio que en muchos lugares se cumplía pero también se vio que en otros no (Briske et al., 2005).

También existió un modelo Range que es un modelo americano que utilizando esa misma teoría sucesional estableció la condición o el estado de salud de las pasturas naturales clasificándola en cuatro estados: pobre, media, buena y excelente; en donde cuando la comunidad era muy disturbada, por ejemplo, por un exceso de carga la condición era baja, y cuando se encontraba en una situación climática, es decir, cuando la vegetación era original se la catalogaba como muy buena. En definitiva, se comparaba la vegetación contra un estado de referencia original o climático que permitía establecer la condición de los campos (Briske et al., 2005).

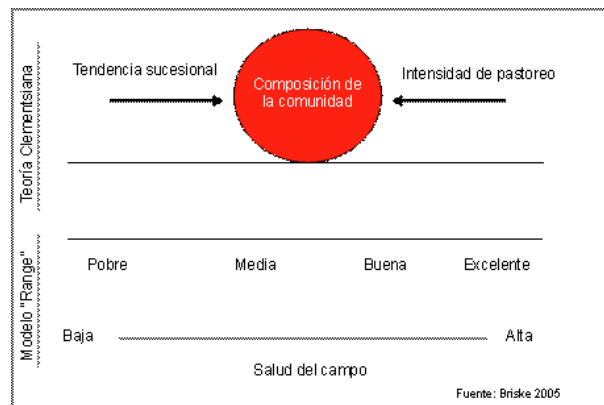


Figura 1. Teoría sucesional y modelo "range".

De esa manera surge el concepto de condición, pero se vio después que en la realidad no siempre se cumple la recuperación hacia el estado original. Lo que ocurre es que una vez dado un disturbio (sobre todo pasado un umbral), esa esfera roja (comunidad) podía caer en una cuenca, en la cual para pasar hacia otra situación o volver al estado original había que traspasar un umbral (ver figura 2) y para ello es necesario invertir en energía.

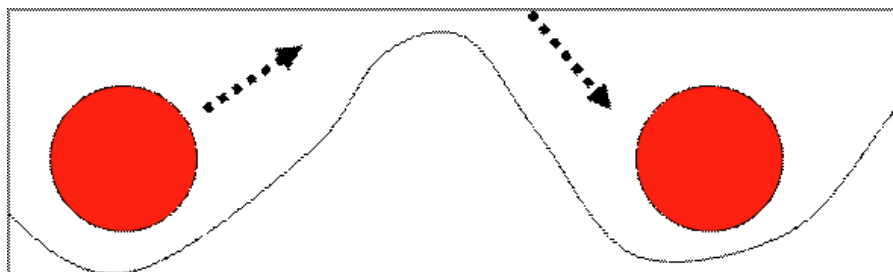


Figura 2. Cuencas de atracción y umbral.

Esto significa en términos prácticos que una vez ocurrido determinados disturbios -que puede ser el arado, el exceso de carga, el fuego-, aparecen estados alternativos estables y no necesariamente la vegetación vuelve al estado original. Por eso Westoby (1989), en la década del 80 elaboró la teoría de modelos de estados y transiciones en donde para pasar de un estado al otro hay determinadas transiciones que ocurren y hay determinantes para que eso ocurra. Más tarde, se le complementó con el concepto de existencia de umbrales. En el Uruguay, el modelo de estados y transiciones no ha sido descrito para ninguna comunidad vegetal, este es uno de los primeros casos. No obstante, es pertinente aclarar que existe suficiente información dispersa que integrándola permitiría diseñarlos en muchos casos.

### ¿Dónde se realizó este trabajo?

El trabajo se realizó en la Colonia Juan Gutiérrez. Es una colonia que está ubicada en el departamento de Paysandú, perteneciente al Instituto Nacional de Colonización, abarca 8.300 hectáreas, involucra a 27 productores y se encuentra dividida en 29 fracciones (ver figura 3).



Figura 3. Ubicación de la "Colonia Juan Gutiérrez".

Esta colonia comenzó bajo una forma de colonización privada en el año 1939, cuando Juan Gutiérrez trajo colonos de la zona de San José y de Soriano. De esta manera se inició un fuerte proceso agrícola, fundamentalmente con trigo y girasol, donde las descripciones originales de la zona marcan la existencia de grandes chircales, con presencia de venados de campo que es un indicador biológico de buena condición del campo natural. Con el tiempo, y sobre todo debido al crecimiento de las familias, casi toda la colonia se aró sucesivamente y durante mucho tiempo, a excepción de los lugares inundables y las vías de drenaje. Todo esto dejó un legado de erosión que se aprecia en la figura, en donde la mayor parte presenta erosión con aproximadamente entre 6 a 15 centímetros de pérdida de suelo (Pereira, 2010).

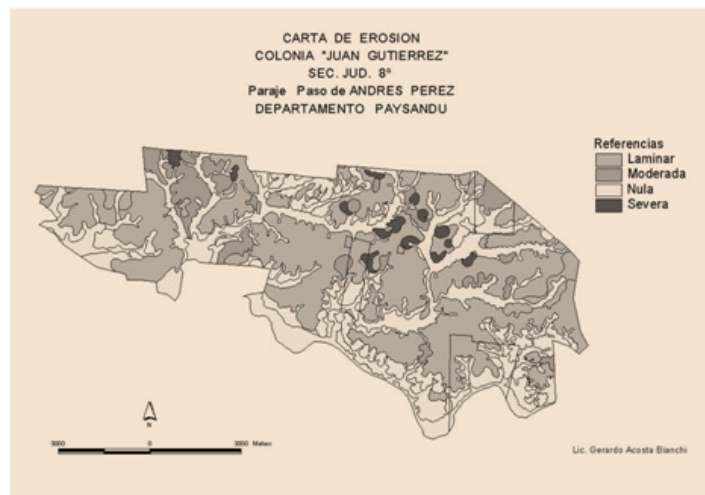


Figura 4. Carta de erosión, Colonia Juan Gutiérrez.

Originalmente, estos suelos tenían un contenido de materia orgánica de 5% y hoy los valores son de 2-2.5 %. Hubo no solamente pérdida de suelo, sino que también hubo pérdida de estructura, de materia orgánica, y eso ha llevado a que la mayor parte del suelo dominante de la colonia (10.2), un suelo negro con alto contenido de arcilla, se encuentre muchas veces deteriorado.

En la primavera de 2010 se relevaron 174 potreros, es decir, la totalidad de potreros que eran campo natural, o que por lo menos hacía cuatro años que no habían sido roturados, y se realizó un relevamiento florístico identificándose comunidades vegetales, haciéndose foco sobre las comunidades presentes en el suelo dominante.

Un hallazgo importante fue que el suelo 10.2, con menos de 10 años de recuperación, presenta una composición florística diferente de los que tienen más de diez años (ver figura 5). La característica resaltante es que tienen, en general, bajo porcentaje de malezas de campo sucio y, sobre todo, en las diez principales especies que contribuyen a la producción forrajera se destacan, entre otras, la presencia de *Cynodon dactylon* (gramilla). Ahora bien, cuando esos suelos tienen más de diez años de recuperación (ver figura 6), la presencia de malezas de campo sucio es un poco mayor y, dentro de las principales especies que integran el elenco de las diez especies más productivas presentes en dicho tapiz, aparece *Coleorachis selloana* (cola de lagarto) que es una especie indicadora del restablecimiento de los campos. Es decir, que a partir de los diez años hay una franca recuperación de la composición florística de estos campos. Una recuperación estructural -eso se refiere a la composición botánica- en donde sale del elenco de las diez principales especies la gramilla y aparece la cola de lagarto.

Demás está decir que hay presencia de *Paspalum notatum* (pasto horqueta) y *Axonopus affinis* (pasto chato) que son especies "formadoras de piso" al ser rastreras y perennes estivales, y

también *Stipa setigera* (flechilla morada alta), especie erecta representante del elenco de especies invernales. Esta es una especie que aparece junto con el *Piptochaetium* en forma muy temprana -después de que los campos se aran- y a medida que va pasando el tiempo, en algunos casos, disminuye y aumentan sobre todo las especies como el *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis* y *Coelorachis selloana*.

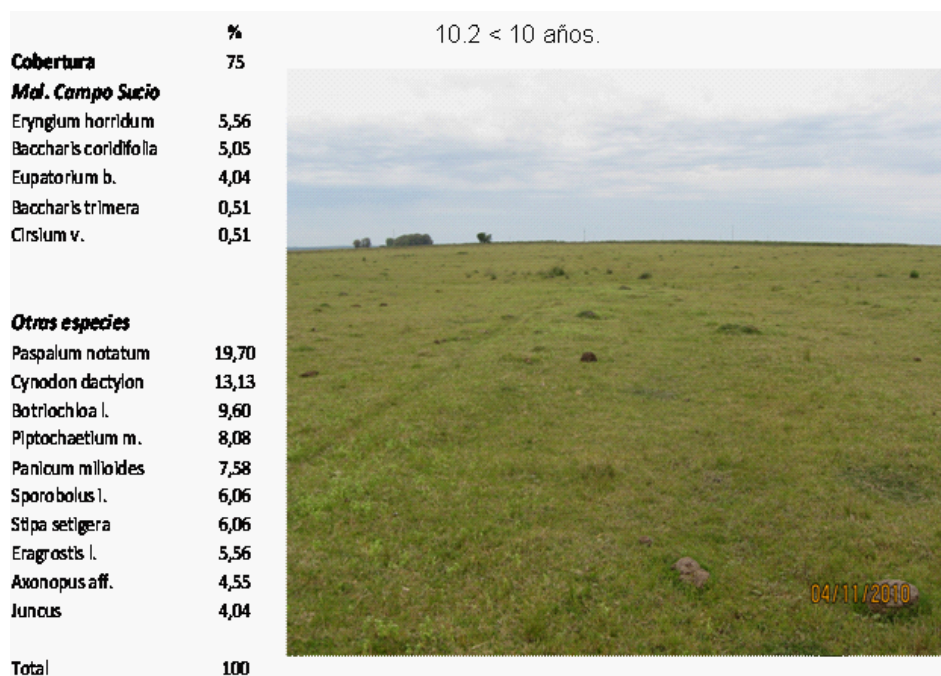


Figura 5. Suelo 10.2 con menos de 10 años de recuperación.

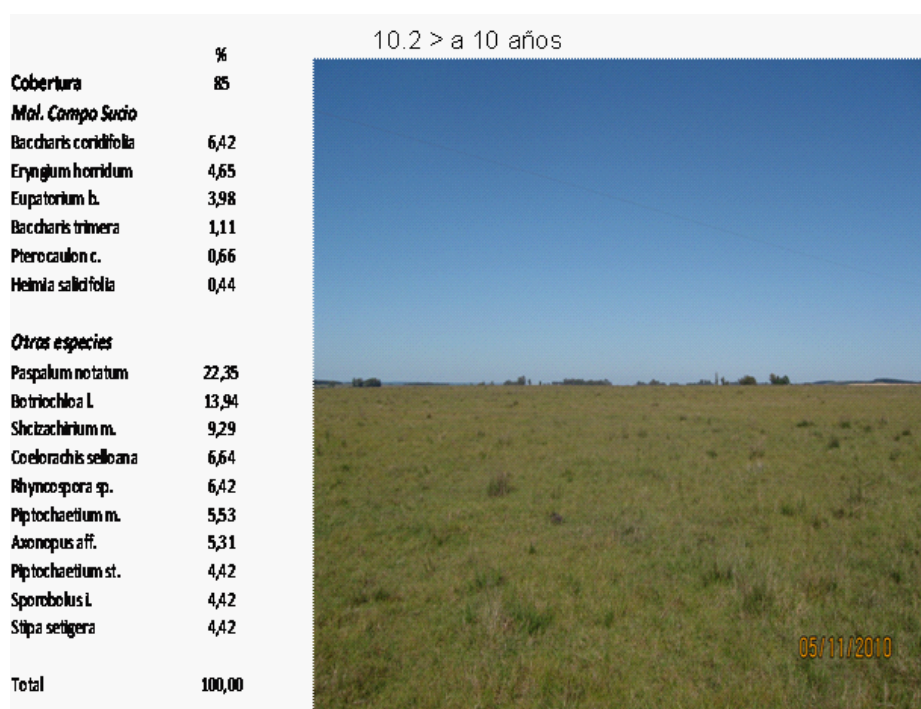


Figura 6. Suelo 10.2 con más de 10 años de recuperación.

Todo este trabajo, es decir, el relevamiento realizado, el análisis mediante técnicas multivariadas y las consultas con los usuarios (marco conceptual de manejo adaptivo), permitió elaborar el modelo que vemos en la figura 7.

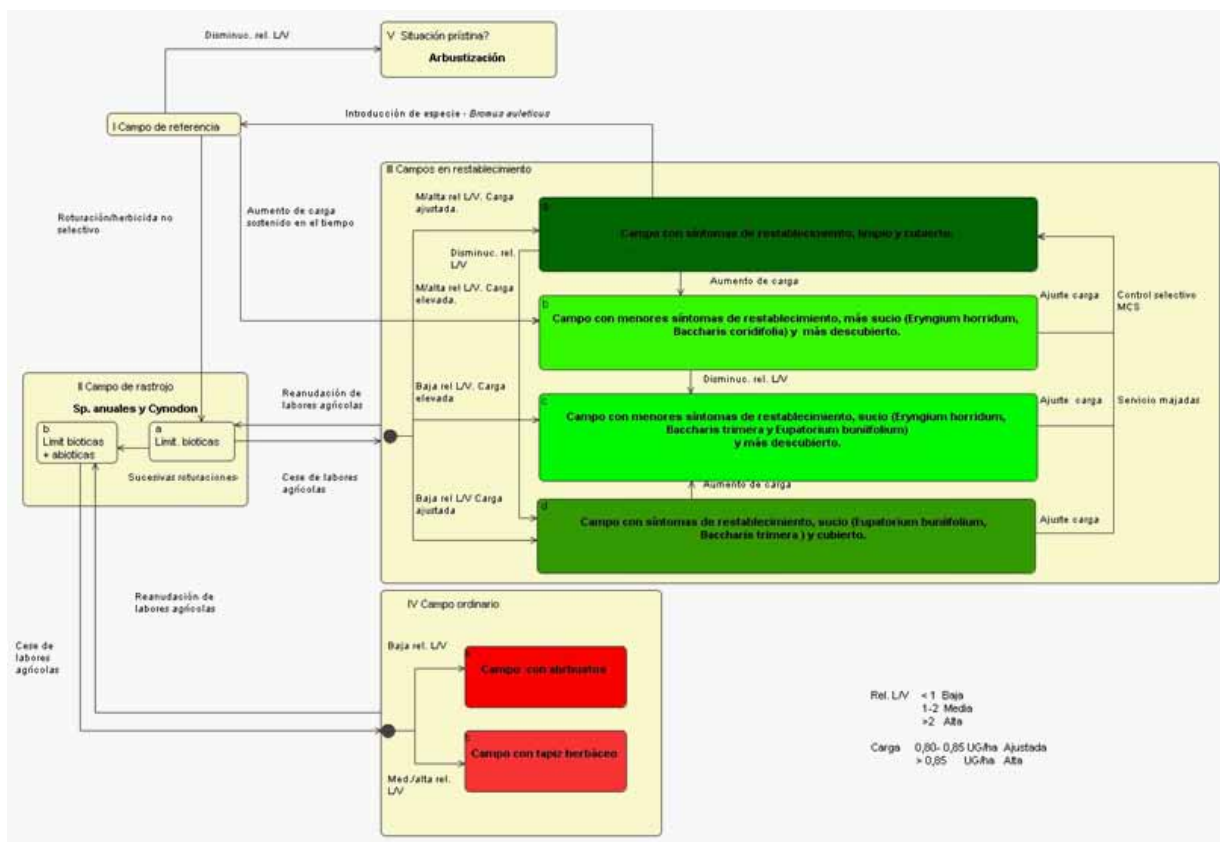


Figura 7. Modelo de estados y transiciones para el suelo dominante de la colonia.

El modelo tiene cinco estados (Pereira, 2013), el primero es un campo de referencia, el cual fue un potrero que supuestamente no fue arado -o si lo fue, fue hace más de cuarenta años- con una composición florística característica, con muy buena cobertura vegetal, con presencia de buenas especies como el *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Stipa setigera* y sobre todo un indicador interesante que es la presencia de *Bromus auleticus* (cebadilla perenne). Cuando ese campo de referencia se ara -o se aplica herbicida, pero sobre todo cuando se ara-, pasa a un segundo estado que es campo de rastrojo, que es un estado LV bastante inestable en el sentido de que es de corta duración o permanencia. En ese estado, a su vez, encontramos dos subestados, el “a” con limitantes bióticas, es decir, estructurales (cambio de composición florística) y un estado “b” (fruto de sucesivas aradas) con limitantes físicas (falta de estructura del suelo, pérdida de materia orgánica, presencia de suelas de arada). Cuando a este se lo abandona (se deja de laborear), se pasa al estado cuatro que se llaman campos de baja producción en el cual hay dos alternativas. Uno que se da con alta relación lanar/vacuno, no tiene presencia de especies arbustivas y presenta un tapiz que se caracteriza por presencia de especies ordinarias con mucho suelo desnudo en donde predominan especies como el *Sporobolus indicus* (pasto baqueta), *Eragrostis lujens* (pasto ilusión) y especies de *Aristidas*, todas ellas estivales de muy baja calidad. Es muy cuestionable la posibilidad de su vuelta atrás a campos con muy buena estructura. Existe una causa que está limitando su recuperación y que, muy posiblemente (y en eso se está investigando), sean limitantes estructurales de suelo.



Cuando la situación de rastrojo no presenta situaciones limitantes de estructura y se las deja recuperar -se abandona el laboreo-, pasamos a lo que se llaman campos en restablecimiento que es el estado tres, el cual presenta cuatro subestados y los determinantes de que se llegue a cada uno de esos subestados son la carga y la relación lanar/vacuno. Existen dos diferencias marcadas, cuando la relación lanar/vacuno es baja (menor a uno), terminan en tapices con especies arbustivas como la chirca (*Eupatorium bunniifolium*). Cuando la relación lanar/vacuno es media/alta (mayor que uno) la fracción arbustiva, a excepción del mío mío (*Baccharis coridifolia*) que es tóxico, en general desaparece. A su vez, cuando la dotación es alta, y en el caso de la colonia cuando es mayor al rango de 0,80 -0,85, los tapices presentan algunos síntomas de degradación, con menor cobertura, con menor proporción de especies buenas y con presencia de algunas malezas arrocetadas como es el caragatá o cardilla (*Eringium horridum*). En ese caso, cuando la dotación se ajusta, es decir, pasan a dotaciones ajustadas, los tapices presentan buena estructura, con buena cobertura, con buena presencia de especies productivas. Esos dos estados, tanto el estado A que son campos con síntomas de restablecimiento (limpios y cubiertos) como el B que son campos con menores síntomas de restablecimiento, sucios sobre todo de *Eringium horridum* y mío mío -ya que tienen una alta relación lanar/vacuno-, debido a que la colonia se manejó con dotaciones altas (0,93 UG/ha) y relación lanar/vacuno de 2,63, son los estados que tienen más probabilidad de aparecer. Los otros dos estados son estados con presencia de chirca -uno con buen tapiz y otro con mal tapiz-, eso obedece al exceso o no de dotación. La posibilidad de recuperación de estos casos, en el caso de presencia de malezas arbustivas, se basa en el control selectivo de la misma o la contratación de servicios de majada (algo muy utilizado en otras partes del mundo como es Estados Unidos).

Entonces, este modelo representa una hoja de ruta que le permite al productor ubicarse en qué situación está y favorecer aquellas transiciones que lo lleven a estados más deseables. Es así que para pasar del campo con síntomas de restablecimiento limpio y cubierto al campo de referencia, en realidad la diferencia es mínima y estructural, representada por la presencia o no de *Bromus auleticus*. A su vez, el campo de referencia cuando se le baja la relación lanar/vacuno se tiende a arbustizar, se enmaciegan como ha sido descrito por diferentes autores desde Azara, Rosengurtt, Formoso y Altesor, se puede estar llegando entonces a lo que nosotros decimos situación prístina.

Este modelo es un modelo bastante sencillo, en donde, en definitiva, se está caracterizando la dinámica de la vegetación que ocurre en la colonia y para poder tomar decisiones es imprescindible conocer cuál es la determinante de que pase una cosa u otra. Con esta hoja de ruta hoy los productores se encuentran discutiendo este modelo y, en definitiva, el aporte de ellos ha llevado a que este modelo haya sido enriquecido con la participación de lo que nosotros llamamos los usuarios. De esta manera, el conocimiento local de la zona ha sido incorporado en diferentes reuniones estacionales que estamos llevando a cabo, en donde se monitorea entre otras cosas la altura de pasto, la producción primaria neta y la condición de los vacunos en el caso de rodeo de cría.

Este modelo fue presentado a los productores bajo dos formas, una forma gráfica que es la que acabamos de ver, la cual no logró transmitir los conceptos fundamentales, y en una forma vivencial, para decirlo de alguna manera (ver figura 8), con muestras de panes de vegetación sacados de cada estado, hecho en un piso de concreto con las transiciones dibujadas con tizas de colores en donde quedan representados los estados y las transiciones, lo que permitió que los usuarios identificarán qué situaciones tenían en sus predios. Esto permitió la realización de aportes que incluyeron nuevos estados y subestados que no habían sido identificados.



Figura 8. Modelo de estados y transiciones, realizado con muestras originales.

### Monitoreo de PPNA y de disponibilidad forrajera

Al estar toda la colonia bajo el seguimiento forrajero vía teledetección, nos ha ayudado a apreciar determinados puntos. El primero de ellos es que no existen diferencias en PPNA entre el subestado “a” y “b” del estado 3. Eso significa que la productividad es la misma pero con estructuras diferentes lo cual sin duda influye en la productividad secundaria. Segundo, nos ha dado elementos como para poder afirmar que la colonia se encuentra sobredotada. En la figura 9 se aprecia la dotación que pudo haber soportado y la dotación usada realmente. No existe ningún año en que la dotación haya sido menor que la dotación posible de haber usado, lo cual deja en evidencia una sobrexplotación de los recursos de la colonia, sobre todo cuando también se analiza la estructura de la vegetación.

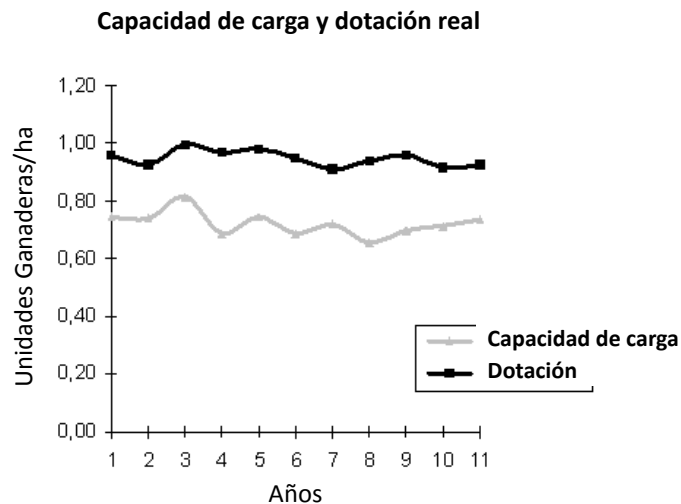
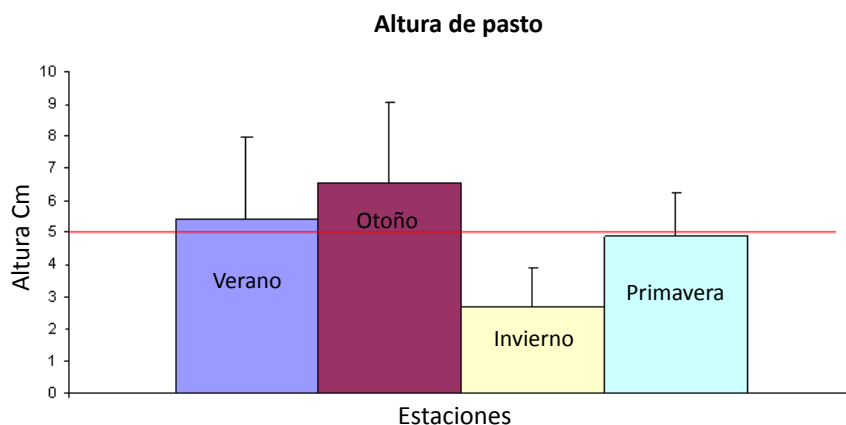


Figura 9. Dotación posible de haber sido usado y dotación real.

En la figura 10 se ve la altura del pasto de un establecimiento foco de la colonia lo cual es otro reflejo también sobrecarga donde en la mayoría de las estaciones se trabaja con ofertas de forraje limitadas (menores a 5 centímetros).

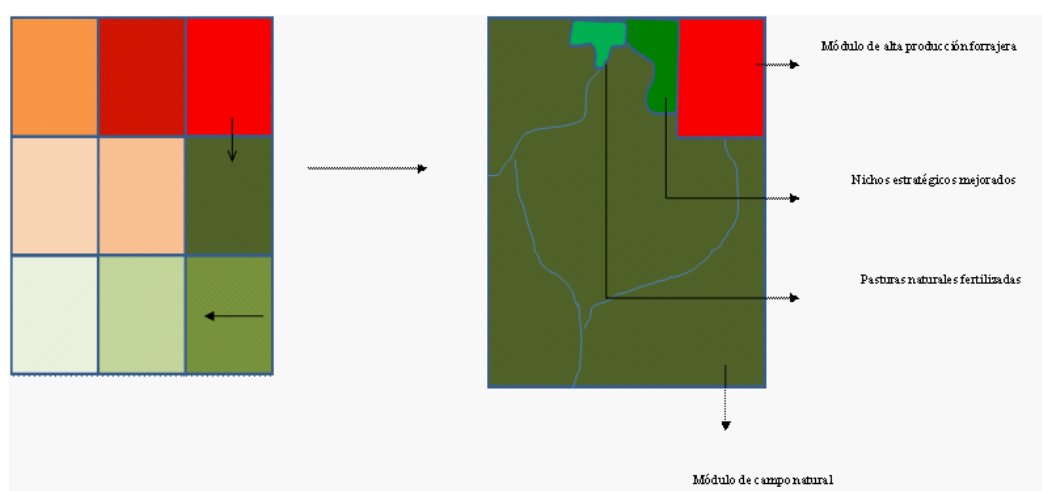


**Figura 10.** Altura de pasto según estaciones.

El resultado de esto se aprecia en el seguimiento agroeconómico que se le hace al predio lo cual arroja bajas eficiencias en la transformación de pasto a carne.

### Propuesta para conciliar conservación con producción

Es necesario conciliar la conservación con la producción. Una de las maneras que hemos encontrado es que para que la gente no roture los campos (ver figura 10), lo que hay que idear es una estrategia de manera que se puedan descansar los campos para que se recuperen -favoreciendo determinadas transiciones-, pero a su vez se concilie con la productividad necesaria para que las familias puedan vivir.



**Figura 10.** Estrategia de conciliación conservación-productividad: MAPF. Los diferentes rectángulos de diversos colores reflejan lo que los colonos hacían todos los años: mover una parte diferente de campo para el cabo de diez o doce años haber movido todo el campo y donde el modelo de estados de transiciones muestra que hay transiciones que se pueden favorecer que permiten con alta probabilidad la recuperación de campos; recuperación de campos que han tenido más de cincuenta años de agricultura y eso es un hallazgo de importancia -con presencia de especies buenas como el *Paspalum notatum*, la *Stipa setígera* y la cola de lagarto.

De esta manera nuestra propuesta es la instrumentación de módulos de alta producción forrajera (MAPF) (Pereira, 2010) en donde la mayoría del campo sea campo natural y donde se contemple el manejo de acuerdo a la heterogeneidad de vegetal existente (por eso las subdivisiones no son rectas), es decir, de acuerdo a las comunidades vegetales existentes. Este módulo de alta producción forrajera tiene que ser pequeño porque las sequías borran del mapa muchas de estas cosas y hacen tambalear a las empresas. El módulo de alta producción forrajera podrá ser muy variable de acuerdo a la adversidad al riesgo que tenga el productor. Podrá contemplar cosas tan sencillas como la fertilización de pasturas, la incorporación de nichos estratégicos mejorados en cobertura o la realización de una rotación agrícola ganadera hasta el riego de pasturas. Esto, que parece una novedad pero no lo es, en muchos lugares del país se hace y es una propuesta que se ve en otros lugares, como en Sudáfrica donde los establecimientos desarrollan el 10% del establecimiento al máximo y se siguen basando en el campo natural. Lo mismo estamos proponiendo para el Uruguay, que haya una base de campo natural con un correcto manejo del mismo, contemplando la heterogeneidad natural existente, realizando asignaciones de forraje mayores a las actuales, que es la única manera de lograr una mejor performance tanto de los rodeos como de las majadas de cría (la forma práctica inicial de hacer eso es ajustar la dotación; ajustes tempranos de dotación permitirán aumentos de carga más tarde). Nuestra propuesta también involucra la suplementación y la complementación con la aplicación de sistemas de pastoreo.

Esta estrategia concilia el hecho de conservar con producir, integra dos sistemas; un sistema que permite la conservación y una mayor productividad del campo natural, que es lo que le va a dar estabilidad (resistencia y resiliencia) al sistema en el largo plazo y complementado con la realización de módulos de alta producción forrajera que le va a permitir de manera estratégica potenciar la productividad y calidad del campo natural. Dicho módulo será mayor cuanto más chico sea el predio.

## Bibliografía

BRISKE, D.D.,FUHLENDORF, S.D. and SMEINS, F.E., 2005. Invited Synthesis Paper State-and-Transition Models, Thresholds , and Rangeland Health: A Synthesis of Ecological Concepts and Perspectives. , 58(September 2003), pp.1–10.

PEREIRA MACHÍN, M., 2013. Using participatory research, remote sensing and field surveys to build a state and transition model for the native pastures of northern Uruguay. 22nd International Grassland congress Sydney New South Wales Australia.

PEREIRA MACHÍN, M., 2011. Relevamiento de las pasturas naturales de la Colonia J. Gutiérrez. Determinación de la condición y lineamientos de propuestas para el levantamiento de las restricciones detectadas. Sociedad de Fomento Rural de la Colonia J. Gutiérrez - PNUD "Fortalecimiento del proceso de implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay" (MVOTMA/ DINAMA - PNUD/GEF (Proyecto URU/06/G34).

WESTOBY,M., WALKER, B. and NOY-MEIR, I., 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. Journal of range management, 42(July), pp.266–274.



## PRODUCCIÓN DE PASTURAS

Ing. Agr. Dr. Pablo Boggiano  
Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani  
Facultad de Agronomía, Universidad de la República (UDELAR)

### Introducción

Los sistemas de producción en campo natural son ecosistemas pratenses bajo pastoreo, en los cuales podemos reconocer diferentes compartimientos (ver figura 1).

Uno de estos compartimientos está integrado por factores del ambiente: energía solar, precipitaciones, anhídrido carbónico atmosférico, temperatura. Entre estos la energía solar es la fuente de energía para nuestros sistemas de producción y, aproximadamente, el 50 % es fotosintéticamente activo. Dicha radiación es capturada por los seres autótrofos, las plantas verdes, que son las encargadas de realizar la fotosíntesis y producir la materia seca, sustento para los seres heterótrofos.

La materia seca producida, denominada producción primaria, se particiona en aérea y subterránea y en las pasturas perennes menos de una tercera parte corresponde a la materia seca aérea. La producción primaria aérea es cosechada por los consumidores primarios o herbívoros y transformada en producción secundaria como carne, leche o lana. Parte de dicha biomasa es reciclada por la mesofauna y microorganismos que reducen en tamaño los detritos de la materia seca muerta, integrándola al suelo, determinando el funcionamiento de todo el ecosistema.

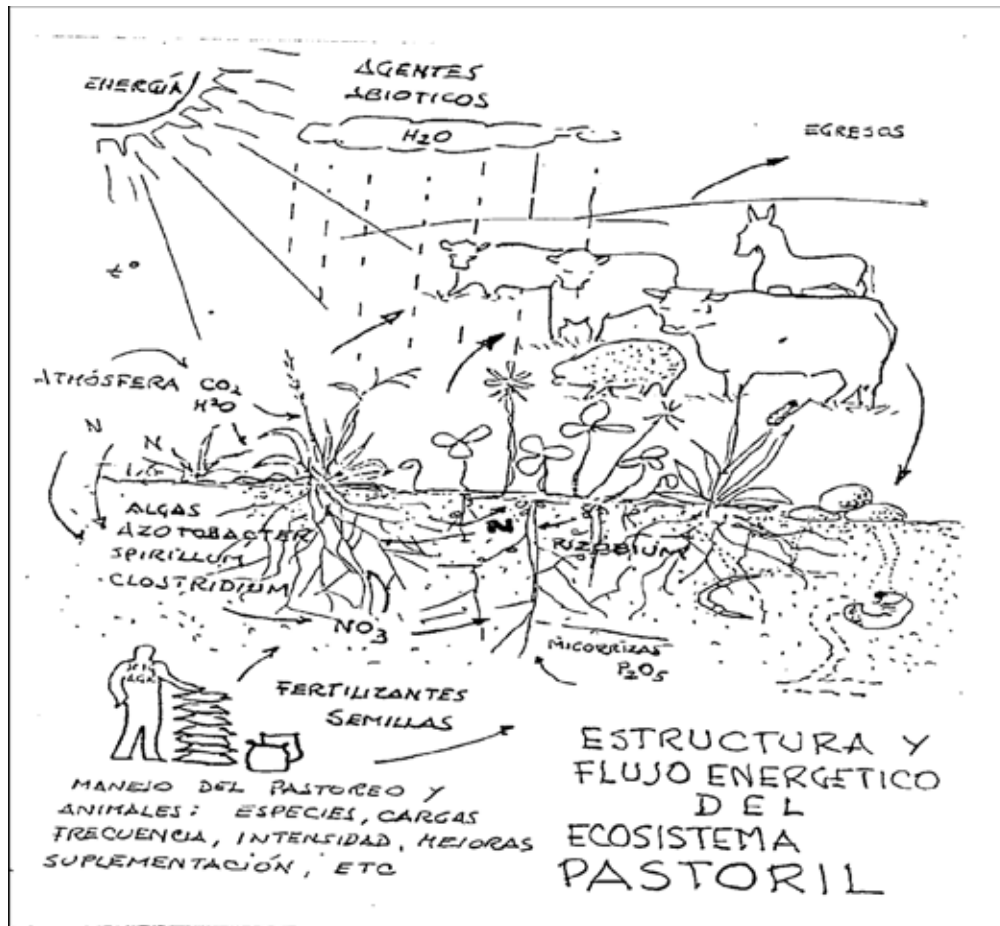


Figura 1. Estructura básica y ciclo energético en el ecosistema pratero. Millot, Riso y Methol (1987).

Como es un ecosistema manejado por el hombre algunos de estos factores del ambiente pueden ser modificados, como la disponibilidad de agua, nutrientes a través de la fertilización y las especies animales en pastoreo. La carga animal y los métodos de pastoreo determinan la frecuencia e intensidad con que son removidos hojas y tallos por los animales.

### Captura de la radiación y producción de forraje

La intensidad de defoliación determina qué cantidad de la energía radiante que llega a nivel del dosel vegetal es capturada. Esto constituye la primera limitante que tienen estos sistemas pastorales y es que las láminas foliares de las plantas son, simultáneamente, los órganos que capturan la energía radiante y sintetizan la materia seca y también el alimento para los animales. Por lo tanto, estos sistemas que funcionan en base al flujo de energía solar donde esta tiene que ser capturada por las plantas para transformarse en alimento para los animales, tiene la característica de que, para obtener la producción comercializable, se consume el área foliar, que es la estructura responsable de la producción de alimento.

En la figura 2 se grafica la evolución de la eficiencia de intercepción de la radiación incidente ( $E_i$ ) en función de la evolución del índice de área foliar (IAF) en una pastura de alfalfa y se aprecia que a medida que el índice de área foliar aumenta se logra una mayor intercepción de la radiación hasta un punto donde la curva se vuelve asintótica, es decir, que incrementos en el IAF no producen aumentos de intercepción ya que dichos aumentos del IAF se dan con superposición de hojas nuevas sobre las ya existentes.

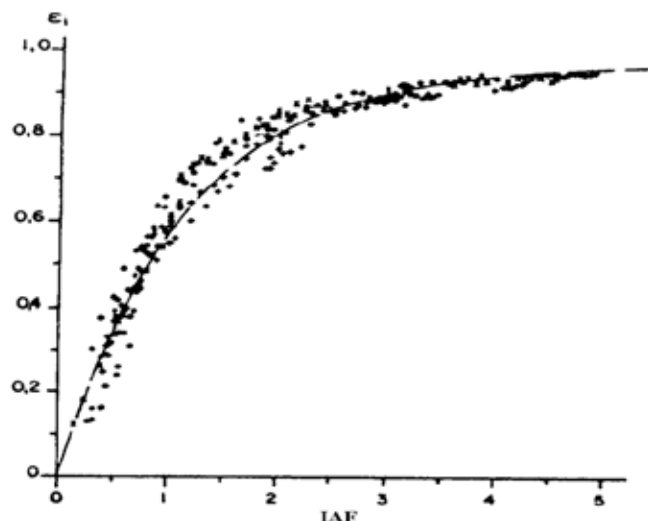


Figura 2. Evolución de la eficiencia de intercepción de la radiación incidente ( $E_i$ ) en función de la evolución del índice de área foliar (IAF) en alfalfa. Gosse et al., 1984.

Un ejemplo de cómo afecta la intensidad de pastoreo la absorción de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) en condiciones de campo natural, se presenta en la figura 3, donde se muestra la evolución del porcentaje de PAR absorbido en función de los días de descanso postpastoreo para un campo natural sometido a tres ofertas de forraje (OF) 4, 9 y 14 Kg. de materia seca verde por 100 Kg. de peso vivo animal por día (la intensidad de pastoreo se expresa como oferta de forraje).

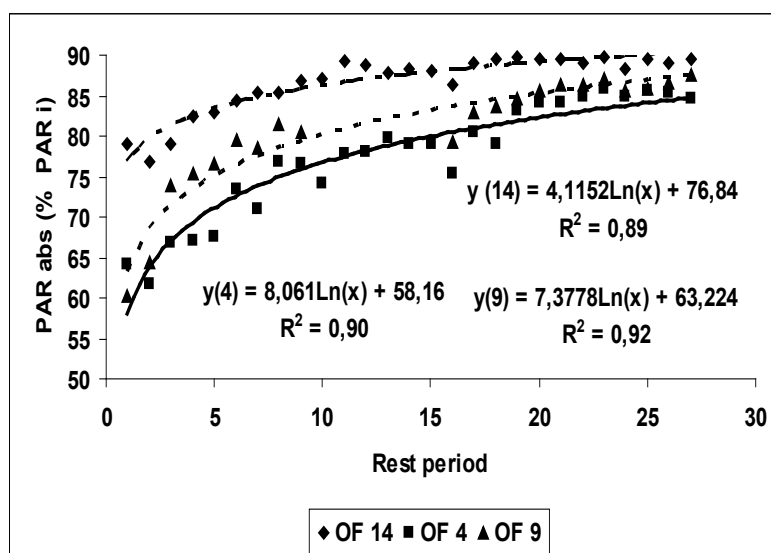
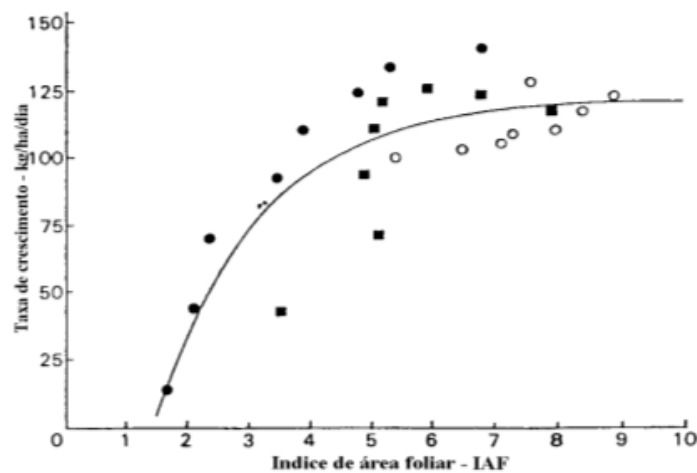


Figura 3. Evolución del porcentaje de radiación fotosintéticamente activa incidente que es absorbida por un campo natural sometido a ofertas de forraje de 4, 9 y 14 % PV. Boggiano et al. 2011.

A medida que los días de descanso se incrementan, el porcentaje de la radiación absorbida por el dosel del campo natural aumenta mostrando un patrón similar a la figura 2. Sin embargo, la

intensidad de pastoreo definida por las OF impone respuestas diferentes: a mayor intensidad pastoreo (4% OF) el índice de área foliar remanente es menor y la pastura se recupera más lentamente, no alcanzando los valores de intercepción que se logra con menores intensidades de pastoreo (9 y 14 % OF). Visto de otra manera, si consideramos que a los veinte días de descanso los tratamientos con menor intensidad (OF 9 y 14%PV) llegan a valores de absorción muy cercanos al máximo, en el tratamiento de 4% OF esto no se logra. Esto indica que a mayor intensidad de pastoreo menos radiación es capturada por la pastura, más radiación se pierde y no va aportar para la fotosíntesis, limitando la producción de forraje.

La relación entre el incremento del índice del área a foliar y la producción de forraje se aprecia en la figura 4, donde se observa que a medida que se incrementa el índice de área foliar aumenta la tasa de crecimiento (expresada en kilogramos de materia seca por hectárea y por día) en forma asintótica, de la misma manera que la eficiencia de intercepción de la radiación.



**Figura 4. Evolución de la tasa de crecimiento de una pastura de *Lolium* sp. en función del IAF. Brougham, 1956.**

Existe una asociación directa entre mayor intensidad de luz interceptada y mayor acumulación de materia seca, hasta un valor de IAF a partir del cual no aumenta la captura de energía radiante y, por tanto, tampoco incrementa la tasa de crecimiento. Es responsable de este comportamiento asintótico el sombreado que generan los nuevos estratos de hoja que no se traducen en un incremento de la radiación interceptada.

Se deben considerar los dos componentes en la captura de radiación: el tamaño de la antena expresado por el índice de área foliar y la eficiencia de captura de la energía por las hojas, o sea, la eficiencia con que es absorbida la energía radiante y transformada en materia seca. Entre los factores que afectan la eficiencia de captura están la edad de la hoja y el contenido de nutrientes, fundamentalmente el nitrógeno que compone la molécula de Rubisco y clorofila lo que modifica las concentraciones de estas en las láminas foliares, afectando la eficiencia fotosintética.

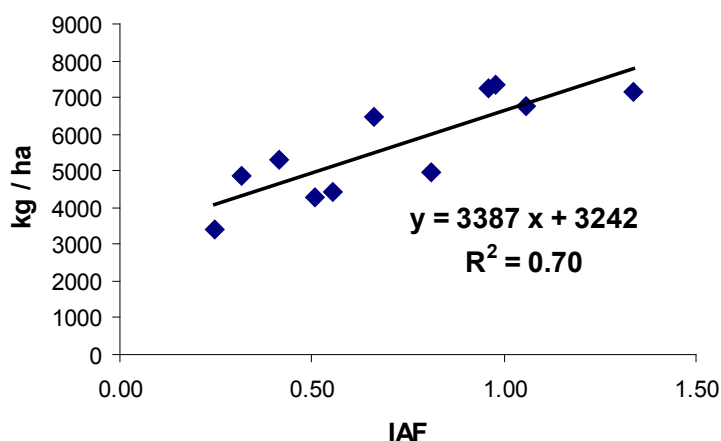
Otro de los factores que afecta la eficiencia de captura de la radiación es el contenido de agua en la planta a través de la regulación estomática que afecta el intercambio de  $\text{CO}_2$  con la atmósfera actuando sobre la fotosíntesis y la expansión celular que afecta la extensión foliar y, por lo tanto, el área foliar.

En el caso de una pastura de sorgo sometida a cuatro intensidades de pastoreo, la figura 5 muestra la relación entre el índice de área foliar pospastoreo y los kilos de materia seca



producidos. Nuevamente se aprecia que incrementos del índice del área foliar se asocian a mayor producción de forraje del sorgo, aumentado de 3000 a 7000 kg de materia seca por aumentar el índice de área foliar remanente pospastoreo.

Existe una relación directa entre la altura o la intensidad con la que la pastura es defoliada cuando representan las variaciones en el IAF y la capacidad de captura de radiación estando asociado directamente a la producción de forraje.



La Figura 5. Relación entre IAF remanente pos pastoreo y producción de materia seca de sudangrass (*Sorghum sudanense*) (Gabar et al., 2004).

Conocer la curva de crecimiento para los diferentes tipos de pasturas permite definir el momento indicado para pastoreo o corte, ya que se modifica con las características estructurales de dosel, que definen los rangos de IAF óptimo.

En la figura 6 se grafica la acumulación de materia seca de forraje verde de dos pasturas a través del tiempo (A), luego de ser defoliadas, donde el nivel W de inicio representa el remanente en Kg/ha de materia seca y se las deja llegar a la máxima acumulación de forraje verde. Se observa que la pastura con menor remanente presenta una curva de acumulación de forraje del tipo sigmoide: inicialmente presenta una fase de recuperación lenta que puede ser más o menos marcada en función de la intensidad de defoliación, continua una fase de crecimiento exponencial y luego lineal. A medida que transcurre el tiempo la acumulación se da a tasas decrecientes hasta que se torna asintótica, donde se igualan crecimiento y senescencia, manteniendo constante la acumulación de forraje verde.

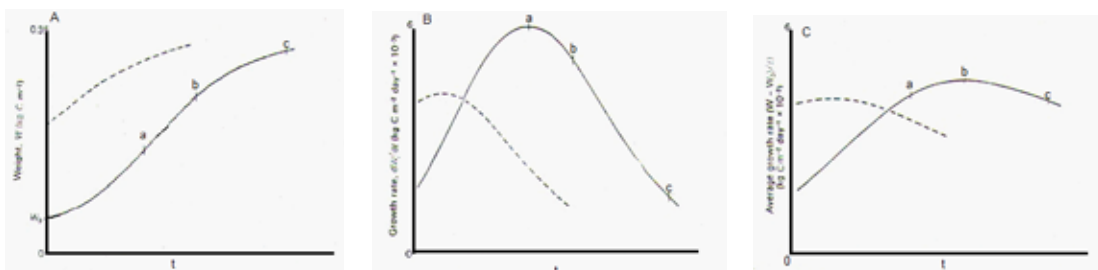


Figura 6. Efecto de dos intensidades de defoliación sobre (a) evolución de la biomasa aérea, (b) tasa instantánea de crecimiento y (c) tasa promedio de crecimiento durante el período de rebrote de una pastura defoliada en forma leve (líneas punteadas) o severa (líneas enteras). Parsons, 1988.

La figura B muestra la tasa instantánea, es decir, los incrementos marginales por unidad de

tiempo que indican la velocidad de acumulación en función del tiempo desde la defoliación. En el punto (a) es donde se encuentra la máxima tasa de acumulación instantánea, pero aún la acumulación promedio (C) es creciente. En el punto (b) la velocidad de acumulo indicada por la tasa instantánea es decreciente y estamos en la región de máxima tasa promedio que es donde empieza a estabilizarse la acumulación de forraje verde. Esta zona equivaldría al punto donde la acumulación dejó de ser lineal y empezó a acumular a tasas decrecientes y correspondería al momento óptimo para pastorear. Aquí estaríamos en el entorno del IAF óptimo de la pastura. Pasado ese punto la tasa de acúmulo instantáneo es baja haciendo que la tasa promedio decrezca. Por lo tanto, si se espera hasta este momento (c) para pastorear estamos perdiendo producción de forraje y acumulando senescencia.

El momento óptimo de pastoreo cambia para cada una de las pasturas, pudiendo definirse en términos de masa de forraje presente, tiempos de rebrote, índice de área foliar o alturas, siendo modificado por la estructura de la pastura. En especies con disposición de hojas más horizontal como los tréboles este punto ocurriría antes en términos de tiempo o de índices de área foliar, en cambio en especies más erectas como gramíneas, este punto se produciría a valores de IAF más altos.

Al considerar la respuesta de la pastura con mayor remanente pospastoreo (índice de área foliar mayor), la curva no presenta la fase inicial de recomposición del índice del área foliar sino que ya parte de esa área foliar más alta, presentando forma curvilínea.

La pastura que inicia el rebrote con mayor IAF llega más rápidamente al máximo de intercepción -al máximo de producción acumulable- frente a la más intensamente defoliada que tuvo que reponer estructuras para luego recuperar la tasa de acumulación de forraje.

Analizado en el mediano plazo, a través de lo que sucede con las tasas instantáneas, vemos que es mayor la tasa instantánea de la pastura más intensamente pastoreada y que repuso mayor proporción de hojas frente a la pastura que mantuvo un área foliar más vieja y por tanto menos eficientes fotosintéticamente. Eso lleva a mantener producciones promedio mayores en la pastura que fue mantenida con un área foliar más eficiente fotosintéticamente.

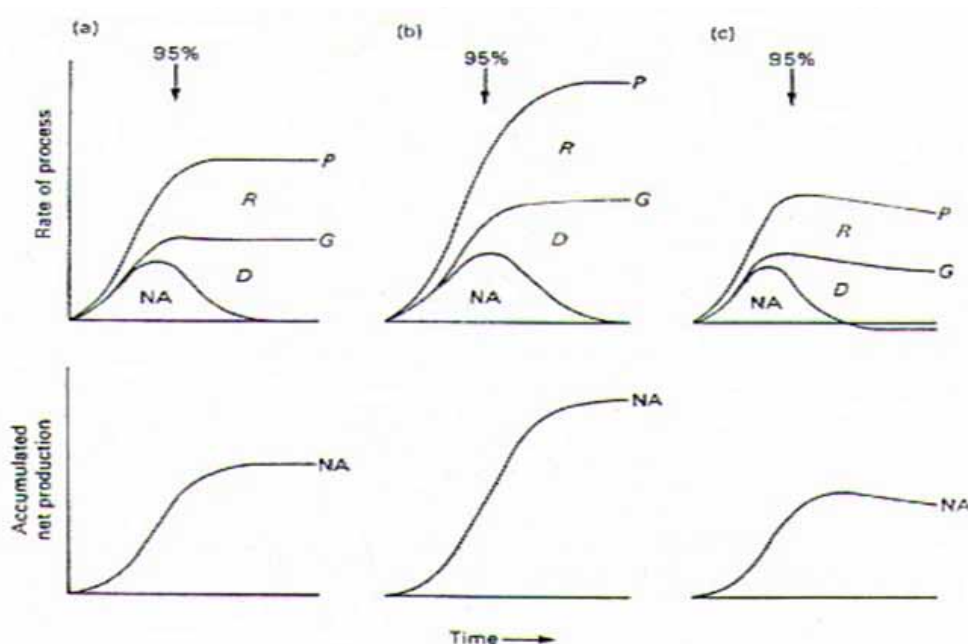
La pastura con mayor área foliar remanente, acumula más forraje senescente reduciendo la eficiencia fotosintética del dosel y presentando mayor sombreado en los estratos inferiores de la pastura, lo que determina que su tasa instantánea de producción decrezca. Si estos procesos se mantienen en el tiempo, el número de puntos de crecimiento por unidad de área tiende a ser menor, en respuesta a cambios en la calidad de la radiación que atraviesa el dosel. A medida que la profundidad del horizonte de hojas aumenta, la relación de radiación rojo/rojo lejano que llega a la base de las plantas disminuye, debido a que las hojas absorben fundamentalmente radiación en el rango de longitudes de onda del rojo, determinando una disminución del macollaje en gramíneas o desarrollo de tallos en leguminosas. En cambio, en la pastura con menor índice de área foliar remanente la radiación llega a nivel de los puntos de crecimiento con una relación rojo/rojo lejano mayor promoviendo una ramificación más intensa, lo cual explica esa mayor tasa instantánea que lleva a una mayor producción.

Por otro lado, pasturas que mantienen un IAF remanente más alto y mayor acumulación de materia seca en el perfil, presentan un horizonte más profundo a través que las hojas en desarrollo tienen que atravesar para expandirse. En la medida que la hoja atraviesa un horizonte más profundo, pasa más tiempo en condiciones de baja radiación lo que determina una menor eficiencia fotosintética de la misma frente a una hoja formada en ambientes más luminosos, como sería el caso de las hojas que transcurren dentro de seudotallos más cortos y se expanden más rápido.

Por lo tanto, el manejo de las pasturas requiere variar la intensidad del pastoreo entre

estaciones del año en la medida que cambian las condiciones ambientales que determinan el crecimiento y la acumulación de forraje. Así, la remoción de la acumulación de forraje que se da hacia fin de verano – inicio de otoño es necesaria para lograr una mayor dinámica de rebrote y reponer con estructuras nuevas que son fotosintéticamente más activas.

En la figura 7 se presentan tres situaciones de ambiente lumínico. Se grafica en abscisas el tiempo y en ordenadas la variación en la tasas de los procesos de fotosíntesis (P), respiración (R), crecimiento (G), senescencia (D), crecimiento neto (NA) y debajo la producción acumulada neta (NA).



**Figura 7. Relaciones entre tasa de fotosíntesis bruta (P), respiración (R), producción bruta (G), acumulación neta (NA) y senescencia (D) en pasturas creciendo en (a) un ambiente constante; (b) ambiente con luminosidad creciente como primavera; (c) ambiente con luminosidad decreciente como otoño. Los gráficos inferiores muestran los patrones de acumulación neta. Las flechas indican el momento donde se logra el 95 % de la intercepción de la luz.**

En la gráfica (a) se presenta las relaciones en un ambiente de menor radiación, donde los máximos se alcanzan antes por la limitante lumínica. En la gráfica (b) se observa lo que sucede cuando pasamos a un ambiente como la primavera donde hay mayor radiación incidente, pero además, se da un cambio en la estructura de la pastura, que al ser inducida a florecer se torna más erecta por el alargamiento de los entrenudos. Esto cambia la distribución del área foliar en el perfil, quedando más abierto y permitiendo mayor penetración e intercepción de la luz resultando en mayor tasa fotosintética por unidad de superficie. Esto explica en parte los picos de producción primaveral que se dan en las pasturas, lo que permite aprovechar la mayor disponibilidad de otros recursos del ambiente.

En cambio, al pasar de otoño al invierno (c) podemos encontrar tasas netas de acumulación negativas, es decir, que la tasa neta no se mantiene estable sino que tiende a caer, decrece y aquí se grafica como valores negativos. Esto se da porque la senescencia es mayor que el crecimiento, como sucede con especies estivales que se nescen rápidamente frente a fríos o heladas.

Por otro lado, dado que la extensión foliar es una función exponencial de la temperatura y la tasa de aparición es una función lineal de la temperatura, a iguales sumas térmicas, en

una estación más caliente se forman hojas más grandes que en una estación fría. Por tanto, cuando pasamos de otoño a invierno las hojas que se reponen a igual suma térmica son de menor longitud y tamaño que las hojas senescentes que se habían formado en la estación anterior.

### Relaciones entre producción de forraje y producción animal

Si consideramos el crecimiento de una pastura desde un punto de inicio cercano a biomasa mínima o cero (ver figura 8), hay un período de rebrote que acumula fundamentalmente hojas nuevas hasta que comienzan los procesos de senescencia y comienza a acumular material senescente.

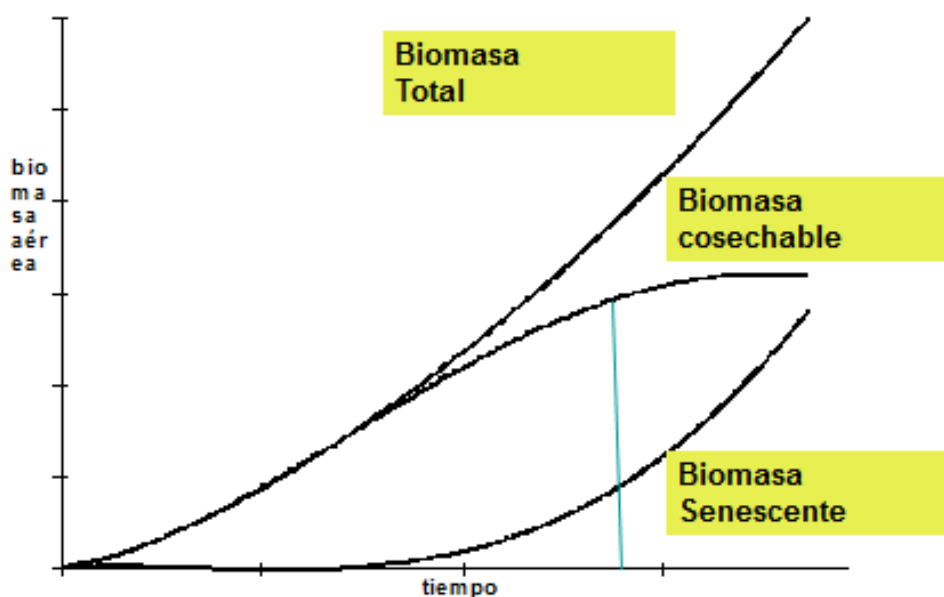


Figura 8. Evolución de la biomasa primaria y de la biomasa cosechable en función del tiempo de rebrote. Nabinger, 1998.

La biomasa total es la suma de la biomasa verde, que algunos autores denominan como cosechable más el material senescente. Al tratarse la acumulación total de material senescente y verde, esta es siempre creciente a diferencia de la línea de biomasa verde que cuando se iguala el crecimiento con la senescencia se hace asintótica. Si bien este incremento de la biomasa verde constituye un aumento en la cantidad de biomasa total, su digestibilidad y contenido en proteína disminuye al acumularse material muerto, además de perjudicar los procesos de rebrotes al quedar mayor proporción de material poco eficiente fotosintéticamente para el rebrote.

La pastura bajo pastoreo está sujeta al efecto de los factores del ambiente y de los herbívoros pastoreadores. El diagrama de la figura 9 presenta un modelo funcional donde se integran los componentes de la producción animal, de la pastura y cómo interactúan.

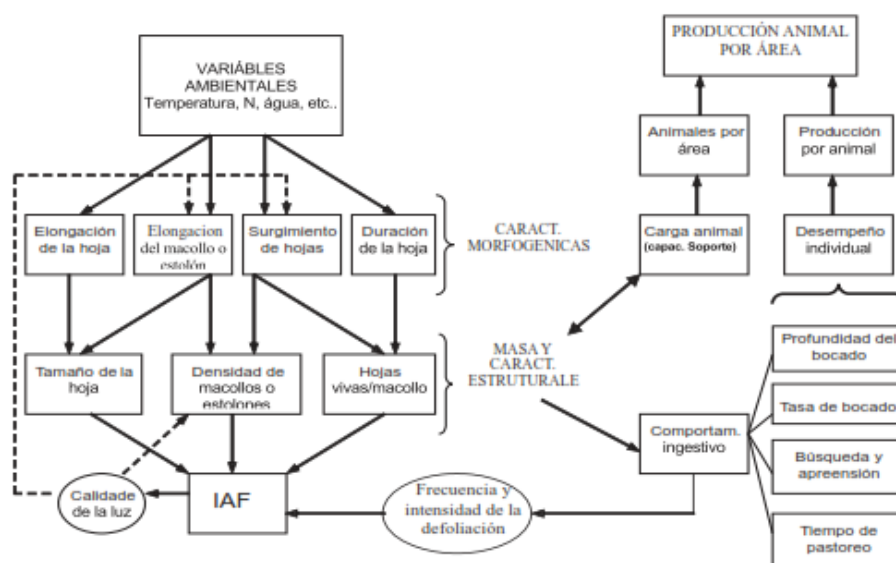


Figura 9. Modelo conceptual de las relaciones suelo-clima-planta-animal. Nabinger et al 2009

Las variables ambientales afectan las características morfológicas de las pasturas que son determinantes de las características estructurales de la misma, de la masa de forraje presente y de su crecimiento, determinando la capacidad de carga.

A su vez, la carga animal actúa a través del consumo definiendo la cantidad y calidad de la biomasa removida y remanente presente en el campo. Tanto la carga como las características del forraje disponible actúan sobre el comportamiento ingestivo de los animales condicionando el desempeño individual de los mismos, modificando la frecuencia e intensidad de defoliación y por tanto, el índice de área a foliar de la pastura.

El IAF está definido por la combinación de las características estructurales, número de unidades de crecimiento por área, tamaño de las hojas y el número de hojas. Las modificaciones en IAF determinan cambios en la calidad de la luz que llega a nivel de los puntos de crecimiento, actuando directamente sobre el macollaje de las gramíneas o ramificación de las leguminosas lo que determina modificaciones de la masa de forraje presente en la pastura.

En la figura 10 se presenta un ejemplo de cómo la intensidad del pastoreo afecta a la producción de forraje, la tasa de crecimiento y el forraje presente en el campo bajo pastoreo continuo.

Tanto la tasa de crecimiento como la producción de forraje crecen a medida que aumenta la disponibilidad de forraje, lo que estaría reflejando aumentos del índice de área foliar y por tanto aumentos en la captura de radiación. La producción de forraje es explicada por la captura de carbono a través de la fotosíntesis, por lo que una mayor capacidad fotosintética de la planta significa mayor producción, que a su vez se refleja en mayor macollaje y mayor desarrollo radicular para poder explorar y capturar los recursos del suelo. A medida que seguimos incrementando la cantidad de forraje presente decrece la producción por la acumulación de hojas viejas y senescentes que determina aumento del sombreado, reducción en los ritmos de recambio foliar y de macollaje.

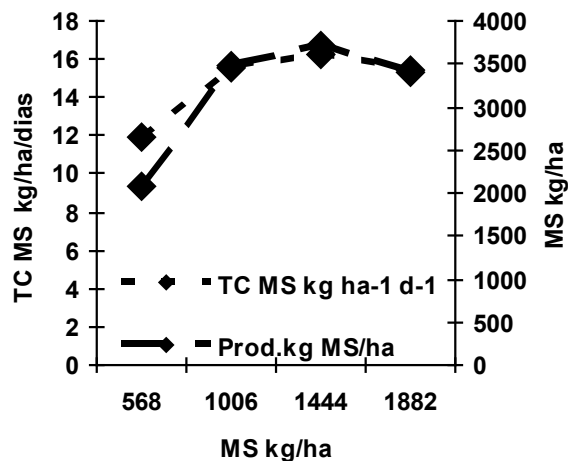


Figura 10. Relación entre la materia seca remanente (MS kg/ha) en ordenadas, tasa de crecimiento (TC MS Kg./ha/días) y producción (MS Kg./ha), en campo natural pastoreado en forma continua y Maraschin et al 1997.

La eficiencia foliar está asociada a la edad del IAF. Cuando el rastrojo es más bajo se da un mayor recambio de las hojas por lo que se mantiene una mayor proporción de hojas nuevas en el dosel que presentan mayor eficiencia fotosintética, lo que se refleja en una mayor tasa de acumulación de materia seca por unidad de área foliar. Cuando el dosel se mantiene con mayor altura de remanente la eficiencia fotosintética disminuye.

¿Como se explica que el crecimiento de la pastura aumenta con mayor remanente? El crecimiento está explicado por la eficiencia fotosintética (expresada como tasa de asimilación neta) multiplicado por el índice de área foliar. Cuando la pastura es más intensamente defoliados, si bien presenta altas eficiencias fotosintéticas, el índice de área foliar promedio es más bajo y no es compensado por la mayor eficiencia.

La respuesta en producción animal a las intensidades de pastoreo, representada por la masa de forraje presente se observa en la figura 11.

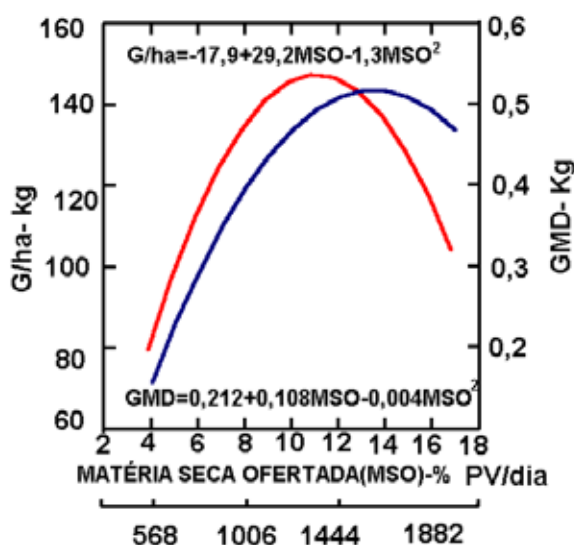


Figura 11. Relación entre materia seca ofertada en porcentaje del peso vivo (MSO %PV) y materia seca remanente (MS kg/ha) en un campo natural pastoreado en forma continua y la ganancia media diaria (GMD) (línea azul) y ganancia por ha G/ha (línea roja). Maraschin et al., 1997.

A medida que se reduce la intensidad de pastoreo e incrementa la masa de forraje remanente, aumenta la producción animal por hectárea hasta un máximo que se ubica en valores de oferta de forraje entre 10% PV y 12% PV o, aproximadamente, entre 1100 a 1400 Kg/ha de MS de forraje remanente. A ofertas bajas la ganancia individual es baja dado que la cantidad de alimento por animal es limitante para un adecuado desempeño, limitando la producción por superficie. A ofertas por encima del 11 % los incrementos en la ganancia animal se dan a menor ritmo llegando a disminuir con OF superiores al 14 %, dado que los gastos de cosecha por el proceso de búsqueda para mantener una dieta de calidad se incrementan. Esta reducción en el desempeño individual sumado a la menor carga animal determina la reducción de la producción por superficie.

Se destaca en estos resultados que el ajuste de la carga permitió duplicar la producción animal ajustando la defoliación a los ritmos de crecimiento de la pastura natural promoviendo una mayor producción de forraje.

Otros efectos a considerar son el recubrimiento del suelo, el desarrollo radicular y la captura de carbono que son valores agregados a la producción obtenida.

Un factor a tener en cuenta es que la producción de forraje tiene una distribución estacional variable a través del año, por lo tanto, hay momentos de alta y baja producción que requieren ajustes de carga para conciliar el aprovechamiento del forraje producido y la conservación del campo. Así, propuestas de manejos que proponen incrementan la utilización de la pastura mediante uso de intensidades mayores en primavera, pueden ser adecuadas en campos donde faltan (o es muy baja) la participación de especies invernales y lo que se busca es evitar el endurecimiento de los campos. No obstante, esta práctica puede ser desaconsejada si no se toman en consideración los tiempos de descanso necesarios o períodos con reducción en la caga animal de los potreros, para permitir la semillazón de los pastos invernales.

Trabajos brasileros (Aguinaga et al., 2004) muestran producciones de más de 200 kg/ha de peso vivo en campo natural, combinando ofertas de 8% PV en primavera y 12% el resto del año. El aumento en la intensidad de pastoreo primaveral en esos campos donde no hay una contribución significativa de gramíneas invernales, promueve mantener especies de rápido endurecimiento como *Andropogon lateralis* en estado vegetativo, modificando las características estructurales y bromatológicas de la pastura.

El manejo del pastoreo permite modificar la composición del campo en forma controlada cuando son conocidas las respuestas de las especies o grupos funcionales.

La figura 12 muestra cómo cambia la proporción de los diferentes grupos funcionales, gramíneas invernales finas, gramíneas estivales postradas, *Paspalum dilatatum* y gramíneas estivales erectas, a medida que aumenta el período de descanso de la pastura.

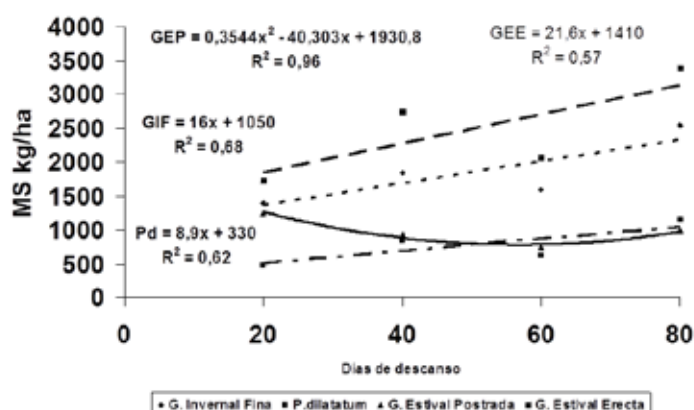


Figura 12. Contribución en kg/ha de MS de gramíneas invernales finas (GIF), gramíneas estivales postradas (GEP), *Paspalum dilatatum* (Pd) y gramíneas estivales erectas (GEE) (Boggiano et al 2005).

Con baja frecuencia de pastoreo (mayores períodos de descanso), se logra aumentar las especies cespitosas de interés, como *Paspalum dilatatum* y las especies invernales finas, aunque también aumentan las cespitosas de menor interés como son los pastos ordinarios y duros, y decrecen por competencia por luz las especies postradas como *Paspalum notatum* (especie tierna) que disminuye frente al avance de especies como *Schizachyrium microstachyum* y/o *Sporobolus indicus* que son cespitosas y duras y que también se favorecen con este tipo de manejo.

Se debe tener en cuenta que la respuesta del tipo vegetativo (rizomatoso, cespitoso, estolonífero, etc.) se da independientemente del tipo productivo, por lo tanto, cuando establecemos manejos del pastoreo para promover un tipo vegetativo, así como para favorecer a especies tierno-finas (*Paspalum dilatatum*, *Coelorhachis selloana*) también se favorece a especies ordinarias o duras (*Andropogon lateralis*, *Stipa charruana*) que responden de forma similar al ser del mismo tipo vegetativo. Entonces, para que esto no suceda y el campo se termine endureciendo y perdiendo productividad, hay que pensar en qué momento del año hay que hacer recargas estratégicas para, en base a las diferencias en vida media foliar de las especies, ajustar las frecuencias de pastoreo para promover las especies de interés y mantener la calidad del campo.

Otra herramienta con la que se puede contar para modificar la producción del campo son los diferentes métodos de manejo del pastoreo (ver cuadro 1).

Método de pastoreo	Kg/animal/día	Kg/ha
Continuo	0,272	164
28 DD	0,298	214
42 DD	0,229	171

**Cuadro 1. Respuesta en ganancia por animal (kg/animal/día) y ganancia por ha (kg/ha) de un campo natural sometido a métodos de pastoreo continuo, rotativos de 28 días de descanso (28 DD) y 42 días de descanso (42 DD), a una oferta de forraje de 8%PV (García de Souza et al., 1989).**

Los resultados muestran que en esa pastura, dominada por *Paspalum notatum*, y evaluada durante la estación de crecimiento, la producción mayor se obtuvo en el sistema rotativo de 28 días de descanso que superó la producción de 200 kg/ha de PV.

Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Boggiano (2000) en la misma localidad, que aplicando la ecuación de cálculo para vida media foliar (VHF) obtuvo un valor de 26 días de VMF, que son los días que requiere *Paspalum notatum* para reponer el área foliar cuando se maneja sin el agregado de nitrógeno y con OF=8%PV.

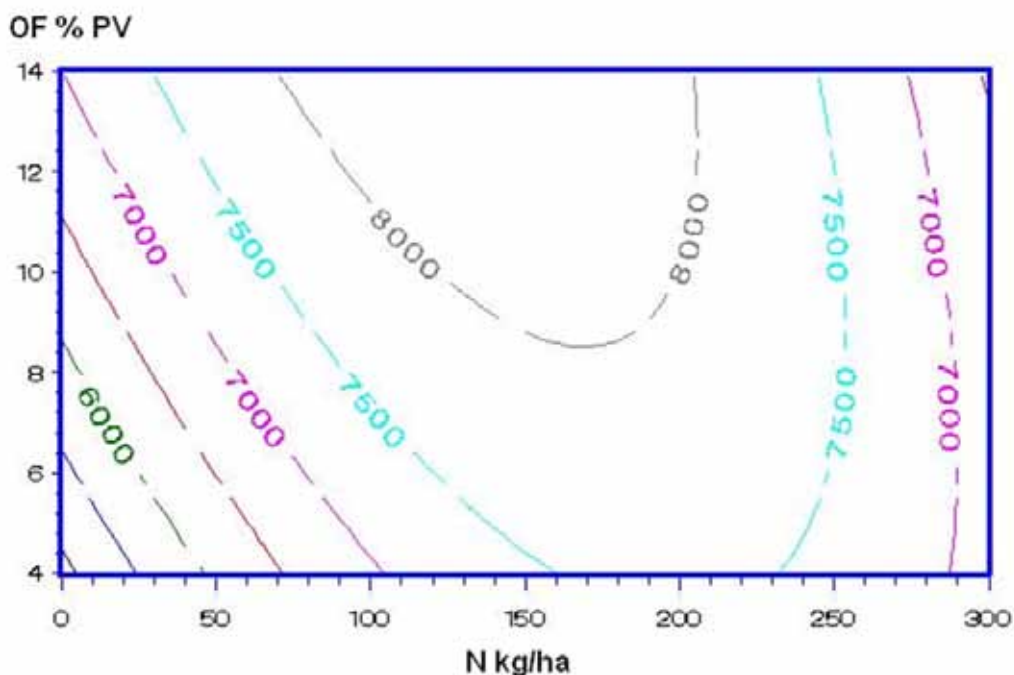
De lo anterior surge que el tratamiento que optimizó la producción fue el que permitía la cosecha de forraje luego de reponer el IAF y antes de acumular material senescente.



## Relación entre intensidad de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de forraje

Simultáneamente con el ajuste del manejo del pastoreo se puede promover la producción de forraje del campo natural con fertilización nitrogenada y fosfatada de manera de promover el desarrollo de especies de interés.

A continuación se presentan resultados de producción de un campo natural sometido a niveles de oferta de forraje y fertilización nitrogenada.



**Figura 13. Superficie de respuesta de la producción anual de un campo natural sometido a niveles de ofertas de forraje (OF) y fertilización nitrogenada (N kg/ha).  $y = 2953 + 32 N + 415 OF - 0,07 N^2 - 0,83 OF * N - 5,70 OF^2$ ;  $R^2 = 0,88$ ;  $P = 0,007$ ; Boggiano et al.2005.**

La producción normal de estos campos naturales está en torno a 4000 kg/ha de MS y, dependiendo del nivel de degradación, pueden variar entre 3500 a 4300 kg/ha de MS. Solamente con el manejo de la intensidad del pastoreo se puede casi duplicar la producción llegando a valores de 7000 kg/ha de MS y con la fertilización nitrogenada, a dosis de 50kg/ha de N, se obtienen esos valores pero a ofertas menores, es decir, se pueden manejar cargas mayores.

Por otro lado, la respuesta en producción invernal (ver figura 14) muestra una alta capacidad de respuesta aún a bajos niveles de fertilización nitrogenada, lográndose producciones invernales superiores a los 1500 kg/ha de MS.

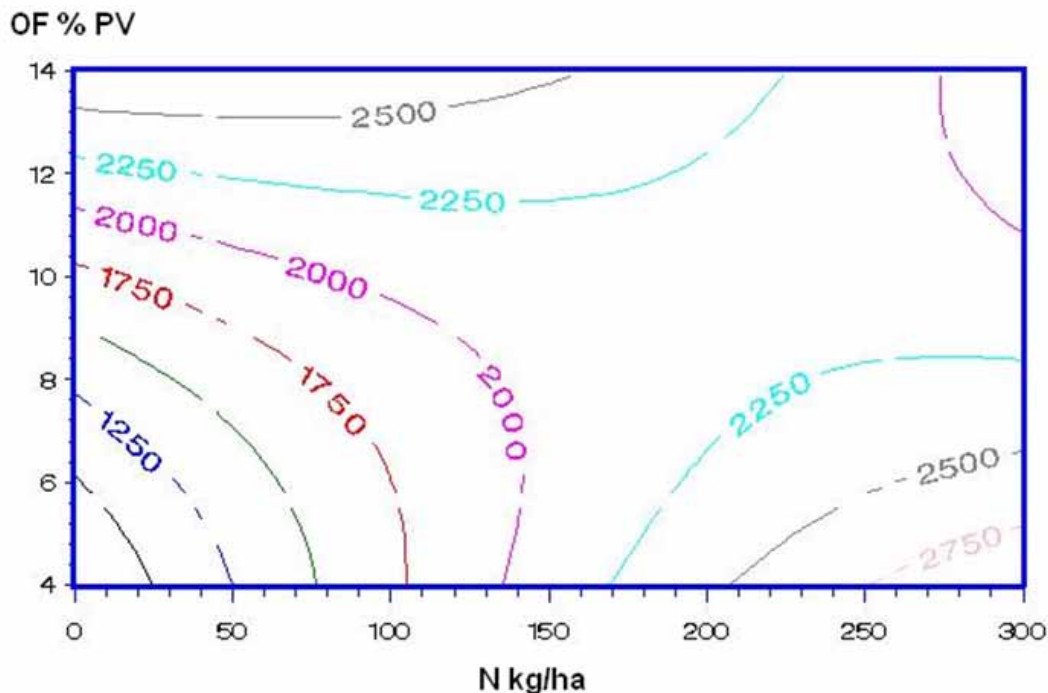


Figura 14. Superficie de respuesta de la producción invernal de un campo natural sometido a niveles de ofertas de forraje (OF) y fertilización nitrogenada (N kg/ha).  $y = 492 + 15 N + 12 OF - 0,01 N^2 - 1,0 OF * N - 9,3 OF^2$ ;  $R^2 = 0,88$ ;  $P = 0,006$ ; (Boggiano et al. 2005)

También se aprecia que, en producción invernal, manejando la intensidad de pastoreo se logran significativos aumentos en producción de forraje sin tener que usar la fertilización nitrogenada.

Esos cambios en la producción se deben a cambios en la población de especies invernales, como *Bromus auleticus* y *Stipa setigera*, lo que lleva a aumentos en la producción invernal pudiendo lograrse valores en torno a los 700 o 800 kg y pueden llegar a valores cercanos a los 1500 kilos solamente ajustando las ofertas del forraje.

La relación producción otoño - invernal/estival, en kg/ha de MS, se modifica a medida que la oferta de forraje aumenta, es decir, que la intensidad de pastoreo disminuye. Aumentó la producción de las especies invernales, incrementándose la relación invernales/estivales por encima de 1, que ya es superior al valor que comúnmente posee un campo natural manejado en forma corriente. A su vez, si se incorpora nitrógeno para promover las especies de invierno, con fertilización otoño/invernal en torno a 50 kg/ha de nitrógeno y a un 8 % OF, se llega a triplicar dicha relación. Es decir, la capacidad de respuesta que tiene la vegetación de estos campos naturales, tanto con ajustes de la intensidad de pastoreo como con la mejora de los niveles tróficos, son aspectos a considerar cuando se piensa en aumentar la producción de forraje en alguna área del establecimiento como forma de dinamizar el sistema de producción.

## Conclusiones

Las pasturas son la base para la producción de los sistemas pastoriles, ya que la fotosíntesis es la única forma de capturar la energía radiante y transformarla en alimento para el ganado. La intensidad de pastoreo condiciona la cantidad de área foliar de la pastura, por lo tanto la captura de radiación y la producción de forraje. A través de esta se determina la capacidad de

carga del campo y la producción animal.

El aumento de la producción animal pasa por maximizar la producción de forraje y optimizar su cosecha.

El uso de fertilizaciones nitrogenadas y fosforadas para aumentar la producción de forraje, requiere del ajuste de la intensidad de pastoreo para adecuar los ritmos de defoliación a los nuevos ritmos de crecimiento de la pastura y optimizar su cosecha.

Existe información nacional y regional a partir de la cual se puede programar la producción a campo natural de forma de cumplir con la maximización de la producción de forraje optimizando la cosecha y conservando el recurso forrajero campo natural.

Agradecimientos: A la Ing. Agr. (MSc) Silvana Noëll por la lectura y corrección del manuscrito.

## Bibliografía

AGUINAGA, A.J.Q.; FRIZZIO, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.; AGUINAGA, A.A.Q.; GUMA, J.M.C.R.; CAUDURU, G.F., 2004. Efeito da manipulação estacional da oferta de forragem no bioma campos sulinos sobre a produção primária e secundária. In. XX Reunión del grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical – Grupo Campos. Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. Salto 28 al 30 de noviembre de 2004.

BOGGIANO, 2000. Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem”. Tesis de Doctorado en Zootecnia, Área de Concentración Plantas Forrajeras. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, enero de 2000.

BOGGIANO P., ZANONIANI R., MILLOT J.C., 2005. Respuesta del campo Natural a manejos con niveles crecientes de intervención. In. Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Montevideo INIA Serie Técnica 151. Montevideo. pg 105 a 114.

BOGGIANO, P; NABINGER, C; CADENAZZI, M; MARASCHIN, G., 2011. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la radiación fotosintéticamente activa absorbida por una pastura natural fertilizada. Proceeding of the 21 International Rangeland Congress. Rosario, Argentina. Brougham, 1956

Gabard L., Russi J.I., Boggiano P., Zanoniani R., Cadenazzi M., 2004. Estrutura da população de afilhos de uma pastagem de sudangras em resposta à intensidade de pastejo. In II Simposium of “Grassland ecophysiology and grazing ecology”, 11-14 de octubre de 2004. Curitiba, Brasil.

GARCIA DE SOUZA, A.; MARASCHIN, G.E.; BOLDRINI, I.I., 1989. EVOLUCAO E PRODUCAO ANIMAL DA PASTAGEM NATIVA SOB PASTEJO CONTÍNUO E ROTATIVO. XI Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical – Grupo Campos. Lages, SC. Brasil.


MARASCHIN, G.E.; MOOJEN, E.L.; ECOSTEGUY, C.M.D; CORREA, F.L.; APESTEGUIA, E.S.; BOLDRINI, I.J. and RIBOLDI, J., 1997. Native pasture, forage on offer and animal response. XVII International Grassland Congress. Saskatoon, Canadá. Paper 288 Vol II.

MILLOT, J.C.; RISSO, D. Y METHOL, R., 1987. Relevamiento de de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas de ganaderas del Uruguay. Informe técnico para la Comisión Honoraria del Paln Agropecuario. Consultora FUCREA.

NABINGER, C., 1998. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. In Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos de corte. Ênfase: Manejo sustentável de pastagens. Anais. – ULBRA- RS.

NABINGER, C. CARVALHO, P.C., 2009. Ecofisiología de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para su Sustentabilidad. Agrociencia (2009) Vol XIII N° 3 - Número especial pág. 18 - 27

PARSONS, A. J., 1988. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: The grass crop. The physiological basis of production. Ed. Jones, M. B. & Lazenby, A. 1988. Capman & Hall Press.



## INTERVENCIÓN EN EL FUNCIONAMIENTO Y ESTRUCTURA DEL CAMPO NATURAL

Ing. Agr. Daniel Formoso  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA),  
Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

### Introducción

El campo natural, definido como un tipo de cobertura vegetal formada por gramíneas y plantas herbáceas o subarborescentes y donde los árboles son raros (Berretta y do Nascimento, 1991), ocupa el 67% del territorio nacional (A.Asuaga, com.pers).

Las gramíneas, conocidas vulgarmente como *los pastos*, son el principal sustento de la producción pecuaria. Su presencia, producción y distribución se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones edáficas y climáticas locales, por lo que su utilización puede variar de una zona a otra. En otros términos, los mismos pastos pueden estar presentes en diferentes sitios pero variando su presencia de unos respecto a los otros lo que causa diferente comportamiento productivo tanto vegetal como animal (Formoso, 1995).

La descripción estructural y funcional de esta heterogeneidad espacial y temporal es necesaria para elaborar sugerencias de manejo de este recurso.

### Características estructurales y funcionales de los ecosistemas

El conocimiento de cuánto pasto produce un campo es importante, pues permite realizar una relativa planificación del recurso. Es un atributo funcional que por lo general, responde más rápidamente a un disturbio (pastoreo, sequía) que los atributos estructurales (composición florística).

Sin embargo, previo a determinar el rendimiento productivo por potrero, es conveniente conocer las características del ecosistema que lo contiene (Paruelo, 2008). En atención a esto, Baeza et al. (2006), clasificaron la vegetación del territorio nacional utilizando atributos funcionales obtenidos mediante el sensoramiento remoto. Como resultado se identificaron seis tipos funcionales de ecosistemas asociados con regiones geomorfológicas y patrones de uso del suelo. Este trabajo corrobora y profundiza lo expresado por Rosengurtt (1944), siendo un excelente ejemplo de construcción de conocimiento sin antagonismos utilizando las herramientas disponibles en cada momento, desde la simple observación hasta la tecnología de última generación.

De los seis ecosistemas identificados, los más conspicuos por el uso ganadero son el Cristalino Central y el Basalto. El primero ocupa un 15.2 % del territorio, mientras que el Basalto tiene una extensión que comprende el 21 % del país. Ambos ecosistemas difieren en su material madre, en el tipo de suelo predominante y en su vegetación. En su trabajo de clasificación, Baeza et al. (2006) encontraron que para Basalto, el mes de máxima actividad fotosintética es abril, mientras que noviembre es para Cristalino Central. Esta diferencia indicaría que si bien las especies tipo  $C_4$  son dominantes en ambos ecosistemas (Berretta, 1998; Formoso, 1991), la distribución de las mismas puede variar, lo que proporciona una respuesta productiva diferente (ver cuadro 1).

Ecosistema	Tipo de suelo	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
	<b>Suelos Rojos</b>	606	462	923	894	2885
<b>BASALTO</b>	<b>Suelos Negros</b>	792	566	1207	1207	3772
	<b>Suelos Profundos</b>	1007	686	1373	1510	4576
<b>C.CENTRAL</b>	<b>Suelos 5.02b</b>	871	600	1571	1322	4365

**Cuadro 1. Productividad de la vegetación de los diferentes tipos de suelos de los ecosistemas de Basalto y Cristalino Central. Adaptado de Berretta y Bemhaja, 1998; Formoso y Colucci, 2008.**

Por su parte, Lezama et al. (2011) clasificaron la flora de ambas regiones agrupándola en diversas comunidades que reflejan las condiciones del sustrato edáfico al cual pertenecen disturbadas por la influencia del pastoreo (Rodríguez y Cayssials, 2011). Este disturbio, de indudable magnitud, despliega sus efectos sobre la estructura y productividad de estos ecosistemas, modificando las características productivas (Nabinger y Carvalho, 2009) y los ciclos biogeoquímicos (Piñeiro, 2011).

Estas características productivas implican una serie de ventajas y desventajas para los objetivos coyunturales que se proyectan en los sistemas de producción. Como ventajas para Basalto, Boggiano (2003) resalta el mantenimiento de especies valiosas (biodiversidad), la información generada por diversos organismos y la identificación de sistemas productivos mediante el uso de indicadores objetivos. Como desventajas, el autor advierte que este ecosistema es susceptible de deterioro por manejos incorrectos difíciles de subsanar por inconvenientes en subdivisiones y aguadas dada la pendiente y rocosidad de los campos. Además, la vegetación

El presente material fue elaborado con los aportes al Proyecto PACHAMAMA (Sociedad de Fomento de Tala) del Ministerio de Agricultura y Pesca, en 2010.

nativa altamente competitiva y la profundidad del suelo dificultan el agregado de especies productivas foráneas.

En cuanto al Cristalino Central, Boggiano (2003) destaca como ventajas la información generada sobre la respuesta de la vegetación nativa a la mejora en las condiciones de fertilidad y al manejo del pastoreo. Sin embargo, como desventajas distingue la susceptibilidad al deterioro por manejos erróneos con invasión de especies poco productivas y una mayor facilidad para el endurecimiento y enmalezamiento.

Los comentarios precedentes muestran que se ha generado información sobre estos ecosistemas y que la misma está disponible para una intervención responsable.

### Control de variables en el manejo del pastoreo

El empresario agropecuario (productor) es el encargado de las decisiones de manejo que afectarán el ecosistema a nivel de potrero. Las variables que puede controlar en su intervención son: la cantidad de animales por potrero (carga animal), el tiempo de permanencia en el mismo (sistema de pastoreo) y la relación entre herbívoros (ovinos y bovinos principalmente).

Por lo tanto, es fundamental que se conozca el efecto de esas tres variables en la estructura y funcionamiento del ecosistema (Altesoret al., 2005).

La carga animal es la principal variable que condiciona la producción secundaria y afecta la producción primaria (Formoso, 2005; Berretta, 2005; Berretta, 2008). Se expresa como cantidad de animales por unidad de superficie (dotación) o en unidades referidas a un determinado animal tipo (la vaca) que contemple requerimientos según estado fisiológico y categoría, principalmente (Carrillo, 2001).

El sistema de pastoreo permite la administración de los tiempos de permanencia de los animales en los potreros y regula la presión de pastoreo. Se han propuesto diferentes versiones opuestas al sistema *tradicional* o continuo (o de carga continua), donde los animales tienen libre acceso a la pastura durante todo el año. Estas versiones pueden simplificarse en el denominado sistema *diferido*, con pastoreo en parcelas y cambios según la parcela en mejores condiciones de ser pastoreada (Formoso, 1995).

El pastoreo diferido presenta ventajas frente al continuo al permitir la semillazón de especies de calidad forrajera, el fortalecimiento radicular de la vegetación con los descansos y la presión estratégica temporal sobre zonas poco apetecidas. Sin embargo, el pastoreo diferido no absorbe los efectos de la carga resultando ineficaz para mantener una carga superior a la unidad ganadera  $ha^{-1}$  en condiciones productivas (Formoso, 2005).

La relación entre ovinos y bovinos para componer la carga y distribuirla según un sistema de pastoreo, ha sido un tema controversial. En muchos casos, se han confundido efectos biológicos con resultados económicos, asignándole una suerte de competencia entre ambos herbívoros donde el precio del producto (carne o lana) incide en la dirección de la competencia. Sin embargo, con las actuales existencias ganaderas nacionales (DIEA- MGAP, 2008), una equivalencia de 7 ovinos: 1 bovino (Formoso, 2010) y una eficiencia de cosecha del pasto de 50 % (Carvalho et al., 2004), el pastoreo mixto resulta en una coexistencia productiva y no en una exclusión competitiva.

Los efectos que produce la aplicación conjunta de estas tres variables en la producción primaria y secundaria deben ser evaluados por el productor a través de indicadores que sirvan de guía de su intervención. Por lo tanto los indicadores que se elijan deben ser fáciles

de medir y repetibles en el tiempo.

En producción secundaria, el estado de los animales y el producto esperado (engorde, porcentaje de preñez) son indicadores precisos que tienen una consecuencia económica inmediata.

Sin embargo, en producción primaria la elección de un indicador no es tan simple porque los cambios son más lentos y no tienen consecuencias inmediatas como en producción secundaria. Además, la diferencia en los ecosistemas considerados implica la elección de un indicador apropiado para cada uno de ellos. Es así que para suelos superficiales de Basalto, la desaparición del suelo descubierto sería un buen indicador de un manejo correcto, mientras que para suelos negros y profundos, un indicador confiable sería el incremento sostenido de especies invernales perennes (*Poa lanígera* Nees., *Bromus auleticus* Trin., *Stipa setigera* Trin., *Piptochaetium bicolor* Vahl., *Piptochaetium stipoides* (Trin. et Rupr.) en ese orden).

En Cristalino Central, la presencia incremental de pasto miel (*Paspalum dilatatum* Poir) en potreros donde dominan especies de bajo valor forrajero, es un indicador confiable de la evolución positiva de la vegetación del potrero.

## Consideraciones finales

El campo natural se ha utilizado de manera indiscriminada desde la aparición del alambrado. Si bien puede suponerse cierta degradación, esta implica reversibilidad, y puede lograrse con mínimos esfuerzos. Es además un ecosistema adaptado al cambio climático por su compleja estructura y que responde de manera inmediata a cualquier disturbio (seca, fuego, sobrepastoreo). Su cosecha y utilización por la ganadería debe hacerse de manera responsable para permitir su mejora sostenida en el tiempo.

Para lograr este objetivo, es necesario el conocimiento de su estructura (composición florística) y las funciones que cumple (intercambio de energía, reserva de fauna, ciclado de nutrientes, limpieza de los cursos de agua), además de proporcionar alimento para los herbívoros domésticos.

El manejo del campo natural es la integración del conocimiento generado por diversas disciplinas (ecología, taxonomía, fisiología de plantas y animales, nutrición, economía, climatología, manejo de flora y fauna). Sin embargo, la integración mecanicista de estos conocimientos no siempre proporciona buenos resultados porque el manejo del campo natural, tal como lo propone la Sociedad de Manejo de Pasturas (SRM en inglés), es **“la ciencia y el arte de la planificación y uso múltiple de la pradera para obtener una máxima producción animal económica sostenida, compatible con la conservación y/o mejoramiento en los recursos naturales relacionados”** (Huss y Aguirre, 1974). La definición de la SRM implica que, además del conocimiento científico, existen principios y métodos (arte) que gobiernan cualquier rama del aprendizaje y que están presentes también en el manejo del campo natural. El arte se adquiere transitando el campo, observándolo con respeto y disfrutando del privilegio de aportar a su conservación.



## Bibliografía

ALTESOR, A.; PIÑEIRO, G; LEZAMA, F.; RODRIGUEZ, C.; LEONI, E.; BAEZA, S.; PARUELO, J., 2005. El efecto del pastoreo sobre la estructura y el funcionamiento de las praderas naturales uruguayas: qué sabemos y cómo podemos usar ese conocimiento para manejarlas mejor? In: INIA (ed). Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Serie Técnica 151: 21-32.

BAEZA, S.; PARUELO, J.; ALTESOR, A., 2006. Caracterización funcional de la vegetación del Uruguay mediante el uso de sensores remotos. INTERCIENCIA, 31(5): 382-388.

BERRETTA, E.J., 1998. Principales características de las vegetaciones de los suelos de Basalto. In: Berretta, E.J. (ed). 14ª Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Area Tropical y Subtropical. Grupo Campos. INIA Tacuarembó. Serie Técnica 94: 11-19.

BERRETTA, E.J., 2008. Produção Animal em Pastagens Naturais do Uruguay. En: M. Dall'Agnol, C. Nabinger, R.J. dos Santos (eds). Anais do III Simposio de Forrageiras e Produção Animal. UFRGS. 55-91.

BERRETTA, E.; BEMHAJA, M., 1998. Producción estacional de comunidades de campo natural sobre suelos de Basalto de la Unidad Queguay Chico. En: Berretta, E.J. (ed.). Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. INIA Tacuarembó. Serie Técnica 102: 11-20.

BOGGIANO, P., 2003. Manejo integrado de pradera. En: Componente Manejo y Conservación de la Diversidad Biológica. Manejo combinado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Proyecto combinado GIF/IBRD: 72p.

CARRILLO, J., 2001. Carga Animal y Equivalente Vaca (E.V.). [Fecha de consulta: 1 de abril de 2010]. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/cria/equivaca.htm>.

CARVALHO, P.C.F.; CANTO, M.W.; MORAES, A., 2004. Fontes de Perdas de Forragem sob Pastejo: Forragem se Perde? In: O.G. Pereira, J.A. Obeid, D.M. Fonseca (eds). II Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem. Viçosa. 387-418.

DIEA-MGAP, 2008. Anuario estadístico agropecuario (en línea). Disponible en: [http://www.mgap.gov.uy/diea/Anuario 2008/pages/a-indice.html](http://www.mgap.gov.uy/diea/Anuario%202008/pages/a-indice.html). (consultado el 1/4/2011).

FORMOSO, D., 1991. Productividad y manejo de pasturas naturales en Cristalino. In: INIA (ed). Pasturas y Producción Animal en Areas de Ganadería Extensiva. Serie Técnica 13: 51p

FORMOSO, D., 1995. Manejo de Campo Natural. Comentarios y sugerencias. En: Mejoramientos Extensivos en el Área de Cristalino. SUL. 36p.

FORMOSO, D., 2005. La investigación en utilización de pasturas naturales desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. INIA. Serie Técnica 151: 51-57.

FORMOSO, D., 2010. Los ovinos y bovinos ante la nueva situación ganadera, compiten?, cuánto?. In: III Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal. Agrociencia, XIV(3): 15-20.

FORMOSO, D.; COLUCCI, P.E., 2008. Productividad de Mejoramientos de Campo Natural en Cristalino Central, Uruguay. XXII Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. INIA, FAO, PROCISUR. Minas, 21 al 23 de octubre.

HUSS, D.L.; AGUIRRE, E.L., 1974. Fundamentos de manejo de pastizales. ITEMS, Monterrey, N.L. México.

LEZAMA, F; ALTESOR, A.; PEREIRA, M.; PARUELO, J., 2011. Descripción de la heterogeneidad florística de las principales regiones geomorfológicas del Uruguay. En: Bases Ecológicas y Tecnológicas para el Manejo de Pastizales. Eds: A.Altesor, W.Ayala, J.M. Paruelo. INIA Serie FPTA 26.15-32.

NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F., 2009. Ecofisiología de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para su Sustentabilidad. Agrociencia XIII (3): 18 – 27.

PARUELO, J., 2008. La caracterización funcional de ecosistemas mediante sensores remotos. Ecosistemas 17(3): 4-22.

PIÑEIRO, G., 2011. Impactos de la ganadería sobre la dinámica del C y N en los pastizales del Río de la Plata. En: Bases Ecológicas y Tecnológicas para el Manejo de Pastizales. Eds: A.Altesor, W.Ayala, J.M. Paruelo. INIA Serie FPTA 26. 79-95.

RODRÍGUEZ, C.; CAYSSIALS, V., 2011. Cambios estructurales en los pastizales asociados a la ganadería. En: Bases Ecológicas y Tecnológicas para el Manejo de Pastizales. Eds: A.Altesor, W.Ayala, J.M. Paruelo. INIA Serie FPTA 26. 68-78.

ROSENGURTT, B., 1944. Estudios sobre Praderas Naturales del Uruguay. Agros 134. 45p.



## APORTES DEL CAMPO NATURAL A LAS MEJORAS DEL RESULTADO Y SOSTENIBILIDAD DE LA CRÍA VACUNA EN URUGUAY

Ing. Agr. Dr. Pablo Soca  
Facultad de Agronomía, Universidad de la República (UDELAR)  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)  
EMBRAPA Brasil

### **Punteo general**

El punteo general intenta contestar por qué el campo natural es el soporte de la intensificación y una mejora en la sostenibilidad ganadera. Plantearemos el modelo conceptual de investigación que se viene recorriendo en la Facultad de Agronomía, el mismo incluye los experimentos del pastoreo -con vacas de cría-. Además, analizaremos algunos resultados reproductivos y productivos que permiten identificar cuánto podemos mejorar la productividad. Finalmente, haremos alguna referencia a los procesos que explican los resultados.

### **Importancia del Campo Natural**

El campo natural es parte del Bioma Pampas, recurso estratégico para la ganadería y economía del Uruguay que está ubicado en la zona de pastizales de Sudamérica. Los ecosistemas pastoriles son la base de la producción agropecuaria en la región del MERCOSUR, y es donde Uruguay lleva a cabo la producción de carne. Pero para nosotros específicamente (tanto para la cría y la producción ganadera), constituye la base de la actividad exportadora de la cadena carne. Sin este recurso con elevada productividad la competitividad de la cadena se deteriora, y ese sería un aspecto crítico para la economía nacional. Los recursos humanos, sociales y productivos comprometidos en ella son muy relevantes para contar con un producto de elevada calidad y altísimo valor a bajo costo. Y es una fuente de resiliencia y mitigación a las fluctuaciones climáticas.

## Cría vacuna en campo natural

La mejora de la productividad en la ganadería en torno a los pastizales pasa por mejorar la ganadería de cría que es el segmento más importante para el desarrollo de la base productiva. Nuestras propuestas tecnológicas giran en torno a la evaluación conjunta de la cantidad de forraje en el sistema ganadero, por ejemplo dos sistemas, en una apreciación subjetiva un sistema de bajísima cantidad de forraje y otro con mejor cantidad de pasto. Esa evaluación conjunta de la cantidad de forraje y condición corporal de las vacas explica el balance de energía de la vaca de cría, principal determinante de la productividad. El estado corporal no solo me permite predecir la probabilidad de reproducción, sino que es, en realidad, una excelente herramienta para medir el balance energético de los animales en el ciclo productivo y, por ende, de la capacidad no solo para reproducirse sino para producir carne y para mejorar el resultado económico.

## Balance de energía de vacas de cría en pastoreo

El balance de energía mueve la eficiencia energética y reproductiva a la producción de carne, pero a su vez el balance de energía lo mueve la cantidad de forraje y, por ende, la capacidad fotosintética y de interceptación de radiación que lleva a cabo la pastura. En la parte inferior del diagrama se visualiza un campo natural con la altura que se considera que optimizaría el manejo de la vaca de cría en las diferentes etapas del ciclo productivo. ¿Por qué? Porque la altura del pasto es la principal variable que afecta el consumo de forraje, el gasto energético y el balance de energía de las vacas de cría en pastoreo.

Hemos propuesto que si el campo natural pudiera reproducir las alturas de ocho centímetros durante otoño, tres o cuatro centímetros en invierno, seis centímetros en primavera, y entre seis-ocho centímetros durante el verano), la vaca podría recorrer esta trayectoria de condición corporal presentada en la figura. La línea punteada sería las vacas primíparas y la línea entera sería las vacas multíparas. Desde hace muchos años se sabe que la condición corporal al parto determina la eficiencia reproductiva, tiene que ubicarse en valores cercanos a 4 y 4.5 para vacas adultas y primípara, esa condición al parto puede lograrse si la vaca en otoño consume pasturas de entre seis y ocho centímetros de altura. Además, las vacas se destetan en marzo, que es un grave problema de nuestra ganadería, ese destete hace que los requerimientos bajen y que la vaca pueda levantar condiciones durante el otoño para que luego en invierno, las pérdidas que son inevitables, controlarlas con el punto de condición con que inician el invierno y la altura del forraje durante el invierno. Posteriormente, sabemos que durante la primavera y el verano (cuando se desarrolla el entore), las intervenciones en base al destete temporario, destete precoz, dependen básicamente del balance de energía. Y, el balance energético de una vaca de cría en pastoreo en campo natural, se construye fundamentalmente por entre lo que haga durante el otoño y el invierno y el parto. De esa manera, proponíamos desde hace muchos años manejar la condición corporal en base a la altura del pasto, la clasificación de vacas por condición corporal y la identificación de la cantidad del forraje del sistema, lo que permitiría reorientar el manejo de los recursos forrajeros.

## Desafío tecnológico de la ganadería de cría

Esa propuesta sigue siendo válida, pero fue mirada básicamente con un objetivo de mejorar la eficiencia reproductiva. Hoy el desafío que tiene la ganadería no es sólo mejorar la eficiencia reproductiva sino también mejorar el peso al destete del ternero, la capacidad de carga animal de los sistemas y la producción de carne por hectárea. ¿Por qué? Porque, en realidad, sabemos con claridad que la ganadería compite con otros rubros, el valor de la tierra se ha incrementado drásticamente, los costos de los sistemas también y, por ende, es necesario

incrementar la producción de carne pero con costos económicos controlados, lo cual ha sido la base de la propuesta tecnológica de FAGRO lo que indica que es necesario mejorar el número, peso de los terneros y la capacidad de carga del ecosistema pastoril.

## Concepto de oferta de forraje

Esa es la razón por la cual, en los últimos años, a este modelo le hemos incluido el concepto de oferta de forraje lo cual es un indicador de la intensidad del pastoreo con la que se maneja el recurso.

En la figura se reporta la relación entre la oferta de forraje (eje X) y la ganancia del peso de animales (eje Y). Esto es la síntesis de dos experimentos, en azul el experimento que se hizo en EEMAC Uruguay durante cinco años, donde se evaluó el efecto de cambio en la oferta de forraje entre cinco y doce por ciento del peso vivo, sobre la evolución de peso vivo; y la línea roja es un experimento que ha durado más de veinte años desarrollado en la UFRGS Brasil con un diseño muy similar. En ambos casos, en torno a diez kilos de materia seca cada cien kilos de forraje por día se optimiza la ganancia diaria en el Uruguay en el eje de los doce en la información brasilera.

¿Cuáles son esos niveles de ganancia diaria de peso vivo? Aproximadamente, quinientos gramos por día para la cría. La oferta de forraje está definida como kilos de materia seca cada cien kilos de peso vivo por día. Esta es una medida muy atractiva porque integra información no solo de la cantidad de pasto sino de la cantidad de kilos de peso vivo, que son la cantidad de la demanda de forraje del sistema.

La información brasilera también ha mostrado que trabajar con más oferta de forraje o incrementar la cantidad de pasto mejoró la producción de forraje del sistema. Por ende, trabajar con más forraje en este caso no solamente mejoró la producción por animal, sino que, a largo plazo, mejoraría la producción de forraje y la capacidad de carga animal del sistema.

En base a estos antecedentes y considerando la necesidad que hay de optimizar en forma simultánea los componentes de producción, consumo de pasto y eficiencia en la utilización de pasto para mejorar resultados físicos y resultado económico, es que, en los últimos años, hemos diseñado una serie de experimentos con vacas de cría que constituirán la base de esta presentación y que han sido enfocados en base al control de la oferta del forraje.

## Modelo de investigación con el control de la oferta de forraje

Elegimos el control de la intensidad de pastoreo y estudiar cómo la cría vacuna responde al cambio en el control de la oferta de forraje. Esto resulta un modelo conceptual de investigación y que representa la cría vacuna. Tenemos tres variables de estado: la cantidad de forraje, condición corporal de la vaca y las variables productivas como probabilidad de preñez y el peso al destete. Dichas variables de estado se conectan mediante los flujos físicos de información, expresados como líneas enteras y, a su vez, el paso entre ellas controlado por tasas, por ejemplo, la tasa de consumo de forraje o la eficiencia con la que se utiliza la energía.

La tasa de crecimiento de la pastura, que determina la productividad de forraje, el uso del forraje y la conversión del forraje en forma simultánea, depende de los parámetros climáticos, su interacción con la cantidad del forraje y la oferta del forraje que modifican la cantidad de forraje y la capacidad de carga del sistema.

La carga animal del sistema en este modelo es una respuesta. Partimos de dos niveles de oferta de forraje que afectan la cantidad de forraje la cual controla la tasa de crecimiento que, en interacción con el clima, va a contribuir para definir la capacidad de carga animal del sistema de cría vacuna.

Este es un modelo que nos aproxima en forma dinámica al funcionamiento del sistema y nos permite plantear la hipótesis de que un aumento en la cantidad de forraje asignado al sistema de cría mejora el balance de energía, el consumo y la eficiencia de utilización de la energía en esos dos grandes procesos que son: el peso al destete y la probabilidad de preñez. Esto cumpliría con el objetivo de mejorar simultáneamente el número y peso de los animales y la producción por hectárea del sistema. Además, nos interesa entender cómo se modifica la capacidad de carga del sistema ganadero.

### Descripción de los experimentos de pastoreo

El marco experimental que estamos usando cuenta con dos sitios experimentales ubicados en la EFFAS sobre Basalto y la Estación Experimental Bernardo Rosengurt de la Facultad de Agronomía, ubicada sobre el Noreste. Estos dos sitios experimentales han sido la base de experimentos de pastoreo iniciados en el 2007. Son experimentos que ya están cumpliendo varios años de forma ininterrumpida. En Bañado Medina han estado integrados a una red de investigación con universidades y consorcios de la región pertenecientes al Bioma Pampas de Universidades del Sur de Brasil y el EMBRAPA Bage. Con dos tipos de suelos se ubican 90 hectáreas sobre suelos representativos del basalto y del noreste, las unidades de suelo Itapebí, Tres árboles, Cuchilla de Haedo, Fraile Muerto y Zapallar. Se implantaron dos experimentos con el mismo diseño, dos ofertas de forraje promedio, baja y alta oferta y, en el caso de Bañado de Medina, también se incorporó el grupo genético de las vacas. El diseño experimental fue de bloques al azar, repetidos en el espacio, y se han empleado en todas las vacas tratamientos tácticos, por ejemplo, el flushing y el destete temporario. El sistema de pastoreo fue continuo, se ajustó mensualmente la carga animal y se emplearon animales fijos y volantes.

El planteo experimental deriva en las funciones de respuesta a cambios en la oferta de forraje que provenía de experimentos de pastoreo donde se encontró que la producción por hectárea y animal se maximizó en 6 y 10 % de oferta de forraje. Este diseño incluyó la oferta de forraje en promedio de seis en rojo (ver figura/gráfico #) y de diez en azul. No obstante, modificamos la oferta de forraje entre estaciones del año. Sin modificar la oferta en invierno (donde no habría respuesta a la oferta), 5 y 10 en primavera-verano y 7.5 y 12.5 en otoño. Estos niveles derivan de experimentos que se llevaron a cabo en Uruguay y Brasil. En síntesis, el nivel promedio de la oferta seis y diez, y su variación estacional que intenta reproducir el modelo de cambio de altura y de condición corporal propuesto para mejorar la eficiencia del rodeo de cría nacional.

Y, en el experimento de Bañados de Medina, se incorporó al diseño experimental el genotipo de las vacas. ¿Qué genotipos? Vacas puras, Hereford y Aberdeen Angus, y con vacas cruce producto de la F1 entre Hereford-AA y AA-Hereford. Esto incorpora una línea de trabajo que tiene la Facultad de Agronomía donde se ha mostrado con claridad que estas vacas cruce son más eficientes en la transformación de forraje a kilos de hectárea en la cría. A nosotros nos interesaba estudiar cómo cambia la eficiencia del uso de la energía cuando se modificó la oferta de forraje y el grupo genético. ¿Qué hipótesis teníamos? Que además de mejorar la producción y utilización de la pastura, el grupo genético puede ser una excelente herramienta para mejorar la eficiencia de transformación de la energía, o sea, el tercer paso central en esa cadena de transformación de la energía en la actividad de cría. Y que esa ventaja de la vaca cruce iba a depender de los niveles de oferta de forraje lo cual justificó su inclusión como tratamiento.

## Resultados de los experimentos

### Producción de forraje

¿Qué respuesta hubo en la tasa de crecimiento de ambos experimentos en Bañado de Medina? Cuando se modificó la oferta de forraje, ¿cuánto cambió la cantidad y cuánto cambió la tasa de crecimiento de pasto? En la gráfica se presenta la evolución de altura de forraje durante los diferentes meses en alta (azul) y baja oferta (rojo). Durante la primavera verano del 2007 y el otoño y comienzo del invierno del 2008, en realidad, la altura de alta oferta fue muy superior a la de baja oferta y, posteriormente, tendió a bajar pero siempre fue superior. La diferencia generada en la altura de la pastura en la primera primavera se mantuvo a lo largo de un período muy largo. Niveles no muy altos de altura cuatro y dos centímetros en primavera y luego durante fin de verano la altura llega a siete. Esta diferencia en la pastura provocó una diferencia muy importante de producción de forraje en el primer año, entre seis y diez. En este caso, para este grupo de suelos la producción de forraje pasó de 4000 a 5300, quiere decir que hubo un aumento de 1300 kg y, en este caso, pasó de 5000 a 6400 para los grupos de suelos de Zapallar.

Este aumento es atribuible a trabajar con más altura, ese cambio en la altura incrementó el material fotosintético y aumentó la producción de forraje. Una primera conclusión de este trabajo es que una reducción de la carga animal durante la primera primavera provocó un incremento de la producción de forraje de forma tal de que la carga anual expresada en kilos de peso vivo por hectárea, 400 y 390, no se vieron modificadas entre ofertas de forraje.

### Carga Animal

Recordemos que la carga animal fue variable de respuesta ante los cambios en la oferta de forraje. Este es uno de los resultados más novedosos de este trabajo, porque demuestra que pequeños cambios de la carga animal durante primavera permiten producir más pasto y en el ciclo de un año en el sistema de cría vacuna no se reduciría la carga animal.

Esto se presenta en la gráfica donde en el eje de las Y tenemos la carga animal en kilos de peso vivo para las diferentes estaciones, en azul y rojo la alta y baja oferta de forraje respectivamente. El experimento comenzó en la primavera donde se produjo una reducción de 100 kg de peso vivo por hectárea, pero ya en verano, producto de esa mayor producción de forraje de la alta oferta, se iguala la carga animal. En el otoño fue mayor la de alta y en el invierno muy superior. Eso provocó que, en términos promedios, la carga animal o los kilos de peso vivo que soportó el sistema no resultaran diferentes en este caso, y eso es una gran respuesta ante ese inmediato cambio en la producción de forraje.

### Condición Corporal

Cuando se analizó la relación entre la masa de forraje o entre la cantidad de forraje y condición corporal en la gráfica inferior observábamos la condición corporal promedio para animales de baja, alta oferta, pura y cruce. ¿Por qué? La condición corporal no solo fue afectada por la oferta de forraje, la baja oferta tenía menos condición que la alta oferta pero también las vacas cruce obtuvieron mejor condición corporal que las vacas puras. Esto confirma que una mejora en la Oferta de forraje y el empleo de vacas cruces mejoró la eficiencia de uso de la energía para la deposición de condición corporal.

## Producción de carne por animal y unidad de superficie

¿Cuántos de estos cambios en la pastura y en el consumo de forraje se expresó en kilos de ternero por vaca? Encontramos que en este caso sí se expresó una interacción entre el grupo genético y la oferta de forraje. Cuando miramos un indicador agregado, como los kilos de ternero destetado, vemos que fue afectado por el grupo genético y la oferta de forraje. En la figura superior tenemos kilos de ternero al destete y grupo genético, pura cruza en la baja oferta grupos genéticos y pura cruza en la alta oferta; rojo y naranja, verde y azul respectivamente. En la baja oferta el hecho de usar animales cruza mejoró los kilos de ternero destetado, esos kilos de ternero destetado obtenidos en baja cruza fueron muy similares a alta pura, pero fueron todos inferiores a los kilos de ternero destetado a la alta cruza. Fíjense a los niveles a los que se llega, hay casi una trayectoria tecnológica creciente, el primer paso sería cambiar el grupo genético y la oferta. Cuando se cambia simultáneamente el grupo genético de las vacas y la oferta de forraje mejora aún más la productividad en este caso kilos de ternero al destete, la productividad por vaca todavía no hemos hecho ninguna consideración por hectárea.

Pero es claro que los aumentos en la producción por vaca, producto de trabajar con una mejor oferta de forraje, mejor balance energético, condición corporal y con vacas cruza, mejoraron los kilos de ternero destetado por vaca de una manera muy importante partiendo casi de 150 en el caso de baja pura a 200kg de ternero por vaca en el caso de alta cruza.

Cuando analizamos la eficiencia reproductiva observamos que el porcentaje de destete fue afectado por la oferta de forraje y por el grupo genético de las vacas. En el mismo sentido, las vacas de baja oferta de forraje tuvieron menores niveles de porcentaje de destete que las de alta. Y, en realidad, también las vacas de alta cruza mejoraron el porcentaje de destete con respecto a las de baja y en las de alta pura, en el mismo sentido que estaban expresados los kilos de destete, esto es porcentaje de destete en ambos ejes, baja y alta, rojo y azul y después en este caso se abre con los mismos colores. Rojo y azul la baja pura y la alta cruza y la baja cruza y la alta pura en naranja y verde respectivamente.

Quiere decir que cerrando el modelo, que estuvimos planteando desde el punto de vista conceptual, mejora en la oferta, mejoró la altura de pasto, mejoró la tasa de crecimiento, a su vez, eso mejoró la oferta de forraje, mejoró la condición corporal, el porcentaje de preñez y mejoró el peso al destete de los terneros. Esa condición corporal también fue afectada por el grupo genético de las vacas y también los kilos de ternero destetado por vaca fueron afectados por el grupo genético vacuno.

Cuando analicen los resultados que se obtuvieron en Salto, en este caso con vacas primíparas, y con los mismos niveles de oferta de forraje, se observa una figura diferente en el componente de la carga. En este experimento, en este sitio experimental, la oferta de forraje no afectó la producción de forraje y, por ende, para trabajar con más oferta tengo que tener menos carga. En este caso, expresada como kilos de peso vivo por hectárea o como unidades ganaderas por hectárea, la carga animal fue inferior al tratamiento de 10% que en el de 6 %, hubo casi una reducción de 20% en la carga. Quiere decir, que a diferencia del experimento de Bañado de Medina donde se provocaron cambios, oferta más pasto, tengo más altura y tengo más crecimiento de pasto, en este caso no ocurrió lo mismo, en este caso oferté más pasto y no hubo más crecimiento de la pastura que justificara trabajar con la misma carga. Por ende, la forma de ofertar más pasto en este caso fue hacer una reducción de carga que se mantuvo durante todo el ciclo de las vacas.

Ahora observemos lo que paso en el caso de los componentes productivos y reproductivos. En este diseño se usaron vacas primíparas, sometidas a las técnicas de destete temporario y



de flushing (todas las vacas fueron sometidas a las mismas prácticas de manejo) y se observó que la oferta de forraje afectó el peso al destete en los terneros corregidos a los 205 días de edad. Hubo una diferencia de aproximadamente 15 kg de peso al destete a favor de las de oferta alta, hubo una diferencia de 33 % de probabilidad de preñez. Esa diferencia de 33 % de probabilidad de preñez se traslada al porcentaje de destete; hay una reducción de 10 % entre la preñez y el porcentaje de destete de esa vaca. En realidad, lo se quiere mostrar con esto es que, en este caso, a pesar de que se tuvo que bajar la carga, los cambios en la producción por animal y en la producción tanto en la eficiencia reproductiva como los kilos de ternero destetado por vaca fueron tan importantes que la producción por hectárea en este caso aumentó aproximadamente unos 70 kg. Eso desde el punto de vista de resultado económico, de resultado físico de la cría es un resultado sumamente relevante porque proviene esta información de tres años de investigación con alta variabilidad climática, con animales que están en condiciones muy similares a las condiciones comerciales y donde se muestra que con la independencia de los cambios en la producción de forraje como en el otro experimento. Como ocurrió en el experimento de Bañados de Medina, en este caso la asignación de forraje también generó un incremento muy importante en la producción por hectárea.

## Reflexiones finales

Yendo a reflexiones finales, la oferta de forraje de 10 % mejoró el porcentaje de destete y mejoró los kilos de ternero destetado por vaca y unidades de superficie. Quiere decir que un cambio en la oferta de forraje asignado a la cría, con la independencia de si mejoró o no la producción de forraje, generó mayor producción por unidad animal y mayor producción por unidad de superficie. Es decir, que una de las preguntas centrales de la investigación, y una herramienta central para trabajar en un incremento en la producción por unidad de superficie en la actividad de cría, es la asignación de forraje como se vio durante el planteo.

Estos cambios fueron de superior magnitud que los provocados en la cantidad y la producción de forraje, lo cual indica que con independencia de los cambios esperados en la cantidad y producción de forraje se puede manipular la oferta de forraje y reasignar el forraje al proceso de cría vacuna de manera de mejorar la producción por animal y unidad de superficie. Esto es un concepto muy similar al que planteábamos al comienzo de la charla, donde manifestamos que la investigación realizada en FAGRO, donde se encontró relación entre condición corporal y altura, nos indicaba que podíamos reasignar recursos al proceso de la cría tomando decisiones en base a la altura y el estado corporal. En este caso con una medida que integra la cantidad de forraje y los kilos de peso vivo de la vaca puedo mejorar la reasignación de recursos al proceso de cría con o sin cambios en la producción de forraje.

El empleo de vacas cruzas mejoró la producción por vaca y la unidad de superficie en ambas ofertas de forraje. Sin lugar a dudas que lo mejoró de manera sistemática y muy importante en la oferta alta.

La oferta de forraje del 10 % mejoró la cantidad de forraje, eso es un aspecto muy importante porque mejoró la capacidad de producir pasto, por lo menos, en uno de los experimentos de manera significativa.

Para el experimento de Bañado de Medina se incrementó la producción de pasto, no obstante, en EEFA no se modificó lo que explica que en EEFA una mejora en la oferta de forraje se asoció con reducciones en la carga animal mientras que en EEBM no. En ambos experimentos una mejora en la oferta de forraje mejoró la producción por unidad de superficie, quiere decir que la manipulación de la oferta de forraje por parte de quién opera el sistema nos permite mejorar en forma simultánea la producción, el uso y la conversión de forraje en producto animal, y resultaría una de las principales herramientas de intervención para mejorar el

resultado físico y el resultado económico de grandes áreas de campo natural destinadas a la cría.

### **Producción, uso y conversión del forraje en sistemas de crías**

Este modelo conceptual de investigación permitió interpretar cómo funcionan las vacas de cría en pastoreo en campo natural y permite discutir estrategias a recorrer para aumentar en forma simultánea la producción, utilización de forraje y la transformación de ese forraje en producto animal.

¿Cómo mejorar la producción por unidad de superficie con los mismos recursos? Sigue siendo absolutamente estratégico porque eso implica un cambio del ingreso neto sin modificar los insumos destinados a la actividad de cría. Eso nos permite mejorar resultados económicos y resultados físicos sin deteriorar el medio ambiente en base a tecnologías de manejo.

Ofertamos pasto, estimamos qué efecto tenía sobre la producción de forraje, la cual interactúa con la cantidad de forraje presente y la variación climática, y se cuantificó el efecto de la oferta de forraje sobre el consumo de forraje, la condición corporal que es estimador del balance energético. Estudiamos como se relaciona el grupo genético de las vacas con los cambios en la oferta de forraje con la eficiencia de transformación de la energía en producto animal.

Si se analizan los resultados del experimento del Bañado de Medina con la misma forma gráfica que presentamos los resultados productivos, la eficiencia de uso de la energía, como por ejemplo los gramos de ternero por mega caloría de energía metabolizable, la cual resume el producto por unidad de insumo; en este caso por el consumo se registró el mismo resultado. A medida que nosotros cambiamos de baja a alta oferta mejora la eficiencia y dicho indicador mejoró aún más cuando tengo vacas cruza.

Con dicho cambio, no solo mejoramos la producción por hectárea, sino que también mejoró la eficiencia en el uso de energía. Esto va a generar un sistema menos emisor de metano, ambientalmente más balanceado y también nos va a abrir la posibilidad de reducir impactos negativos que, a largo plazo, pueden cuestionar el desarrollo de la ganadería pastoril. Las mejoras en la oferta del forraje mejoraron el consumo de la energía por vaca que es lo que se observa en la lámina inferior -con los mismos colores-. Pero cuando yo expreso estos resultados por unidad de peso vivo esta diferencia desaparece. Las diferencias en consumo individual son de inferior magnitud que los cambios en eficiencia, quiere decir que las transformaciones que tuvo el forraje a nivel interno de la vaca son mucho más importantes que los cambios en el consumo individual de forraje de las vacas.

En el material escrito se documentan explicaciones posibles de carácter fisiológico, metabólico, de comportamiento, de cambios en el uso del tiempo y el espacio por parte de las vacas que sin lugar a dudas se asoció con esta eficiencia del uso de energía por vaca, quiere decir que en realidad cuando alteramos la oferta y grupo genético de las vacas no sólo modificamos los atributos de la pastura sino que también provocamos cambios muy importantes y de enorme peso en el funcionamiento metabólico -metabolismo de la energía en la conducta de los animales en pastoreo y también en todos los mecanismos moleculares y celulares que están fuertemente relacionados a la transformación de la energía a nivel interno de la vaca.

## Síntesis

El problema de bajo consumo de nutrientes en estos sistemas y, a su vez, de consumo variable, tiene una fuerte interacción entre el crecimiento, estructura del pasto y el consumo de la vaca. Pero este proceso es sumamente complejo y, si en realidad nosotros no caracterizamos la relación planta/animal, difícilmente lo podamos manejar.

¿Por qué? Porque se integran escalas de tiempo y espacio que definen la complejidad de la cría vacuna en pastoreo. La cría lleva aproximadamente quince meses, pero a su vez está sometida a una fuerte influencia climática donde la capacidad de carga en un año normal y en un año seco puede modificarse hasta 100 %. Esto interactúa con la capacidad de crecimiento lo que controla la altura y el consumo de forraje. La eficiencia de transformación de la energía está determinada por las prioridades que tiene la vaca ligadas al potencial genético, al tipo de animal, al estado fisiológico y del consumo de forraje lo cual explica el balance de energía. Esto permitirá que se expresen procesos -de carácter fisiológico y metabólico- que explican que el animal exprese celo o no y particione los nutrientes hacia la producción de leche. Por ende, frente a un escenario de variabilidad y heterogeneidad en los recursos, nosotros pensamos que la única forma de comenzar a manejarlo a nuestro favor y con un objetivo múltiple como es la producción, el uso y la conversión de la energía, es tratando de controlar la cantidad de forraje asignado a la cría y, de esa manera, afecta las variables de estado del modelo (cantidad de forraje condición corporal y cantidad de kilos de ternero).

Por último, una reflexión de cómo encaja este tipo de alternativas tecnológicas con el debate a nivel internacional. En realidad, si nosotros vemos la figura de la izquierda, una ganadería con muy poco pasto, una ganadería con niveles de recursos muy bajos, sin raíces, sin fotosíntesis, con recursos agotados, es una ganadería de baja producción por animal y, a su vez, por baja producción por unidades de superficie. En ese sistema, manejado con esa cantidad de forraje y con ese nivel de fotosíntesis, raíces, etc., no puedo pensar en aumentar la carga animal.

Es una ganadería expuesta al clima, con enormes cambios económicos, financieros y de carácter de los recursos, es una ganadería emisora, que a la larga tiene elevados costos lo cual torna difícil de corregir los problemas de resiliencia a la sequía y los problemas de exposición al clima.

Muchas veces cuando se emplean suplementos en ese sistema como energía externa o exógena, se emplean suplementos para destinar a mantener kilos. Es muy costoso el proceso de producción de carne y es muy ineficiente globalmente porque utiliza mucha cantidad de energía destinada a mantenimiento. Si además estoy tratando de subsanar la sequía y las exposiciones del clima con la energía externa estoy volviendo mucho más ineficiente el proceso. Por otro lado, si pensamos en una ganadería con más pasto y que, en realidad, trabaje con mejores niveles de material fotosintético. En realidad, creemos que es más adecuado a los atributos que deberían tener los nuevos sistemas agrícolas durables, que son desacoplarse del petróleo, tener baja dependencia de insumos externos, ser resiliente al clima, estimular la biodiversidad, estimular la eficiencia en la utilización de los recursos de energía -el agua y los nutrientes- y producir abundante, sana y accesiblemente alimento para todos. Creemos que la foto de la derecha puede llegar a ser la base de un producto diferenciado, de un ciclo más eficiente, de promoción de la biodiversidad, de diseño de sistemas resilientes al clima y, en realidad, el sistema que se desacople del petróleo por lo menos a lo que hace la producción de carne. Por ende, yendo al mensaje final, ese proceso complejo, altamente expuesto al clima, vulnerable, cuenta con un volumen muy grande de información nacional que a través del manejo del forraje y de la condición corporal o de los kilos de peso vivo a través del manejo de la oferta, pueden mejorar simultáneamente producción, conversión y uso, y niveles de producción por hectárea. Y empezar a caminar en un sentido de estas definiciones de un nuevo sistema con un objetivo de volver a tender a ser

mucho más resilientes al clima.

¿Qué niveles de oferta nosotros pensamos que deben manejarse desde la primavera hasta el inicio del invierno? Expresada como kilo de pasto cada kilo de peso vivo, podría manejarse en un rango de 6-8 kilos de forraje cada kilos de peso vivo. Si pensamos en que es nuestra principal forma de intervención, podemos diseñar una forma de trabajo para controlar la pastura y para controlar los kilos de peso vivo con los que trabaja un animal, para que gradualmente los sistemas tiendan a ponerse en esos niveles de depresión de pastoreo o de oferta de forraje. La hipótesis es que si grandes áreas de nuestros sistemas ganaderos se posicionan en esos niveles de oferta, en realidad, en el corto plazo -en un año o dos- encontraremos mejoras sustanciales como muestran los experimentos en los niveles de producción por unidad de superficie y en el ingreso económico que empiecen a recorrer un camino de cambio técnico que sea autosostenido en el tiempo.

## MEJORANDO EL CAMPO NATURAL: AJUSTE DE LA OFERTA DE FORRAJE A LA ESCALA PREDIAL

Ing. Agr. Martín do Carmo  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)

### Masa y altura del forraje afectan el consumo de forraje

Masa y altura del forraje están correlacionadas de forma positiva y, por tanto, la altura resulta un indicador confiable de la masa de forraje. Esto permite estimar la masa de forraje (kg MS/ha) a través de la altura del forraje (cm de altura promedio/ha). Por otra parte, la oferta de forraje también afecta el consumo de forraje y junto con la masa o altura de forraje interaccionan para determinarlo (ver gráfico 1).

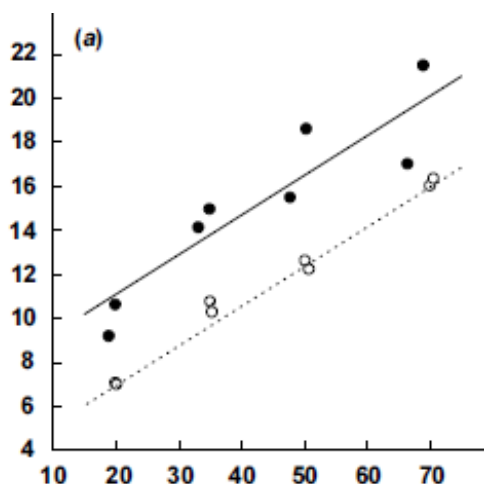


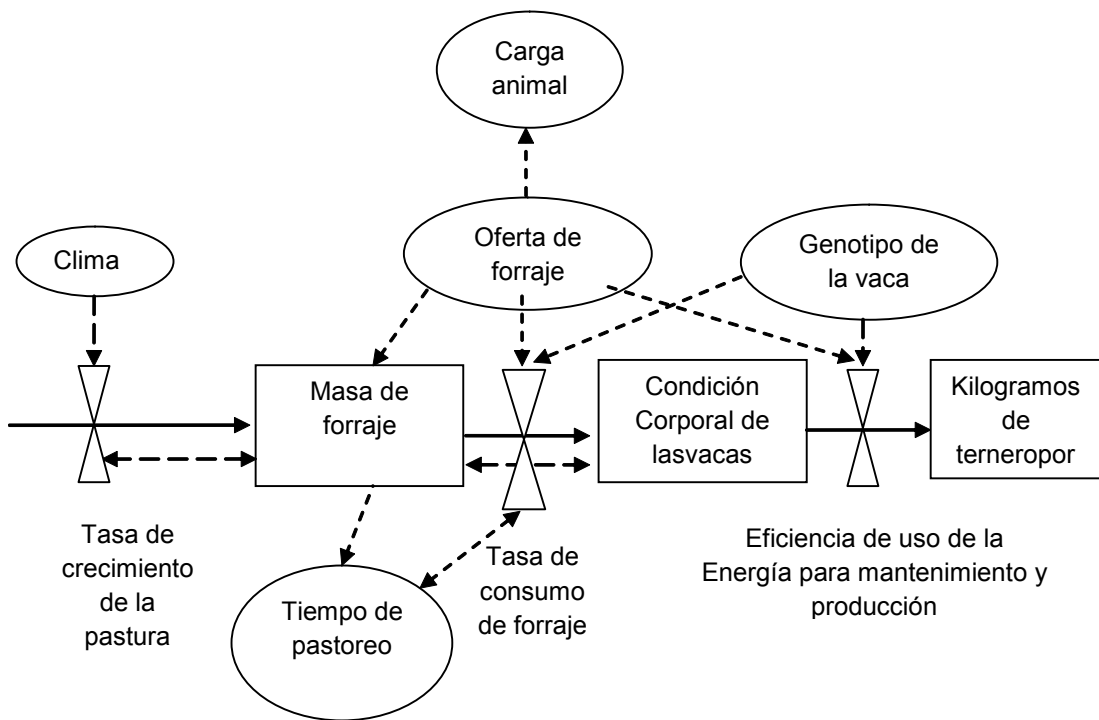
Gráfico 1. Relación entre consumo de forraje y oferta de forraje en vacas pastoreando una pastura con masa de forraje baja (o) o media (•) (Wales et al. 1999).

El gráfico 1 muestra como una pastura con “baja” masa de forraje(línea punteada) limita el consumo de forraje para una misma oferta de forraje comparado con una pastura con “alta” masa de forraje(línea continua). No obstante, en base al manejo de la oferta de forraje es posible sobreponerse al efecto de la masa de forraje si aumentamos la oferta (el consumo de forraje en 70 kg MS vaca-1 día-1, es mayor que en 20 kg MS vaca-1 día-1 independiente de la masa de forraje de la pastura).

En la realidad habrán tantas situaciones de masa de forraje como productores, no obstante, siempre es posible manejar la oferta de forraje (cociente entre masa de forraje y carga animal). Esto es lo que permite manejar el sistema pastoril, el control sobre lo que se ofrece de forraje por animal. Conviene conocer la interacción oferta-masa de forraje sobre el consumo de forraje porque en la medida que hay mayor masa de forraje se puede ofrecer menos forraje por animal o kg de PV y viceversa para obtener igual consumo de forraje.

**¿Por qué es tan importante medir la masa de forraje, los kg de PV animal y manejar la oferta de forraje?**

En base a información nacional y extranjera reportada en revistas especializadas presentamos un modelo del ecosistema pastoril con el fin de comprender mejor el sistema y al mismo tiempo conocer los vacíos de información en lo que refiere a los sistemas pastoriles.



**Figura 1. Modelo de ecosistema pastoril. Las variables “estado” se expresan en rectángulos, las líneas continuas representan flujo, las “mariposas” representan control del flujo y las variables de decisión o manejo se representan con círculos ovalados, las líneas punteadas indican retroalimentación de las tasas de flujo por efecto de la variable estado (Soca et al. 2014).**

El modelo permite identificar que el clima y la masa de forraje controlan cuanto forraje produce el ecosistema pastoril. Pero la producción de forraje no controla la magnitud de forraje que se consume, pues la tasa de consumo de forraje es controlada por la interacción masa-oferta de forraje (ver figura 1). Como el consumo de forraje es controlado por la masa y la oferta de forraje, van a estar controlando la condición corporal de las vacas, el peso vivo,

la producción de leche y por tanto van a afectar la eficiencia de conversión de forraje a kilos de ternero o leche o peso vivo.

Por tanto, controlar la oferta de forraje permite al mismo tiempo controlar 3 procesos: 1) producción de forraje, 2) consumo de forraje y 3) la eficiencia de uso del forraje por el animal, pues afecta la partición mantenimiento-producción (Soca et al, 2014).

## Ajuste de la oferta de forraje

Siempre es posible ajustar la oferta de forraje, no importa la masa de forraje actual, la categoría animal o su estado fisiológico. La oferta de forraje es un cociente entre masa de forraje y carga animal, por ello puedo manejar o “ajustar” la carga animal a la oferta deseada. ¿Cómo? Midiendo la masa de forraje. Por ejemplo, si se tiene 2000 kg de MS/ha y se quiere una oferta de 4 kg MS/kgPV la carga animal se estima de la siguiente forma  $2000/5 = 400$  kg de PV/ha, que será la carga animal que debe soportar el potrero.

## ¿Cómo muestrear para estimar la masa de forraje?

(Haydock y Shaw 1975, Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15:663-670).

A nivel del establecimiento se debe estimar cuánto pasto hay y eso se puede hacer a través de la altura del forraje en los potreros que se vaya a ajustar. Si no se conocen los predios, como va a pasar con la mayoría de los casos, se debería realizar el muestreo de acuerdo a la variabilidad que tengan en suelo-topografía-forraje. Para contemplar esa variabilidad en el muestreo podemos ayudarnos con fotos o con una recorrida rápida el día de la visita.

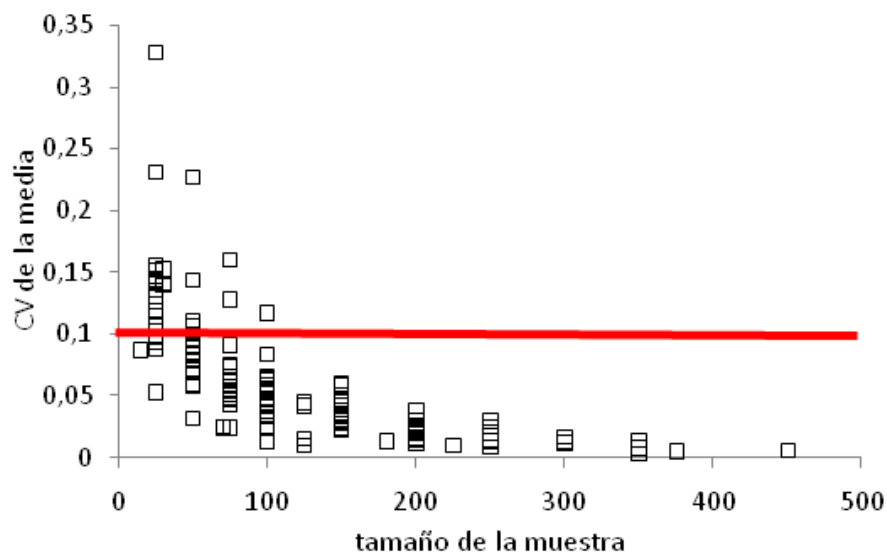
### Pasos a seguir

- 1- Recorrer el potrero para ver la “variabilidad” de la pastura, lugares con poco y mucho forraje.
- 2- Elegir el lugar donde existe “toda” la variabilidad en una distancia corta.
- 3- Marcar el cuadro con MENOS y el cuadro con MAS forraje que de ahora en más llamaremos escalas 1 y 5 respectivamente.
- 4- Elegir la escala 3 que deberá ser intermedia entre el 5 y el 1.
- 5- Continuar eligiendo las escalas 2 y 4 siempre mirando a sus escalas de “arriba” (3) y de “abajo” (1) para el caso de la escala 2 y para el caso de la escala 4 se debe mirar las escalas 3 y 5.
- 6- Medir la altura de cada escala (cuadro de 50 x 50 cm), en el punto donde el forraje comienza a hacerse denso, con 5 o 6 medidas dentro de cada escala, contemplando también la variabilidad dentro del cuadro.
- 7- Una vez que miramos “toda” la variabilidad de la masa de forraje (contenida en las escalas) se debe recorrer el potrero recordando las escalas marcadas y cada 30 pasos poner el cuadro en la punta del zapato y asignar uno de los puntos (el más parecido) que se marcaron previamente o valores intermedios.
- 8- Una vez con los valores en la planilla se puede hacer el promedio y alcanzar un valor de altura que será el que se usará para estimar la masa de forraje y en consecuencia la carga animal que puede llevar el potrero.

En base a los relevamientos realizados y a la forma de medir la altura del forraje, un valor de 350 o 300 kg de forraje por cm de altura es un valor razonable para estimar la masa de forraje. La medida de altura del forraje con la regla se debe realizar donde el forraje se empieza a concentrar, de no ser así no se puede utilizar el valor de 300 a 350 kg MS por cm de altura.

## ¿Cuántos puntos debemos relevar en el potrero?

La cantidad de puntos a relevar en el potrero puede definirse en base a estimaciones previas de la masa de forraje. Teniendo en cuenta datos relevados en el proyecto INIA de Manejo Integrado de Campo Natural se vienen tomando medidas de masa de forraje en 5 predios en el país en potreros de diferente tamaño y con distintas personas que toman las medidas. No obstante, es posible estimar el número de medidas necesarias para estimar la media de la masa de forraje con una precisión de 90%, es decir que no tenga una diferencia de más del 10% respecto de la media poblacional del potrero.



**Gráfico 2. Cambio del coeficiente de variación (CV) en función del tamaño de la muestra tomada en el potrero (Do Carmo et al. 2014).**

En el gráfico 2 se muestra el cambio en “cuánto es posible alejarse de la estimación de la media de masa de forraje del potrero si se toma 400 o 30 muestras” en potreros que van de 60 a 150 ha., con un tamaño de muestra 100, solamente en un punto, de 18 puntos, resulta por encima del límite trazado como válido de 10% y si la muestra es de tamaño 50 en 5 casos (de 20) se pasa el límite de 10% (de esos 5 casos 3 son valores de 11%). Por tanto, para personas con poco entrenamiento será necesaria mayor toma de puntos (100 o más) y para personas con más entrenamiento es posible con solo 50 puntos estimar la media con precisión. No obstante, continúa siendo necesario recorrer “todo” el potrero o tomar “toda” la variabilidad en la muestra, esto también puede conseguirse recorriendo menor área pero que represente la variabilidad del potrero en cuanto a la masa de forraje.



## Bibliografía

DO CARMO, BALZARINI, JAURENA, BASILE, CARDOZO, 2014. Herbage mass estimation by farmers from herbage height, and sample size needed. In: 51ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Sergipe, Brasil.

HAYDOCK, K. P., SHAW, N. H., 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 15, 663-670.

SOCA, P., ESPASANDÍN, A., DO CARMO, M., LAPORTA, J., ASTESSIANO, A., CLARAMUNT, M., CASAL, A., GENRO, T.C.M., SCARLATO, S., CARRIQUIRY, M., 2014. Linking temporal and spatial grazing patterns and forage intake with body condition, metabolism and productive response of beef cows grazing Campos grassland. Animal Production Science, Australia.

WALES, W. J., DOYLE, P. T., STOCKDALE, C. R., DELLOW, D. W., 1999. Effects of variations in herbage mass, allowance, and level of supplement on nutrient intake and milk production of dairy cows in spring and summer. Australian Journal of Experimental Agriculture, 39, 119-130.



## MEJORANDO EL MANEJO DEL CAMPO NATURAL EN SISTEMAS GANADEROS CRIADORES: EL TRABAJO JUNTO AL PRODUCTOR Y SU IMPACTO EN LOS RESULTADOS FÍSICOS Y ECONÓMICOS

Ing. Agr. Santiago Scarlato  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA<sub>1</sub>)

### La oportunidad de comenzar a “trabajar con más pasto”

La baja productividad de los sistemas ganaderos ha sido planteada, desde hace ya mucho tiempo, como una de las grandes limitantes para el desarrollo de la ganadería familiar. Los bajos niveles productivos determinan, a nivel de cada sistema de producción, ingresos económicos que muchas veces no logran satisfacer las necesidades del productor y su familia.

Afortunadamente, existe evidencia científica, tanto a nivel internacional como nacional, que demuestra que existe un margen por demás interesante para incrementar de forma sostenida la productividad, y con esto, los ingresos económicos, y a la vez mejorar el estado de los recursos naturales: suelo, agua y campo natural (Nabinger et al., 2011; Soca et al., 2013).

La producción ganadera pastoril implica generar producto animal (carne y lana) a partir de pasto. En otras palabras, para ser buen productor ganadero, es decir, producir carne de forma eficiente sin deteriorar los recursos productivos, es necesario producir mucho pasto y lograr una cosecha y conversión eficiente por parte del animal. Sin embargo, esto que parece tan sencillo conlleva la necesidad de promover de forma simultánea dos procesos que, desde el punto de vista biológico, pueden ser contrapuestos: la producción de forraje y su cosecha por parte del animal.

---

Contratado por el Proyecto “Co-innovando para el desarrollo sostenible de sistemas de producción familiar de Rocha”, del Programa de Producción Familiar de INIA. Equipo técnico del proyecto: V. Aguerre, M. Albicette, A. Ruggia, G., M. Scarlato, G. Quintans, C. Leoni, G. Cardozo, O. Blumetto, F. García, P. Clara, S. Dogliotti, A. Albín.

Para producir altos niveles de forraje, es clave el desarrollo de una masa de hojas que sean capaces de captar la mayor proporción de luz solar, y raíces que exploren un gran volumen de suelo y absorban una gran cantidad de agua y nutrientes. Desde el punto de vista de la producción de carne, es clave lograr una cosecha eficiente del forraje por parte del animal, logrando que consuma una cantidad adecuada de forraje de buena calidad. Sin embargo, la cosecha del forraje por parte del animal, implica remover tejido aéreo de las plantas, que constituye, como se mencionó, la herramienta para captar luz solar, base del proceso de fotosíntesis a partir del cual se produce el forraje. El manejo del pastoreo, entonces, procura intervenir simultáneamente sobre estos dos procesos, intentando mantener un área foliar que permita altos niveles de producción de forraje, y a la vez, su utilización y conversión eficiente por parte del animal.

En función de lo anterior, cabe entonces preguntarnos ¿qué manejo de pastoreo vemos a nivel de los sistemas ganaderos comerciales? En términos generales: poco pasto y animales flacos. Es decir, una excesiva utilización de la pastura, en detrimento de la producción de forraje. En esta situación, si bien se es “eficiente” en cosechar el forraje (el animal utiliza gran proporción del pasto producido), esa cosecha se realiza sobre una pastura que produce muy poco forraje, por lo que la cantidad de producto animal generada será indefectiblemente baja. Si bien es posible que muchos productores hayan tenido razones válidas para trabajar con dotaciones animales muy altas y muy poco pasto en el pasado, la ganadería actual, debe necesariamente elevar los niveles de producción sin elevar en exceso los costos económicos y, al mismo tiempo, preservar los recursos naturales, en particular el recurso suelo y el campo natural.

Partiendo de esta situación, podemos afirmar que para una gran cantidad de sistemas de producción existe la posibilidad de incrementar sus ingresos a partir de comenzar a “trabajar con más pasto”.

## **Promoviendo cambios en los sistemas de producción**

Enfrentados a un sistema de producción, ¿cómo comenzar a trabajar con más pasto? Desde el punto de vista práctico pueden existir numerosas estrategias. La primera, que resulta bastante obvia, es reducir la cantidad de animales a un nivel compatible con la capacidad de carga del sistema. Otra estrategia podría ser mejorar el manejo del pastoreo, es decir, redistribuir los animales según su estado fisiológico y sus requerimientos y de esa manera hacer un uso más eficiente de los recursos a lo largo del año. Pero también se podría pensar en aumentar la capacidad de producir alimentos del sistema mediante el uso de mejoramientos forrajeros, o incluso ingresar alimento desde fuera del predio a partir de la suplementación. Desde el punto de vista técnico, todas las estrategias son válidas, si bien su viabilidad debe evaluarse a priori según las características de cada sistema productivo.

Al momento de promover cambios tecnológicos para sistemas ganaderos familiares en un contexto de clima y mercados con alta variabilidad, se debería procurar elevar los niveles de producción con costos controlados a partir del empleo de tecnologías de proceso. En este sentido, para una gran cantidad de situaciones, serían pasos ineludibles las dos primeras estrategias: el ajuste de carga y manejo del pastoreo. Tanto el empleo de mejoramientos forrajeros como la suplementación constituyen excelentes herramientas que en muchos casos podrán implementarse también, sin embargo, sistemas sobrecargados y con mal manejo del pastoreo difícilmente eleven de forma estructural su producción en base a estas estrategias, dado que no lograrán mejorar la producción y utilización de su base forrajera principal: el campo natural.

Sin embargo, promover cambios en la gestión de los predios ganaderos no es sencillo. La innovación a nivel de los sistemas productivos mediante tecnologías de proceso, no se hace en base a recetas ni recomendaciones genéricas. Requiere ineludiblemente del análisis pormenorizado de cada sistema de producción, siendo imprescindible la participación directa del productor y su familia, tanto en el diagnóstico de la situación de partida como en la elaboración de las alternativas de mejora y el monitoreo continuo de los avances alcanzados. La co-innovación es un enfoque de trabajo que viene siendo desarrollado y adaptado en Uruguay para el trabajo junto a productores familiares (Dogliotti et al., 2013; Ruggia et al., 2014).

## **Un enfoque posible de trabajo junto al productor**

El enfoque de co-innovación combina tres dominios: el abordaje sistémico para el diagnóstico y re-diseño del sistema de producción, métodos para promover el aprendizaje de todos los participantes, y herramientas para el monitoreo dinámico y evaluación continua del proyecto (Rossing et al., 2010). El trabajo a nivel de predio se realiza en 3 etapas: caracterización y diagnóstico, re-diseño e implementación, monitoreo y evaluación (Dogliotti et al., 2013). Para sistemas ganaderos, es necesario mantener un régimen de visitas mensuales al predio por parte del técnico asesor. En términos promedio, mensualmente se requiere al menos de media jornada de visita al predio y trabajo junto al productor y otra media jornada de trabajo de escritorio por parte del técnico, analizando y procesando la información.

### **Etapas del trabajo junto al productor:**

#### **Caracterización y diagnóstico**

La primera etapa consiste en caracterizar y diagnosticar el sistema. En primer lugar, conocernos con el productor y conocer su sistema de producción. Es muy importante más allá de conocer los recursos naturales del predio, los manejos del predio, las prácticas y tecnologías que emplea el productor; conocer qué es lo que el productor pretende de su predio y cuáles son sus metas tanto en lo directamente relacionado a lo productivo como en lo referido a la proyección de la familia. Muchas veces, las prácticas o las medidas de manejo están determinadas o condicionadas -y sobre todo en predios familiares- por los objetivos y prioridades que tiene la familia más allá de lo productivo.

Una actividad importante en esta etapa es la estimación de indicadores de productividad física y desempeño económico de ejercicios anteriores. Esto no es sencillo con aquellos productores que no lleven registros, sin embargo, es posible reconstruir a partir de declaraciones juradas de DICOSE y guías de propiedad y tránsito, algunos indicadores como producción de carne por hectárea, producto bruto ganadero, etc. La reconstrucción de dos o tres ejercicios hacia atrás permite contar con información cuantitativa para el diagnóstico de la situación de partida del predio.

Como principal producto de esta primera etapa, se debe lograr identificar y acordar con el productor cuales son los puntos críticos del predio, tanto negativos como positivos, que es necesario corregir o potenciar. Dado que este juicio de valor de la situación depende respecto a qué se analice, para poder realizar un buen diagnóstico es central tener presente y explicitados los objetivos de la familia (mencionados anteriormente).

## Re-diseño del sistema

Una vez logrado ese acuerdo, es posible avanzar hacia la segunda etapa de trabajo: el re-diseño del sistema. Esta etapa implica explorar distintas alternativas de mejora del predio, y evaluar “a priori” su impacto, cuantificando para cada caso, las medidas de manejo y tecnologías necesarias para su implementación, la productividad física y económica esperable, así como su potencial impacto a nivel de los recursos naturales. En esa etapa se define con números y sobre papel, cómo funcionaría el predio en condiciones óptimas dentro de cuatro o cinco años, tanto desde el punto de vista de la composición del stock, eficiencia reproductiva, niveles de producción e ingreso económico. Durante esta etapa es necesario el empleo de diferentes herramientas como balances forrajeros, estimaciones de ingresos y egresos, etc., tanto de la situación actual como de la situación proyectada.

Una vez identificado el sistema “meta” es necesario definir una estrategia de trabajo, un plan de acción en el corto y mediano plazo que permita llegar de la situación inicial a la objetivo. Para ello resulta útil la elaboración de proyecciones de stock y financieras. Las propuestas de cambio deben ser discutidas y acordadas junto al productor y su familia previo a comenzar su implementación.

## Implementación, monitoreo y evaluación

La tercera etapa de trabajo implica la implementación y el monitoreo de la propuesta acordada. Para sistemas ganaderos familiares es imprescindible realizar una visita mensual al predio, que incluya una recorrida de campo lo más completa posible, en la que se hace un monitoreo del estado de las pasturas, de los distintos potreros y de los animales, y una etapa de trabajo en escritorio en la que se planifiquen todas las medidas de manejo y se evalúe el cumplimiento de las metas planteadas. La evaluación del “desempeño” del sistema se deberá hacer en base a indicadores sencillos acordados junto al productor. A modo de ejemplo, algunas prácticas simples como el cálculo de la carga animal, el pesaje de animales de cría, la estimación de condición corporal de las vacas de cría, la estimación visual (o con regla) de la altura del campo natural de forma periódica, permiten evaluar de forma continua el impacto de las medidas tomadas, a la vez que proporcionan información fundamental para tomar medidas tácticas en distintos momentos del año.

## Impacto en resultados físicos y económicos: algunos ejemplos reales

A modo de ejemplo, se presentarán tres casos reales de procesos de mejora del manejo del campo natural y su impacto en los resultados físicos y económicos prediales. Se trata de sistemas criadores de diferente escala de la zona este del país. Los dos primeros ejemplos son parte del proyecto: “*Co-innovando para el desarrollo sostenible de sistemas de producción familiar de Rocha*”, del Programa de Producción Familiar de INIA. El tercer ejemplo corresponde a un predio ganadero integrante de un grupo de productores de las sierras de Lavalleja.

### CASO 1

**Sistema criador con vacunos y ovinos ubicado en las sierras de Rocha.  
Superficie: 92 ha, índice CONEAT 78.**

A partir del trabajo conjunto del productor junto al técnico, se acordó la necesidad de una pequeña reducción de la carga animal, un ajuste importante de la relación ovino/vacuno y

la necesidad de optimizar el manejo del campo natural en función de la altura de la pastura. La excesiva relación ovino/vacuno había degradado el campo natural, generando una doble estructura, que condicionaba la producción y utilización eficiente del pasto. Luego de evaluar distintas alternativas en términos productivos y económicos, se decidió reducir el número de ovejas a encarnerar de 150 a 70, e incrementar el rodeo de vacas a entorar de 25 a 40. Por otro lado, se acordó ajustar la asignación de los potreros según la altura del forraje y la categoría animal. A partir de estas medidas, se esperaba un aumento en los kilos de ternero producidos, a partir del aumento del porcentaje de procreo y del peso por ternero, y un aumento en el peso de los animales de refugio. En términos generales se buscaba además, reducir la vulnerabilidad del predio frente a la variabilidad climática.

En la figura 1 se muestran las vacas de cría en primavera 2012 (izquierda) y primavera 2013 (derecha).



Figura 1. Vacas de cría en primavera 2012 (izquierda) y primavera 2013 (derecha).

En la figura 2 se presenta la evolución de la carga animal, la relación ovino/vacuno y la producción de carne por hectárea para los últimos tres ejercicios previo a implementar los cambios, y el ejercicio posterior al inicio de la implementación (ejercicio 2012-2013).

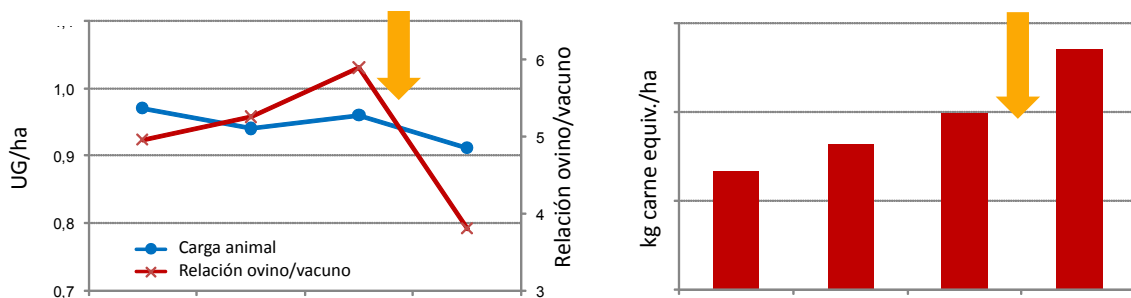


Figura 2. Carga animal y relación ovino/vacuno según ejercicio (izquierda), y producción de carne según ejercicio (derecha). La flecha amarilla indica el momento en que se realizaron los cambios en el manejo.

Los cambios implementados permitieron incrementar la producción de carne a partir de mejores pesos de los terneros y vacas de refugio para la venta. La mejora de la condición corporal de las vacas al parto y durante el entore, permitió mantener niveles de preñez superiores al 90 % sin necesidad de emplear destete precoz (práctica que se empleaba de forma estructural en el predio), permitiendo la reducción de los costos de suplementación. Estos cambios en los resultados productivos se basaron en el incremento de la altura del

campo natural, y la planificación continua de la asignación de las distintas categorías de animales a cada potrero. Esto le ha permitido al productor mejorar el ingreso neto del predio, trabajar de forma más organizada y con mayor tranquilidad en comparación al manejo que realizaba anteriormente.

## CASO 2

### Sistema criador con vacunos y ovinos ubicado en las sierras de Rocha.

Superficie: 292 ha, índice CONEAT 83.

A partir del trabajo en conjunto con el productor se llegó a la conclusión de que la carga animal era adecuada, pero que era necesario mejorar el manejo del pastoreo, en particular, optimizar la asignación de los distintos potreros a cada categoría de animales según la altura de la pastura. Al igual que en el caso 1, a partir de los cambios a implementar se pretendía un aumento en el número y peso de los terneros, de los animales de refugo, e intentar reducir la vulnerabilidad frente a eventos extremos como sequías. En la figura 3 se muestran las vacas de cría en invierno 2012 (izquierda) e invierno 2013 (derecha). Las medidas de manejo empleadas permitieron moderar la pérdida de condición corporal de las vacas durante el invierno, logrando llegar al inicio del entore en condiciones adecuadas.



Figura 3. Vacas de cría en invierno 2012 (izquierda) e invierno 2013 (derecha).

En la figura 4 se presenta la evolución de la carga animal y la producción de carne por hectárea del predio, para tres ejercicios previos al inicio de la implementación de los cambios en el marco del proyecto, y un ejercicio posterior al mismo (ejercicio 2012-2013). Durante los ejercicios anteriores, el productor había retenido animales, hasta alcanzar la carga objetivo. El incremento en la producción de carne en el último ejercicio, en este caso, no implicó alterar la carga animal, sino redistribuir el forraje entre las distintas categorías, de forma de optimizar tanto la producción de pasto, como su utilización por parte de los animales.

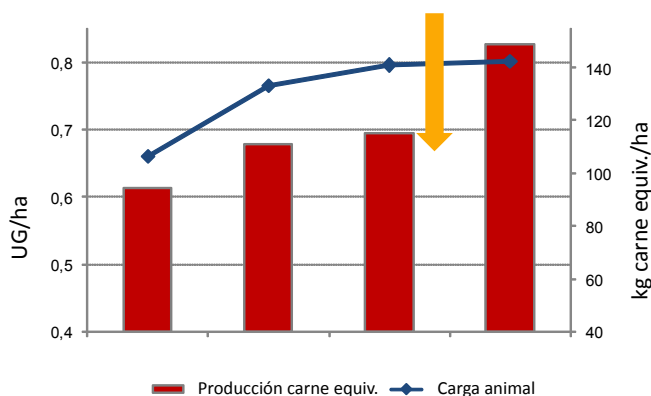
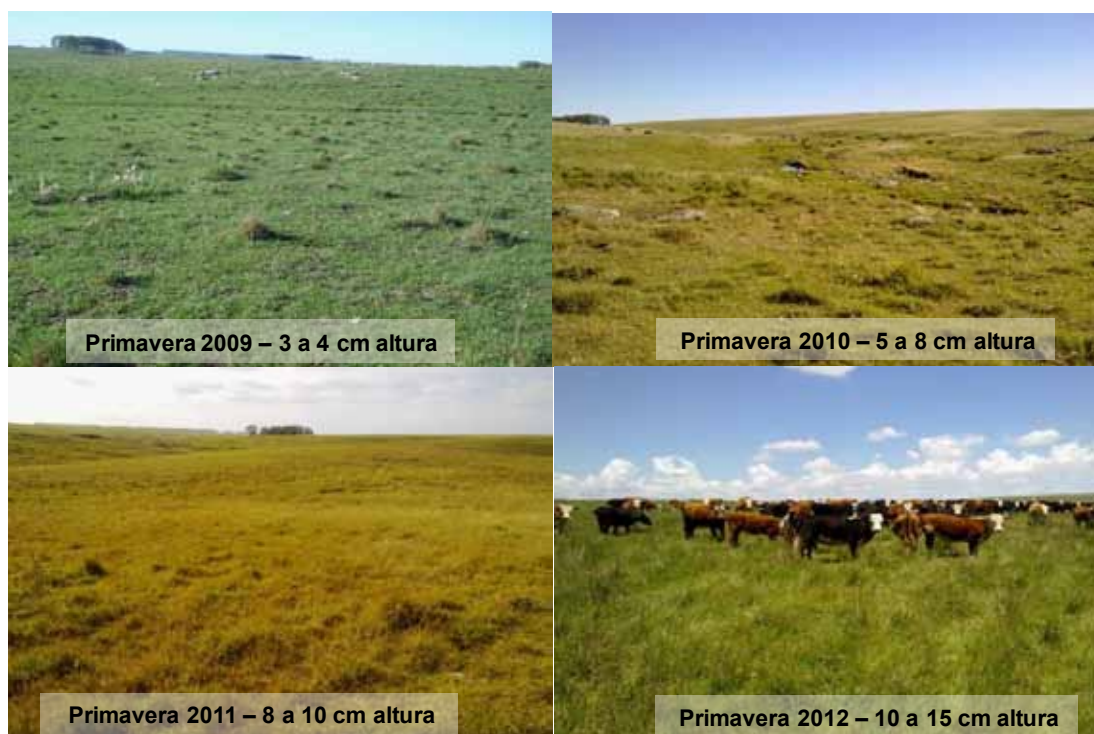


Figura 4. Carga animal y producción de carne según ejercicio. La flecha amarilla indica el momento en que se realizaron los cambios en el manejo.

## CASO 3

**Sistema criador con vacunos y ovinos ubicado en las sierras de Lavalleja.****Superficie: 600 ha, índice CONEAT 63.**

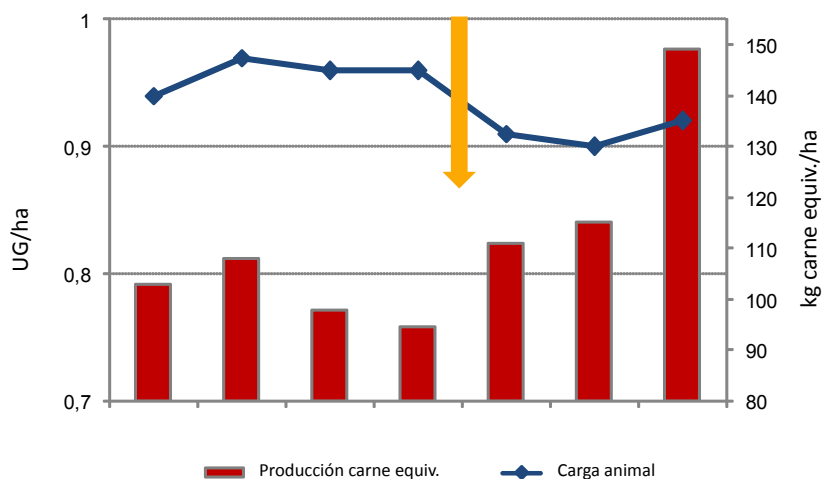
Este predio, si bien presentaba buenos indicadores reproductivos y productivos, trabajaba con niveles de carga altos. Durante la sequía de verano de 2008 los resultados productivos se vieron muy afectados, lo cual llevó a tomar la resolución el año 2009 de reducir el número de vacas a entorar de 290 a 230. A partir de esta medida se pretendía trabajar con menos animales, pero de forma más eficiente y mejorar la producción del campo natural mediante un incremento en la altura promedio del tapiz. En la figura 5 se muestra una secuencia de fotos del campo natural en primavera durante 4 años consecutivos. El importante ajuste de carga permitió la recuperación del campo natural, a niveles bastante superiores incluso a los años previos a la sequía.



**Figura 5. Evolución del campo natural en primavera durante 4 años consecutivos.**

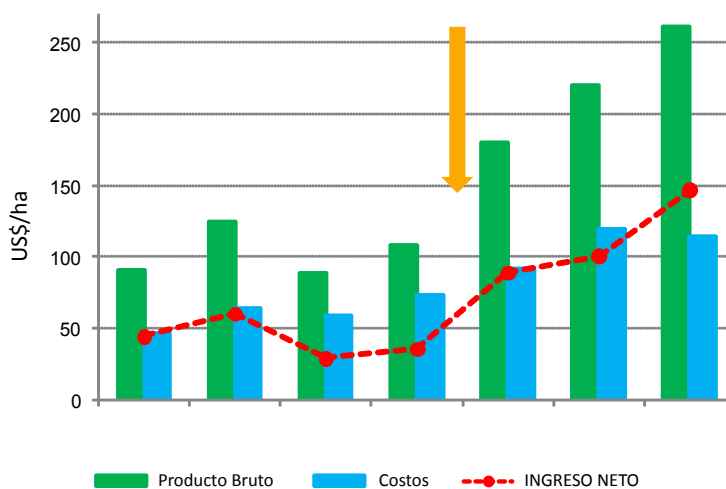
En la figura 6 se presenta la evolución de la carga animal y la producción de carne por hectárea para los últimos siete ejercicios. La reducción de carga animal se realizó entre el ejercicio 2009-2010 y 2010-2011 (flecha amarilla en la figura).





**Figura 6. Carga animal y producción de carne según ejercicio. La flecha amarilla indica el momento en que se realizaron los cambios en el manejo.**

En la figura 7 se presentan los resultados económicos del predio para los últimos siete ejercicios. La reducción de carga animal se realizó entre el ejercicio 2009-2010 y 2010-2011. Las medidas implementadas permitieron incrementar los niveles de ingresos a partir de mejorar los ingresos por producción sin aumentar los costos.



**Figura 7. Resultado económico según ejercicio. La flecha amarilla indica el momento en que se realizaron los cambios en el manejo.**

## Reflexiones finales

Para promover cambios profundos en predios se requiere enfocar todo el sistema, no quedarnos sólo en la pastura o en los animales, conocer e incorporar los objetivos y metas de la familia involucrada, y cuantificar los resultados productivos y económicos.

Lejos de ser un tema concluido desde el punto de vista de la investigación científica y la innovación, el manejo del campo natural y su impacto sobre el resultado productivo y económico de los sistemas ganaderos son temas que aún se encuentran en desarrollo, tanto a nivel de Uruguay como en el mundo. En tiempos en los que temas como la variabilidad

climática y las crisis económicas se encuentran “sobre la mesa”, repensar nuestros sistemas productivos resulta ineludible. Urge la necesidad no solamente de incrementar los niveles de producción en base a tecnologías de proceso que no eleven excesivamente los costos de producción, sino también de diseñar sistemas que sean capaces de afrontar la variabilidad climática y de precios de la mejor forma posible. La intensificación de nuestros sistemas ganaderos no debe ser pensada desde la perspectiva clásica del incremento en el uso de insumos externos que ingresan al predio. Recorrer este camino ya ha demostrado que resulta en sistemas más productivos en el corto plazo, pero más vulnerables en el mediano plazo, e inviables en el largo plazo. La intensificación de nuestra ganadería debe pensarse a partir de mejorar el control de los procesos biológicos en los cuales se basa, intentando potenciarlos en nuestro favor. Los sistemas ganaderos deberían ser intensivos en el uso del conocimiento y la información, para lo cual es indispensable la capacitación y actualización continua de productores y técnicos, así como disponer de un vínculo horizontal y fluido con la investigación.

## Bibliografía

DOGLIOTTI, S., GARCÍA, M.C., PELUFFO, S., DIESTE, J.P., PEDEMONTE, A.J., BACIGALUPE, G.F., SCARLATO, M., ALLIAUME, F., ÁLVAREZ, J., CHIAPPE, M., ROSSING, W., 2013. Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems*. En prensa.

NABINGER, C., DE FACCIO CARVALHO, P.C., CASSIANO PINTO, E., MEZZALIRA, J. C, MARTINS BRAMBILLA, D., BOGGIANO, P., 2011. Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: ¿es posible mejorarlos con más productividad? *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. Vol 19, N° 3-4: 27-34.

ROSSIG, W., DOGLIOTTI, S., BACIGALUPE, G.F., CITTADINI, E., MUNDET, C., MARISCAL AGUAYO, V., DOUTHWAITE, B., ÁLVAREZ, S., 2010. Project design and management based on a co-innovation framework. In: *Building Sustainable Rural Futures: The Added Value of Systems Approaches in Times of Change and Uncertainty – IFSA 2010*, Viena, Austria, pp. 402–412.

RUGGIA, A., SCARLATO, S., CARDOZO, G., BLUMETTO, O., GARCÍA, F., 2014. Co-innovation in family livestock systems in Eastern Uruguay. III: Impact on farming systems sustainability. *X Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas de Producao*, Foz do Iguazu, Brasil.

SOCA, P., ESPASANDÍN, A., CARRIQUIRY, A., 2013. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural. Serie FPTA N° 48, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Montevideo, Uruguay.



## LA CRÍA VACUNA: SISTEMA GANADERO SOBRE CAMPO NATURAL (Parte 1)

Ing. Agr. PhD Graciela Quintans  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA),  
Programa Carne y Lana

### Sistemas de producción de cría en Uruguay

Entre algunas de las características generales de los sistemas de producción de cría en Uruguay, se destaca que actualmente se cuenta con un stock bovino de once millones de cabezas, 4,2 millones de vacas entoradas y, prácticamente, doce millones de hectáreas ocupadas por ganaderos de los cuales el campo natural es la base principal nutricional de los rodeos vacunos. Cabe destacar que el área de pasturas mejoradas destinada a la cría está por debajo del diez por ciento y que las razas británicas (Hereford y Aberdeen Angus) son las más utilizadas.

Es importante conocer cómo están distribuidos los criadores, los productores de ciclo completo, los inventadores y los ovejeros exclusivamente. De un total de casi cuarenta y ocho mil productores, cincuenta y cuatro por ciento son criadores y el diecinueve por ciento son criadores con ciclo completo. Lo que quiere decir que los criadores ocupan un importante lugar dentro de los productores ganaderos de nuestro país. Es importante remarcar, para poder entender mejor de qué estamos hablando, que de ese setenta y tres por ciento de productores criadores el sesenta y nueve por ciento tiene menos de doscientas hectáreas. Eso ya perfila para conocer cuál es el público, hacia donde se debe trabajar.

## ¿Cuáles son desde INIA los enfoques tecnológicos o las herramientas tecnológicas que se han desarrollado en el área de cría?

La base nutricional principal es el campo natural y obviamente está presente incrementar la productividad de los criadores con bajos costos o, dicho de otra forma, con costos medidos, reivindicar las tecnologías de proceso que muchas veces están olvidadas, dejadas de lado, donde las tecnologías de insumo parecen ser más agresivas cuando salen al mercado, pero que hay que tener la precaución de saber cuándo y cómo implementarlas. Por otro lado, vamos a desarrollar la idea de fomentar y promover las intervenciones estratégicas dentro del rodeo de cría que tengan alto impacto. Para hacer eso en cualquier rodeo es importante el conocimiento y tener investigación nacional y pertinente, pertinente para resolver nuestros propios problemas, problemas que tienen nuestros propios productores.

El conocimiento debe de difundirse, se debe capacitar a los técnicos para que puedan trasladarles a los productores las herramientas más importantes para mejorar el manejo. Cuando se habla de herramientas tecnológicas para la cría vacuna generalmente se subdividen en herramientas de ordenamiento del rodeo (de manejo general), herramientas tecnológicas estratégicas y tecnologías de costo cero. Las herramientas estratégicas son aquellas que se aplican cuando sucede algo que amerita utilizar esa tecnología y las estructurales son aquellas que el productor las adopta siempre a lo largo del tiempo.

Las herramientas de ordenamiento del rodeo son aquellas que deben aplicarse siempre como base general del manejo, independientemente de la raza que utilicemos. Algunas de ellas pueden ser, por ejemplo, definición de la edad al primer entore (y manejo adecuado de las recrias para lograr el objetivo planteado), realización del diagnóstico de gestación para realizar un manejo diferencial, fecha o edad del destete definitivo, manejo de los animales por condición corporal, control de la parición, revisión de toros, definición del porcentaje de toros a usar en el servicio, recorrida de entore, sanidad y área mejorada. Es decir, una cantidad de tecnologías que deben tenerse ordenadas para poder avanzar al siguiente escalón. Generalmente le llamo a estas tecnologías los “old hits” porque es algo que se viene repitiendo desde hace mucho tiempo, pero que sin embargo muchas veces no se aplican adecuadamente.

Cuando pasamos al segundo bloque, que consiste en las herramientas tecnológicas estratégicas o estructurales, quizás sea importante remarcar el enfoque o recordar el enfoque que se ha generado en este tema. Primero que la baja performance reproductiva en vacunos en Uruguay se debe principalmente a la alta edad al primer servicio de las vaquillonas y a la duración del anestro postparto.

### Recría vacuna

Con respecto al primer servicio de las vaquillonas, existe información generada por la investigación nacional (ej. Serie Técnica 174, INIA, 2008) y datos reportados por técnicos del área privada (ej. Taller de Evaluación de los Diagnósticos de Gestación Vacuna) que presentan problemas de ciclicidad ovárica al inicio del servicio; o sea que a pesar que las vaquillonas alcancen un peso y desarrollo adecuado para su servicio, muchas veces se encuentran en anestro.

En lo que respecta a manejo de la recria de hembras se ha logrado un avance a lo largo de los últimos años. Entre los años 1992 y 1995 se evaluaron diferentes niveles de suplementación invernal sobre campo natural y diferentes suplementos. La metodología usada (alto número de animales y medición del consumo individual) generó información muy robusta, donde se destaca que suplementando terneras en invierno sobre campo natural, al 1 a 1,5% de su

peso vivo, con suplementos como afrechillo de arroz, grano de sorgo o expeller de girasol, se alcanzan tasas de ganancia del orden de los 0,100 a 0,200 kg/a/d (Quintans y col., 1993; Quintans y Vaz Martins, 1994; Quintans 1994). Cabe reseñar que cuando se comenzaron estos trabajos en INIA Treinta y Tres, el paradigma era que había que alcanzar un “peso de entore” de 280 kg para que las vaquillonas se preñaran. Evitando pérdidas de peso en el primer o segundo invierno se llegaba con 280 kg: pero ¿qué pasaba con la eficiencia reproductiva? Años después se retomó esta línea de investigación después de haber observado mucho en el campo que vaquillonas que alcanzaban ese kilaje no siempre estaban ciclando. En el año 2000 se plantearon dos hipótesis de trabajo: 1) el peso adulto había aumentado como consecuencia de la incorporación de genética americana y canadiense y 2) la distribución de las tasas de ganancias en la vaquillona también estaba afectando la ciclicidad ovárica (en qué momento del ciclo de la vaquillona ésta gana o pierde peso y como afecta su desempeño reproductivo).

La primera hipótesis es clara: las vaquillonas en general requieren llegar a un sesenta o sesenta y cinco por ciento de su peso adulto para entrar en pubertad; es decir, que cuanto más grande es el animal, más kilogramos y más desarrollo deben tener los animales para presentar su primer celo con ovulación. Los antecedentes nacionales mostraban que terneras de catorce y quince meses alcanzaban la pubertad con 240 a 260 kg (Pittaluga y Rovira, 1968). Los trabajos nacionales más recientes demostraron que la pubertad era alcanzada cuando las terneras pesaron entre 280 y 290 kg (Barreto y Negrín, 2005; Straumann, 2006; Costa y col. 2007; Quintans, 2008). Esto implicaría que sucedió un cambio en el biotipo animal, es decir, que el biotipo actual sería de mayor tamaño que el usado hace cuarenta años. Sin embargo, es casi imposible realizar un trabajo de campo porque no se tiene la genética pasada para compararla con la actual.

Respecto a la distribución de las tasas de ganancia, el equipo trabajó principalmente en el primer invierno de vida (posdestete) generando distintas tasas de ganancia de peso. Esta línea de trabajo se realizó durante 8 años y esta información está documentada (ej. Serie Técnica 174, año 2008). En los últimos años se ha tratado de ahondar en los mecanismos involucrados y es información que, en parte se está analizando, y en parte también se está finalizando un trabajo en el campo.

Otro trabajo que se realizó conjuntamente con la Facultad de Agronomía -Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, abarcó cinco años de evaluación de vaquillonas de sobre año hasta los veinticinco meses de edad. En resumen, lo que se observó fue que un veintiocho por ciento se mantenía en anestro al comenzar la inseminación, aun cuando el peso vivo era muy similar y superaba los 290 kg. La única diferencia encontrada fue que este grupo de vaquillonas anéstricas presentaron una pérdida de peso vivo en el primer invierno de 65 gr por día (apenas 7 kg en el invierno) y el resto de las terneras que estaban ciclando habían ganado 229 gr por día (aproximadamente 29 kg en su primer invierno). Este concepto de evitar pérdidas de peso en el primer invierno ha sido validado a nivel de campo y hoy los productores están utilizando este tipo de tecnología, ya sea ofreciendo suplemento extra predial a sus terneras en el primer invierno, o manejándolas sobre mejoramientos de campo. Pero el principio es el mismo, evitar pérdidas de peso en el primer invierno de la ternera tendrá efectos positivos a largo plazo en el desarrollo y en la reproducción.

Para cerrar este primer bloque de cría, se debe presentar una reciente línea de trabajo donde se evaluó un servicio anticipado de vaquillonas a los 18-20 meses de edad en otoño. Este trabajo surgió como respuesta a la consulta de muchos productores que planteaban que criando muy bien la ternera el primer año, se encontraban en otoño con una vaquillona de sobre año y en celo. Por lo tanto, la consulta acerca de qué sucedía si se servía la vaquillona en ese momento, trató de ser evacuada, generando información (que era escasa hasta ese momento) sobre fortalezas y debilidades de este sistema. Cabe destacar

que cuando hablamos de un sistema de servicio de otoño de vaquillonas de sobreaño, implica una parición hacia fines de verano o principios de otoño, un destete de terneros a fines de invierno, principio de primavera y un segundo servicio nuevamente en la primavera o verano, pero con una gran diferencia: las vacas están sin cría al pie.

Es necesario ver el sistema como un todo, no solamente si se adelanta el servicio, sino que la ventaja de este servicio es que la vaca de segundo entore se va a entorar sin cría al pie.

Por lo tanto la hipótesis de trabajo fue que las vaquillonas paridas en otoño y manejadas sobre campo natural tendrían el mismo comportamiento reproductivo que vaquillonas con una mejora nutricional en invierno. Esta información está documentada (Quintans y col., 2012; Quintans y col., 2013) por lo tanto se presentara un resumen de estos trabajos. El problema a resolver era la lactación en el invierno, era el talón de Aquiles de este sistema y se estudiaron distintas alternativas de manejo invernal (plena lactación), como por ejemplo, campo natural, campo natural mejorado con Lotus Rincón, suplementación invernal de vacas y destete precoz a la entrada del invierno.

Como resumen se puede decir, después de varios años de trabajo, que la debilidad de este sistema es el peso de los terneros, ya que son más livianos que los terneros que nacen en la primavera debido a que hay menor producción de leche en el invierno; pero como fortaleza se registró un alto porcentaje de preñez en vacas de primera cría que son destetadas, que se manejan sobre campo natural en invierno; o sea, tenemos prácticamente el mismo desempeño reproductivo cuando las vacas son manejadas sobre campo natural en invierno o con algunas de las otras alternativas evaluadas. Existen puntos para mejorar, como el peso de los terneros, pero también algo muy interesante a destacar es la excelente tasa de preñez topeando el cien por ciento en las vacas de segundo entore.

Por lo tanto, en este primer bloque se intentó desarrollar los principales conceptos evaluados en el manejo de recría de hembras. En el segundo bloque se van a presentar las alternativas desarrolladas y evaluadas para disminuir el anestro posparto.

## Bibliografía

BARRETO, S. y NEGRÍN, D., 2005. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera. Segundo año de evaluación. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, p107

COSTA. AJ., MOREIRA, RB. y SCARSI, MA., 2007. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera. Tercer año de evaluación. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República 106.p.

PITTALUGA, O. y ROVIRA, J., 1968. Influencia del nivel nutricional predestete sobre el crecimiento y pubertad de terneras Hereford. Boletín Técnico, 5 (2): 68-78. Facultad de Agronomía, Estación Experimental de Paysandú.

QUINTANS, G., VAZ MARTINS, D. y CARRIQUIRY, E., 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. En: Campo Natural: Estrategia Invernal Manejo y Suplementación. Resultados Experimentales. INIA Treinta y Tres. p 35-53.

QUINTANS, G. y VAZ MARTINS, D., 1994. Efecto de diferentes fuentes de suplemento sobre el comportamiento de terneras. En: Bovinos para Carne: Avances en la Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva. Serie Actividades de Difusión Nº 34. INIA Treinta y Tres.

QUINTANS, G., 1994. Suplementación de terneras y vaquillonas con afrechillo de arroz desgrasado. En: Bovinos para Carne: Avances en Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva. Serie Actividades de Difusión 34. INIA Treinta y Tres.

QUINTANS, G., SCARSI, A., LÓPEZ-MAZZ, C. y PEREYRA F., 2008. Manejo nutricional en el primer invierno y manejos diferenciales posteriores para alcanzar similar peso vivo en otoño. Efecto en la aparición de la pubertad (cuarto año de evaluación). Serie Técnica 174, 77-81.

QUINTANS, G., VELAZCO, J.I., SCARSI, A., LÓPEZ-MAZZ, C. y BANCHERO, G., 2012. Effect of nutritional management during the postpartum period of primiparous autumn-calving cows on dam and calf performance under range conditions. Livestock Science 144 (1-2):103-109.

QUINTANS, G., VELAZCO, J.I., SCARSI, A., y BANCHERO, G., 2013. Servicio de vaquillonas en otoño: Últimos avances de la investigación en Uruguay. Serie Técnica 208, 89-96.

Straumann, JM. 2006. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera. Primer año de evaluación. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, p 99.

## LA CRÍA VACUNA: SISTEMA GANADERO SOBRE CAMPO NATURAL - (Parte 2)

Ing. Agr. PhD. Graciela Quintans  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)

Este segundo bloque va a tratar de complementar la información que se dio hasta ahora pero refiriéndose a la duración del anestro posparto, causa principal de las bajas tasas de procreo en el Uruguay, y donde los dos factores más importantes que lo afectan es el ternero al pie de la madre y la nutrición, ya sea a través del balance energético o de la condición corporal (Short y col., 1990). En Uruguay se ha trabajado mucho en el efecto inhibitorio del amamantamiento sobre la ovulación que tiene dos componentes: la lactación y la presencia psicológica del ternero.

Para revertir el efecto negativo del amamantamiento sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica, hemos desarrollado trabajos en nuestras condiciones de producción como el destete precoz, el destete temporario con tablilla nasal y el destete temporario a corral, o sea, separando al ternero de la madre. Esta información está publicada, documentada con todos los detalles de los diseños experimentales utilizados (Jiménez de Aréchaga y col., 2008; Quintans y col., 2008a; Quintans y col., 2008b; Quintans y col., 2010). De todas formas se presentará de forma resumida algunos de los conceptos y resultados más destacados.

En un destete precoz se deben respetar ciertas normas. Debe realizarse cuando los terneros tienen aproximadamente sesenta días de edad y sesenta kilos. El periodo de acostumbramiento en el corral es una etapa fundamental, deben contar con agua y sombra, y suministrarles la ración de forma progresiva. Una vez que aprendieron a comer ración se trasladan a un potrero, preferentemente con pasturas tiernas, buena sombra y agua, y se continúa la suplementación entre sesenta y noventa días más dependiendo del peso y la edad de los mismos. Muchos productores realizan el destete precoz en momentos coyunturales como durante una sequía, cuando las vacas presentan muy baja condición corporal o en vaquillonas de primera cría.

El destete precoz presenta un gran impacto en la tasa de preñez. Tenemos un ejemplo de vacas primíparas de baja condición corporal que lograron 78% de preñez con destete precoz y vacas "control" que alcanzaron apenas 33%. Por otro lado, en mejor estado corporal, el DP logró que se alcanzara un 100% de preñez y las "control" en el mismo estado, 44%. En resumen, el destete precoz tiene un alto impacto en la tasa de preñez y es absolutamente consistente. En un análisis de 3 años sobre vacas de primera cría, se observó que veintinueve días después de realizado el destete precoz aproximadamente el 80% ya había ovulado.

Respecto a la tasa de ganancia de los terneros se ha reportado que, si el destete precoz está correctamente realizado, las tasas de ganancia de los terneros deben ser adecuadas, similares que al pie de la madre o levemente inferiores.



Cuando pasamos al destete temporario con tablilla nasal (una tecnología sobre la que Uruguay ha generado muchísima información y donde los productores la utilizan mucho) la edad de los terneros a la que se recomienda colocar la tablilla es más de 55 días, un peso vivo de 60 kg y la duración de la postura de la tablilla puede variar entre 11 y 14 días. El destete temporario con tablilla nasal está muy documentado, tanto por INIA, como por UdelaR (Facultad de Agronomía, Veterinaria), se ha trabajado en diferentes categorías, en diferentes condiciones corporales y se ha evaluado el desempeño productivo y reproductivo de las vacas y de los terneros. O sea, hay muchísima información, escapa a este bloque poder dar todos los detalles de la información generada y lo que sí hemos incorporado en los últimos experimentos es algún análisis un poco más profundo, tratando de ver el área metabólica y hormonal para entender cómo funcionan los mecanismos (Quintans y col., 2010).

Cabe referir la caída de la producción de leche que se produce cuando colocamos la tablilla nasal, datos que se comenzaron a generar en el año 2006 ordeñando las vacas de nuestros experimentos. La caída de producción de leche es muy alta, pero después se recupera, siempre y cuando la condición corporal de la vaca no sea muy baja. Los valores de producción de leche pueden llegar a caer al diez por ciento de producción durante el uso de la tablilla. Lo que ha sido muy novedoso, y generado en Uruguay, que nos interesa remarcar es que ese destete temporario incrementa la concentración de insulina en sangre, que es una hormona que entabla un diálogo muy importante entre la nutrición y la reproducción, o sea, que se está enviando una señal muy fuerte al eje reproductivo.

Otra herramienta que no se puede dejar de nombrar, porque es relativamente nueva, es el diagnóstico de actividad ovárica (DAO) que se realiza en la mitad del entore y que de alguna forma lo que intenta es mirar por dentro que es lo que está pasando en las vacas. La clasificación de los animales se hace en preñadas si se observa el embrión, en ciclando si se observa un cuerpo lúteo y en anestro si no vemos ninguna de las dos estructuras anteriores. Dentro del anestro se pueden clasificar las vacas en superficial y profundo, dependiendo del tamaño de los folículos ováricos (Quintans y col., 2008b). La aplicación del destete precoz o temporario en función del DAO es muy importante. Se ha estudiado que cuando se realiza la clasificación anterior en: preñadas, ciclando, anestro superficial (cuando los folículos son mayores a 8 mm) o en anestro profundo (cuando los folículos son menores a 8 mm) las vacas tendrán distintas respuestas según el tratamiento que se aplique. En resumen, si las vacas se encuentran en un anestro superficial, el destete temporario es una herramienta adecuada para inducir la ovulación. Si se encuentran en un anestro profundo, un destete precoz es la herramienta que nos permite sacar de ese tipo de anestro de forma rápida a esos animales.

Otra área de trabajo fue el efecto del nivel nutricional en el parto y su efecto en el desempeño productivo posterior. Se realizaron experimentos con suplementación parto y con asignación de forraje diferente en el pre y en el postparto (Scarsi y col., 2013ab; Briano y col., 2013).

Son experimentos muy largos (también documentados), en los que se evaluó todas estas herramientas. En resumen, en base a los resultados obtenidos en esta línea de trabajo se podría aseverar que una suplementación de corta duración (más o menos treinta o cuarenta días antes del parto), en vacas multíparas, disminuye la duración del anestro posparto y no afecta el peso vivo de los terneros al nacer (elemento muy importante e interesante para aplicar una suplementación antes del parto). Por otra parte, es muy importante remarcar que en las vacas primíparas no funciona de esta forma, es decir, que no se encontraron efectos positivos sobre aspectos reproductivos. Se puede sugerir que esta suplementación corta no sería suficiente para mejorar la tasa de preñez en esta categoría de animales que aun están en fase de crecimiento.

Por lo tanto, y tratando de resumir, se puede decir que algunas tecnologías de aplicación estratégica, luego de su conocimiento y de la aprobación por parte del productor, se comienzan a incorporar como estructurales. Algunos ejemplos, que los productores van incorporando y haciendo, de alguna manera, estructurales, pueden ser el destete precoz en vacas primíparas, la parición de las vacas primíparas sobre Lotus Rincón o el diagnóstico de actividad ovárica.

Para terminar el bloque de tecnologías veremos si existen tecnologías de costo cero. Creemos que las tecnologías de costo cero tienen un alto costo intelectual, por lo tanto requieren de mucho conocimiento e información, veremos solamente algunos ejemplos: el biotipo o la raza elegida, la época de entore según la región, el ajuste de la carga o los criterios de selección y genética. A lo mejor, cambiar la época de entore de dos meses para adelante o para atrás no nos genera un costo, pero sí es una tecnología que necesita un fuerte conocimiento y respaldo técnico o de experiencia para poder tomar las decisiones.

Para finalizar, teniendo en cuenta los aspectos climáticos extremos que suceden de manera muy frecuente (como es pasar de sequías a inundaciones) y, que de alguna forma, tenemos que enfrentarnos a eso, debemos saber cómo manejarlo. Es importante saber que existen tecnologías para mitigar las adversidades climáticas. Un ejemplo es el del 2006, un año de mucha seca, cuando el Doctor Emilio Machado de Rocha trajo esta información al taller de preñez. Existió una zona afectada fuertemente por la sequía y sin embargo los porcentajes de preñez fueron realmente muy diferentes entre predios. Los mismos fueron de 92, 85, 42, 48 por ciento, por citar algunos ejemplos. Estas diferencias se basaron en las tecnologías utilizadas y también cuán ordenado estaba ese rodeo en su historia de manejo. Es decir, que cuando uno trabaja bien su rodeo y aplica bien las tecnologías ante una sequía, la misma puede ser mitigada de mejor forma que si nos encuentra con un rodeo desordenado.

Para terminar, recordar que en más del 90% de las empresas hay mucho por avanzar en base a medidas de manejo de bajo costo (que son las tecnologías de proceso), que permiten mejorar los procreos y el resultado final, cualquiera sea la coyuntura económica. Hay mucho para trabajar en los predios criadores, es un sistema complejo, los técnicos tienen que estar capacitados para enfrentar este tipo de sistema donde el que toma la decisión es una persona; o sea, que nunca olvidar que, si bien trabajamos con vacas y pasto, lo más importante es que trabajamos con personas, quienes en definitiva toman las decisiones.

## Bibliografía

BRIANO, C., SCARSI, A., VELAZCO, J.I., BAKKER, M., BANCHERO, G., MEIKLE, A. y QUINTANS, G., 2013. Alta y baja asignación de forraje antes del parto: efecto sobre variables productivas y reproductivas. Resultados preliminares. ST 208: 175-186

JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA, C., PITTALUGA, O. y QUINTANS, G., 2008. Impacto de la mejora nutricional posparto junto a un destete temporario sobre la tasa de preñez en vacas Braford primíparas. ST 174, INIA, 147-152.

QUINTANS, G, JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA, C., VELAZCO, J.I, VÁZQUEZ, A. I., 2008a. Evaluación del destete a corral por 14 días sobre el desempeño reproductivo en vacas de carne primíparas y múltiparas y el crecimiento de sus terneros. ST 174, INIA, 153-164.

QUINTANS, G., JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA, C., VELAZCO, J.I, ROIG, G., BRIANO, D., LÓPEZ, J.A., VIANA, S., PEREYRA, F. y LÓPEZ-MAZZ, C., 2008b. Efecto del destete temporario en función de la actividad ovárica sobre el porcentaje de preñez en vacas múltiparas y primíparas. ST 174, INIA, 165-171.


QUINTANS, G., BANCHERO, G., CARRIQUIRY, M., López, C., BALDI, F., 2010. Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *Animal Production Science* 50 (10):931-938.

SCARSI, A. y QUINTANS, G., 2013. Manejo nutricional antes del parto en vacas múltiparas y primíparas: enfoques de una línea de investigación. ST 208: 135-146

SCARSI, A., VELAZCO, J. I., BANCHERO, G. y QUINTANS, G., 2013a. Suplementación de corta duración antes del parto en vacas múltiparas. ST 208: 147-160

SCARSI, A., VELAZCO, J. I., BANCHERO, G. y QUINTANS, G., 2013b. Suplementación de corta duración antes del parto en vacas primíparas. ST 208: 161-174.

SHORT, R.E., BELLOWS, R.A., STAIGMILLER, R.B., BERARDINELLI, J.G. and CUSTER, E.E., 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, 68: 799-816.



## MODELIZACIÓN DE UNA EXPLOTACIÓN GANADERA EXTENSIVA (Parte I)

Ing. Agr. PhD. Francisco Dieguez  
Instituto Plan Agropecuario (IPA)

El modelo MEGanE es el modelo de una explotación ganadera extensiva. En primera instancia, se presentarán algunas generalidades sobre este modelo, un diagrama de cómo funciona y luego una planilla electrónica que tiene el modelo para poder realizar simulaciones.

El MEGanE es un modelo matemático ya que relaciona diferentes factores para obtener un resultado o el valor de una variable. Es decir, la relación entre componentes es una relación matemática con fórmulas matemáticas.

Es, también, un modelo dinámico ya que el tiempo es una variable explícitamente considerada, el modelo va a evolucionar en el tiempo, por lo tanto el valor de las variables que describen los componentes (altura del pasto y peso de los animales) se va a modificar, esto hace que el tiempo sea una variable de interés.

Se considera, además, un modelo determinístico, es decir que no se basa en probabilidades. Cómo empieza una simulación y cómo termina va a ser siempre igual en la medida de que las condiciones iniciales siempre sean las mismas, por ejemplo, si empezamos una simulación con una altura de pasto de siete centímetros y animales de trescientos ochenta kilos; siempre que empecemos una simulación en esas condiciones el resultado de la evolución, al mantener los mismos parámetros, va a ser el mismo.

Se trata de un modelo empírico ya que reproduce las relaciones entre los componentes a partir de observaciones experimentales y referencias locales. Además, es un modelo

participativo, se entabla comunicación con los productores y técnicos de la zona para alimentar el funcionamiento del modelo sin profundizar en los procesos, es decir que con las relaciones empíricas tal cual ocurren en la naturaleza. El modelo no va a implicar, por ejemplo, fermentación ruminal, fotosíntesis o como las plantas toman nutrientes del suelo, directamente va a relacionar variables empíricas: la altura del pasto y el peso de los animales.

Parte de la característica de participativo se la da el haber sido desarrollado a partir de un Fondo de Producción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) financiado por el INIA, el FPTA 286 donde interesaba ver diferentes estrategias de adaptación a la sequía y donde era necesario hacer un modelo más o menos robusto en un aspecto biofísico de la producción. Actualmente, se está participando en la segunda edición del programa "Integrando Conocimientos" del Plan Agropecuario, a través del mismo se busca desarrollar éste tipo de herramientas para apoyar a la toma de decisiones con los productores.

Centrándose en el diagrama del modelo uno de los componentes, como se destacó antes, es la altura del pasto expresada en centímetros, esta es una variable de fácil comprensión a diferencia de, por ejemplo, los kilos de la materia seca por hectárea. El hablar de altura del pasto en centímetros permite facilitar la comunicación con otras personas.

La primera pregunta para la realización del modelo es: "¿cómo crece el pasto?". Con una curva sigmoidea o logística donde el máximo que está representado con una línea punteada o valor K (gráfica en el centro superior de la figura), el valor asíntota de esa curva va a estar dado por las diferentes estaciones o diferentes meses en función de las horas luz, por ejemplo, y características de la pastura.

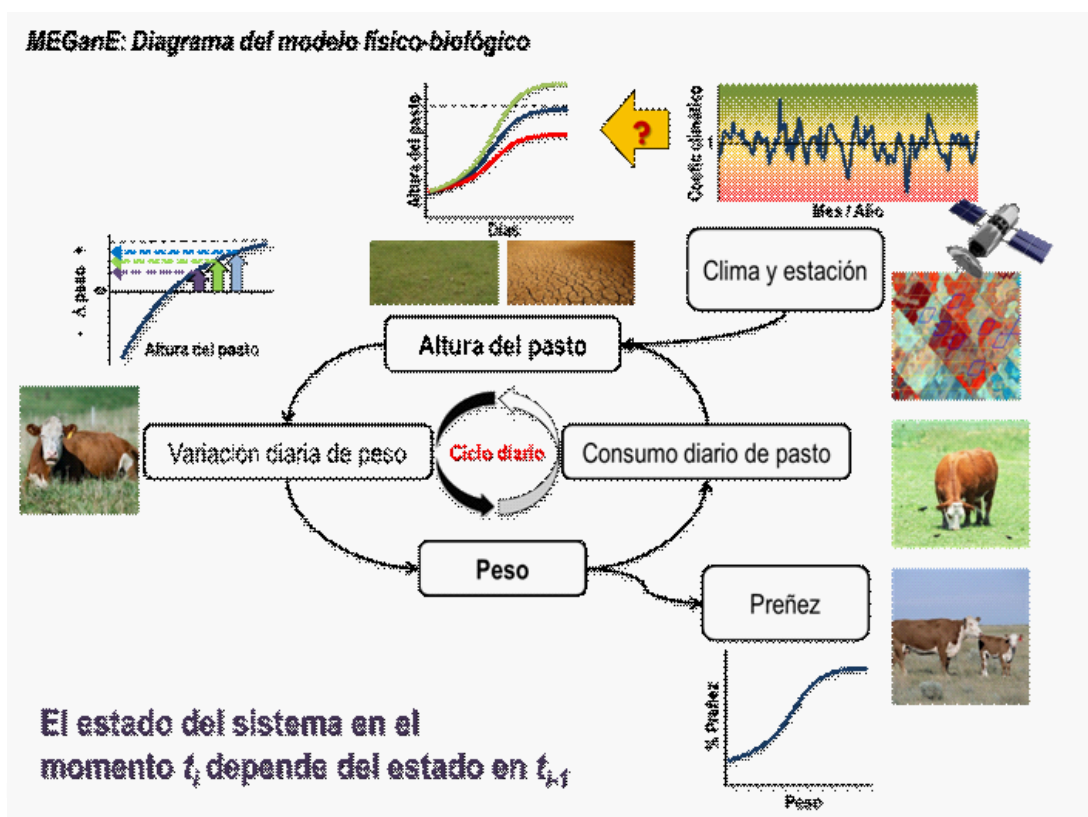


Figura 1. Diagrama del modelo físico - biológico.

Otra pregunta es: “¿qué factores pueden modificar el crecimiento del pasto modelado con la curva logística?”, la estación va a afectar ese crecimiento máximo del pasto. Allí lo que estaríamos viendo es un potrero cerrado sin animales, como crece a partir de un corte, por ejemplo hicimos un corte a tres centímetros y lo dejamos evolucionar una estación y el clima.

Para simular diferentes climas, se considera un “coeficiente climático” donde el valor 1 va a representar un valor promedio de la estación. Cada vez que se quiera realizar una simulación con los valores promedio se debe poner un valor 1 como coeficiente climático, es como un porcentaje pero con base 1 en lugar de 100. De esta manera, un valor inferior a uno va a ser porcentualmente una reducción a la tasa de crecimiento del pasto y un valor superior a 1, por ejemplo 1,2, quiere decir que es un 20% más del promedio de crecimiento de pasto para cada mes (es decir 120%). Un valor inferior por ejemplo 0,8 quiere decir que el crecimiento de la pastura es un 80% del promedio para cada mes considerado (ver gráfica superior derecha de la figura).

Entonces, ¿cómo va a afectar el clima al crecimiento del pasto?, valores por debajo de 1 van a implicar menores crecimientos, es decir, ese valor  $K$  o máximo, asíntota va a disminuirse con climas “malos” -inferiores al promedio- y con tasa de crecimiento superiores al promedio ese valor asíntótico va a ser más elevado, con la oferta de forraje expresada en centímetros de pasto se obtiene un crecimiento o variación de peso o ganancia de peso diaria, ganancia media diaria en términos de uso técnico, y ahí se obtiene que hay una altura de pasto que se fija en cinco centímetros donde la curva azul (en la gráfica de la izquierda de peso en función de la altura del pasto) que va creciendo, que también es asíntótica, que llega a una ganancia máxima por estación. Esa misma curva corta el eje equis (el eje de abscisas) lo que implica que son animales en mantenimiento. Por ejemplo, en cinco centímetros de pasto estaría cortando ese eje equis en 0, valores por arriba de cinco centímetros implica ganancias de peso y valores por debajo de cinco centímetros pérdida de peso. La curva lo que va diciendo es que hasta un máximo de ganancia de peso estacional -más o menos unos quinientos gramos- es lo que se puede lograr en campo natural.

El modelo está trabajado siempre sobre campo natural, entonces a diferentes alturas de pasto se obtienen diferentes ganancias (o pérdidas) de peso. La variación diaria de peso va a afectar a otra variable que es la que mide el modelo, que es el peso de los animales.

Lo que vincula la altura del pasto con la variación de peso es el consumo. Para hallarlo se hace la cuenta al revés, por ejemplo, para haber ganado trescientos gramos por día, debe de haber consumido “ $x$ ” cantidad de pasto, se hace la cuenta y da, por ejemplo, 7 kilos de materia seca, que corresponden con “ $y$ ” milímetros de pasto, porque la variable que describe la altura del pasto se expresa en centímetros.

Entonces lo que va a hacer el modelo es descontarle diariamente a la altura de pasto lo que creció y lo que fue consumido por los animales. Decíamos que es un modelo dinámico, es decir que evoluciona con el tiempo donde el estado del sistema en un momento cualquiera, por ejemplo, en el día 78 depende del estado del día 77, el 77 del 76 y así hasta el primer día. Por eso es un modelo dinámico porque es difícil de predecir para un momento dado cual va a ser el estado del sistema, para eso sirve la simulación realizada y desarrollada en el tiempo.

En un momento dado, como es un sistema de cría lo que se estaría representando, va a interesar preñar a esos animales y la preñez va a estar determinada por el peso también con un modelo de tipo logístico (gráfica inferior derecha en la figura). Normalmente en este tipo de gráfica lo que se ve es que esté la condición corporal, el lugar del peso vivo pero en la caricatura, en el modelo se puede hacer una relación lineal entre peso y relación corporal. En la realidad los animales son diferentes y el estado de reserva va a ser diferente; no se relaciona directamente con el peso vivo, pero en el modelo la condición corporal es una

función lineal del peso vivo, por lo tanto se puede hacer este tipo de cálculos de preñez en función del peso.

Así queda representada la dinámica del modelo (ver figura 1) y la dinámica es como un balance forrajero diario donde el pasto crece, es consumido y la situación final de un día es la inicial del día siguiente. Esto se repite y en un momento, en una estación, se va a querer preñar esos animales y el resultado de preñez va a ser el resultado de la evolución de peso de los animales en interacción con el crecimiento de las pasturas.

Por más información sobre el MEGanE está como referencia y material de lectura complementaria un artículo publicado en la Revista Agro Ciencia- Facultad de Agronomía y una publicación que se realizó a partir del FPTA 286 sobre el impacto de la sequía y estrategia de adaptación a la sequía en ganaderos.

## Bibliografía

DIEGUEZ, Francisco. Modelización de una explotación ganadera extensiva criadora en basalto.  
<http://www.fagro.edu.uy/~agrocienza/index.php/directorio/article/view/653/549>

BARTABURU, Danilo y AVIAGA, Rómulo. Nuevas herramientas para la gestión predial:  
 Uso de modelos de simulación.  
[http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R145/R\\_145\\_20.pdf](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R145/R_145_20.pdf)

Plan Agropecuario. Evaluación de una metodología de modelación y simulación participativa para contribuir a la comprensión y comunicación del fenómeno de la sequía y mejorar la capacidad de adaptación de productores ganaderos del Basalto.  
[http://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/18\\_simulacion.pdf](http://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/18_simulacion.pdf)

## MODELIZACIÓN DE UNA EXPLOTACIÓN GANADERA EXTENSIVA - (Parte II)

Ing. Agr. PhD. Francisco Dieguez  
Instituto Plan Agropecuario (IPA)

### Introducción

Para comenzar, cabe recordar que se trata de un modelo matemático por lo que la forma más natural o intuitiva de implementar este tipo de modelos es con planillas electrónicas. El MEGanE en sí no es una planilla electrónica sino que es el modelo matemático que está dentro de la planilla, también se implementó el mismo modelo en otras plataformas para, por ejemplo, operar con él directamente en internet.

Al iniciar la planilla electrónica se encuentra una pantalla donde aparece una zona de ingreso de datos (ver figura 1).

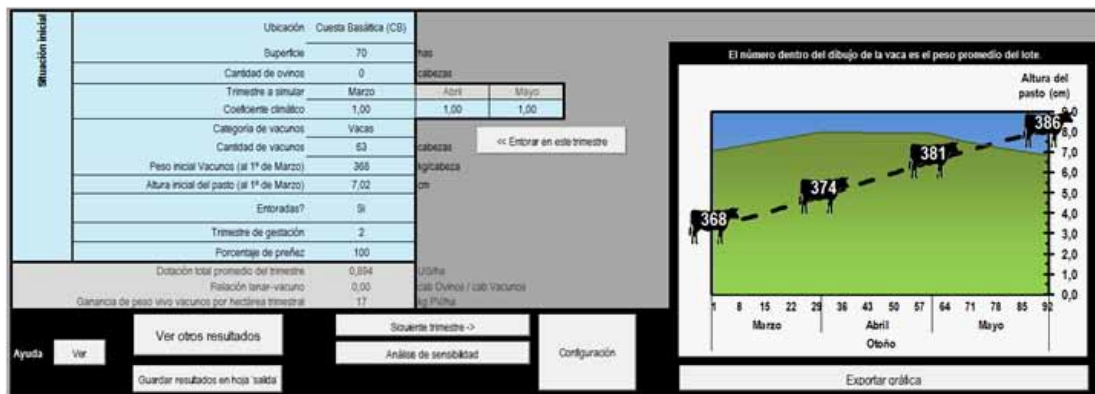


Figura 1

Los datos iniciales (input) se ingresan en el área de color celeste a la izquierda. A la derecha se encuentra una gráfica que trata de representar las variables altura del pasto y peso de los animales. Entonces, a la izquierda queda la entrada de datos, la situación inicial a simular y la evolución trimestral.

Cada hoja de la planilla lo que va a plantear es la evolución de la altura del pasto y el peso de los animales en forma trimestral a partir del mes del que se quiera comenzar. Lo que se ve como primer resultado es una gráfica con siluetas de vacas con un número que corresponde al peso vivo de los animales y una silueta rellena en verde que representa la evolución de la altura del pasto. A la derecha está la escala a centímetros de la altura del pasto.



### Simulación

Lo primero es seleccionar una ubicación para cargar los datos de tasa de crecimiento de la pastura. Donde dice “ubicación” se debe seleccionar una región de interés dentro de la lista desplegable, por ejemplo, la Cuesta Basáltica, la planilla automáticamente carga los datos del crecimiento de la pastura del laboratorio regional de teledetección de la Universidad de Buenos Aires (LART). En este caso funciona como “caja negra” al seleccionar una región predeterminada.

Existe la opción de hacer una simulación personalizada, ingresando información propia, se accede mediante “personalizado” en la lista desplegable (ver figura 2).

Situación inicial	Ubicación	Personalizado	< Recuerde realizar en la hoja de calibración	
	Superficie	Cuesta Basáltica (CB)		
	Cantidad de ovinos	Colinas del Este (CE)		
	Trimestre a simular	Centro Sur (CS)	Abril	Mayo
	Coefficiente climático	Cuenca Sedimentaria Lito	1,00	1,00
	Categoría de vacunos	Cuenca Sedimentaria Nor		
	Cantidad de vacunos	Sierras del Este (SE)	<< Entorazar en este mes	
	Peso inicial Vacunos (al 1º de Marzo)	Sistema de Planicies (SP)		
	Altura inicial del pasto (al 1º de Marzo)	Personalizado		
	Entoradas?			
	Trimestre de gestación			
	Porcentaje de preñez			
	Dotación total promedio del trimestre		0,895	UG/ha
Relación lanar-vacuno		0,00	cab Ovinos / cab Vacunos	
Ganancia de peso vivo vacunos por hectárea trimestral		18	kg PV/ha	

Figura 2

Al elegir esa opción aparece un cartel que indica: “Recuerde realizar en la hoja de calibración el ajuste de los datos en la tasa de crecimiento”. Abajo se encuentra una pestaña que dice “calibración”, en esa hoja está mes a mes la tasa de crecimiento de la materia seca de la pastura (ver figura 3).

Introduzca los datos de la planilla LART de la Tasa de crecimiento de materia seca (TCMS)

↓

TCMS (kgMS/ha/d)	
Enero	18,28
Febrero	17,58
Marzo	14,02
Abril	9,35
Mayo	6,13
Junio	4,53
Julio	4,54
Agosto	5,73
Septiembre	9,16
Octubre	14,29
Noviembre	18,10
Diciembre	19,52

Figura 3

O sea que se puede usar otra fuente de información, que haya en publicaciones de Facultad de Agronomía, del INIA o de cualquier otro origen que sea posible utilizar, siempre y cuando sea sobre campo natural, ya que sobre pasturas sembradas no está aún calibrado el modelo así que, en principio, está pensado para trabajar con campo natural.

En la hoja “calibración” lo que aparece es el promedio para cada mes de los kilos de materia seca por hectárea por día, esta va a ser la información con la que va a trabajar la planilla. Representando un campo natural estival los meses fríos tienen cuatro con cincuenta kilos de materia seca por hectárea por día y los meses cálidos puede llegar a veinte. Se puede variar a voluntad este valor y estos cambios van a repercutir en la hoja que se está trabajando (hoja 1). El cambio que se realice en esa hoja “calibración” va a afectar los resultados en la hoja de la simulación (hoja 1). Entonces, se puede elegir por defecto una región si no se conocen los datos de crecimiento de materia seca y si se conocen se realiza una simulación personalizada.

En la hoja 1, debajo de donde dice “ubicación” aparece el ítem que dice “superficie”, donde va la superficie del potrero que se quiera simular.

Conceptualmente la planilla trabaja con un potrero, una categoría, es decir, no se pone toda la superficie del predio si no la de un solo potrero. De lo contrario, si se coloca la superficie total del predio se debe pensar como si existiera solamente una categoría. Esa es una de las limitantes de la versión en planilla electrónica pero de todas maneras, permite hacer simulaciones más o menos precisas para un potrero.

Por ejemplo, en una simulación realizada en cincuenta hectáreas en la casilla de “cantidad de ovinos” se puede ingresar el número de cabezas que se quiera, para el caso que se está simulando es cero.

Al ingresar un número de ovinos aparecen unos resultados que dicen “dotación promedio del trimestre” indicando la dotación en unidades ganaderas vacunas y unidades ganaderas ovinas. Entonces para ajustar en dotación de unidades ganaderas se debe cambiar el número tanto de vacunos como de ovinos hasta un valor que interese.

Porcentaje de preñez	100	
Dotación total promedio del trimestre	0,895	UG/ha
Relación lanar-vacuno	0,00	cab Ovinos / cab Vacunos
Ganancia de peso vivo vacunos por hectárea trimestral	18	kg P.V/ha

Figura 4

Siguiendo en el orden de los datos de entrada para simular elegir el “mes inicial”, por ejemplo, en marzo, abril o mayo, cualquier trimestre que se quiera simular y abajo aparece el coeficiente climático (ver figura 5).

Trimestre a simular	Marzo	Abril	Mayo
Coeficiente climático	1,00	1,00	1,00

Figura 5

El coeficiente climático 1 quiere decir que va a tomar los datos promedio de la serie o de la situación que se plantee como personalizada. Si se quiere plantear que la tasa de crecimiento sea un 80% promedio, se escribe 0,8, lo que quiere decir que para marzo en vez de tomar el

valor promedio que se le ingresó en la hoja “personalizado” va a tomar un 80% de ese valor. No es clima expresado como precipitaciones ni como temperatura, sino que simboliza cuánto se quiere (porcentualmente) que se desvíe del promedio los kilos de materia seca.

Siguiendo con el ingreso de datos en la zona de color celeste de la izquierda de la pantalla, se puede elegir una categoría de animales por ejemplo: “vacas”, “vacas con ternero al pie”, “vaquillonas” o “novillos”. Lo que va a hacer la planilla es cambiar la preñez en función del peso porque, evidentemente, las vaquillonas tienen un margen de peso menor para preñarse. Esta simulación se hará con 50 “vacas”. Otro de los datos que se requiere es el peso de los animales. Con el peso de una unidad ganadera, es decir 380kg y 40 animales, por ejemplo, queda una dotación de 0,8 unidades ganaderas.

Hasta el momento los datos ingresados son la ubicación, la superficie, si hay ovinos o no, el trimestre a simular y cómo va a crecer ese pasto, uno normal, menos de uno situaciones desfavorables porcentualmente y más de uno situaciones favorables de crecimiento de pasto, la categoría de animales, el número de animales, el peso y la altura inicial del pasto.

En la zona de ingreso de datos (a la izquierda, en fondo celeste) dice trimestre de gestación y porcentaje de preñez, ¿qué quiere decir esto? Estas vacas en la simulación van a ser vacas que están preñadas y están en su segundo trimestre de gestación, es decir, se hizo un entore de verano y está transcurriendo su segundo trimestre. Cien por ciento de preñez quiere decir que están todas preñadas. Es un lote de cuarenta vacas en cincuenta hectáreas todas preñadas y esas vacas están en su segundo trimestre de gestación. Se puede trabajar con novillos también, para eso lo que hay que hacer es ir a donde está el “trimestre de gestación” y borrarlo o ingresar 0. Lo mismo en “porcentaje de preñez”, ingresar 0. La información de preñez no va a existir, evidentemente.

¿Qué podemos hacer entonces? Simular el trimestre siguiente, del botón que dice “siguiente trimestre” va a aparecer un cartel (ver figura 6).

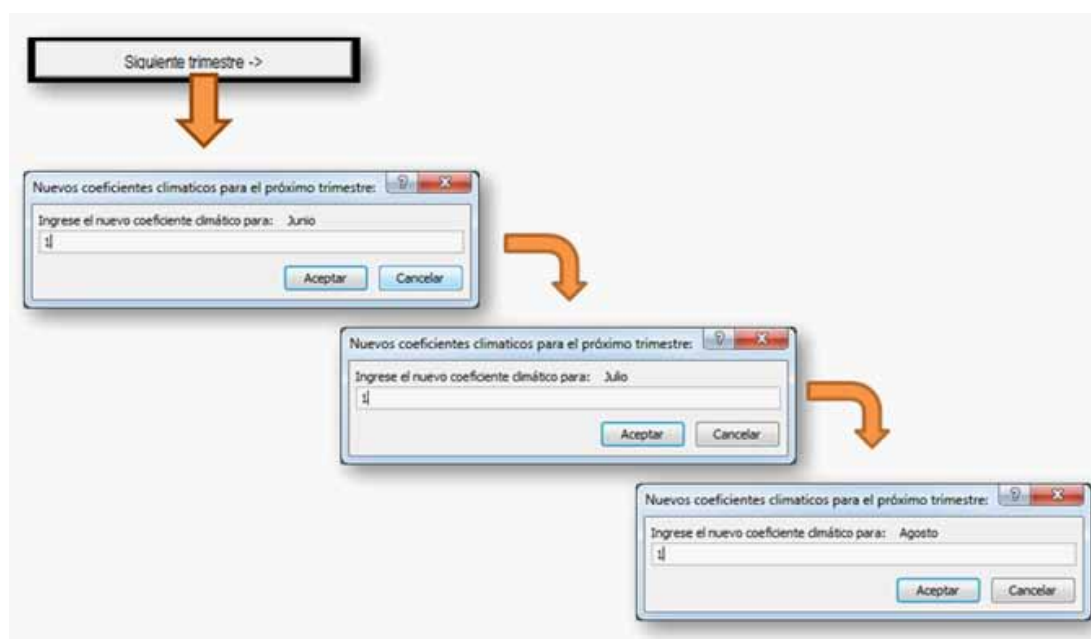
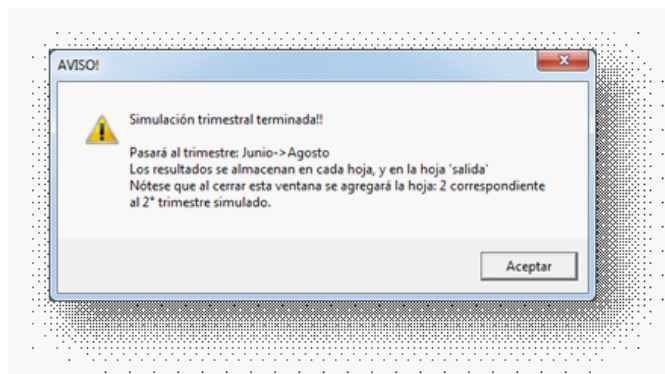


Figura 6

Lo que está pidiendo es el coeficiente climático para el siguiente trimestre, para la simulación: uno, uno y uno, es decir junio, julio y agosto: 1, 1 y 1. Esto significa que se va a trabajar con el

clima promedio. Como se dijo anteriormente, el coeficiente climático 1 quiere decir que toma el promedio de la serie de datos de tasa de crecimiento de la pastura. Luego de ingresar el coeficiente climático de los tres meses aparece un cartel que dice: “simulación trimestral terminada” (ver figura 7).



**Figura 7**

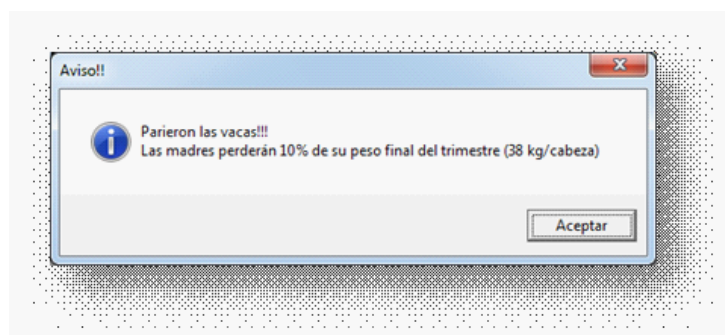
De esta manera se pasa al próximo trimestre (de marzo, abril y mayo a junio, julio y agosto). Los resultados del trimestre simulado anteriormente se van a almacenar en cada hoja correspondiente al trimestre (en el ejemplo, es el primer trimestre, por lo tanto la hoja que se llama 1). En el mismo cartel dice: “Nótese que al cerrar esta ventana se agregará la hoja 2 correspondiente al segundo trimestre simulado” (ver figura 7). Al aceptar efectivamente aparece una hoja 1 que es la que se estaba trabajando y la hoja 2 que corresponde al segundo trimestre.

En la hoja 2 está el coeficiente climático que se había puesto anteriormente. Se puede cambiar manualmente en esa misma hoja, por ejemplo ingresando 1.2 de coeficiente climático, lo quiere decir que es un veinte por ciento más de aquel valor de tasa de crecimiento que se había fijado en la hoja calibración, o del promedio que está dentro de la planilla cuando se elige una de las zonas de pasturas que está pregrabada.

La altura inicial de este trimestre debe coincidir con la final del anterior. Para verificarlo, recurrimos a la hoja 1, allí se empezaba con 5 cm., el pasto crecía un poco y terminaba apenas pasando en 5.2 cm. En la hoja 2, que es la correspondiente al segundo trimestre simulado, la altura del pasto empieza pasado de 5 cm. En este punto es necesario prestar atención a las escalas ya que parece que cayeran notablemente los pesos de los animales pero solo perdieron 2 kilos. Empezaron este trimestre con 386 kilos y, volviendo a la hoja 1, deberían terminar con 386 kilos, es decir que la situación final de un trimestre es la inicial del trimestre siguiente.

A continuación aparece un tres en el valor de “trimestre de gestación”, es decir, le agregó automáticamente el siguiente trimestre y esos animales estarían perdiendo 2 kilos en ese invierno.

Al avanzar un trimestre con el botón “siguiente trimestre” se encuentra la evolución en un paso más de tiempo. Ingresando 1 en el coeficiente climático de setiembre, 1 de octubre y 1 de noviembre toma el promedio de la serie de la tasa de crecimiento del pasto. El siguiente paso en el proceso es la aparición de un cartel que indica que parieron las vacas (ver figura 8).



**Figura 8**

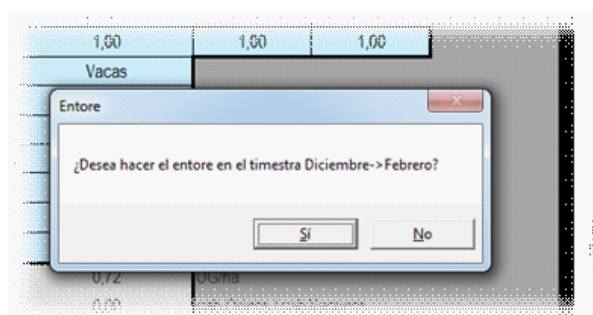
Entonces, como se estaba finalizando con el tercer trimestre de gestación corresponde que en el próximo trimestre a simular esos animales ya estén paridos, al aceptar aparece un cartel similar al anterior que dice “simulación trimestral terminada”, se va a pasar al otro trimestre (setiembre, octubre, noviembre) los resultados van a aparecer en la hoja 3 y se acumulará en la hoja salida, luego se profundizará sobre eso.

Al aceptar el comienzo de un nuevo trimestre aparece una tercera hoja. Hasta el momento hay una hoja con el primer trimestre simulado (hoja 1), una con el segundo trimestre (hoja 2) y ahora una nueva hoja con el tercer trimestre (hoja 3). En esa hoja aparece el coeficiente climático que se había ingresado para setiembre, octubre, noviembre. Aquí también le habíamos ingresado 1, 1, 1. Pueden variar si se quiere poner, por ejemplo, una primavera mala, en ese caso se podría poner 0.7. No hay mucha referencia acerca de estos valores de “bueno” o “malo”, es decir, cuando se quiere castigar o beneficiar el crecimiento del pasto porcentualmente con respecto a su promedio (mediante el coeficiente climático).

En la hoja 3, se podrá ver que ahora son vacas con ternero al pie porque recién parieron, aparece que no están entoradas, trimestre de gestación cero y porcentaje de preñez no evaluado porque ya parieron estos animales.

Se puede simular un trimestre más, para terminar un año en la simulación. Se comienza con 1, 1 y 1 en el coeficiente climático, es decir, que la simulación es ahora para el trimestre diciembre, enero y febrero, para cerrar el año con un año normal.

Aparece una ventana que pregunta si se desea hacer el entore en el trimestre diciembre-febrero (ver figura 9), es decir, si en el siguiente trimestre a simularse va a entorar a las vacas.



**Figura 9**

Luego de dar clic en “sí” aparece una indicación diciendo que la preñez resultante es 50%, se preñaron la mitad de los animales que se entoraron. Sin dudas que esta situación va a depender de los valores que se van poniendo, por ejemplo si hubo una situación de crecimiento desfavorable de pasto a lo largo de la simulación, y va a depender, en consecuencia, de la evolución de peso que es lo que va a determinar esa baja preñez. Se cierra la ventana de información del entore y luego aparece la nueva información de finalización de la nueva simulación trimestral. Aparece la hoja 4 para completar el año.

Conviene no hacer simulaciones de más de un año porque el criterio es “una categoría en un potrero” y no sería una situación normal que una categoría pase todo el año en el mismo potrero. Generalmente, se trabaja trimestralmente y se va ajustando, en esta versión no conviene hacer simulaciones mucho más largas que un año.

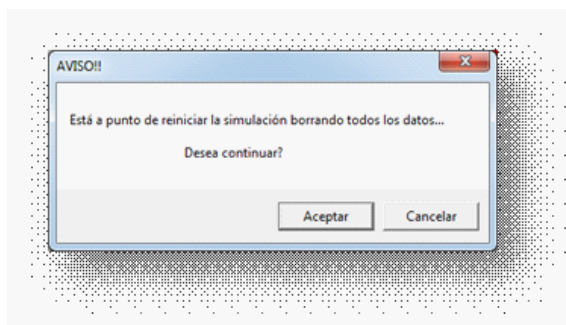
Anteriormente se veía que en la hoja “salida” se van a ir acumulando los resultados promedio. Lo que encontramos en esa hoja es la información resumida de los datos trimestrales (ver figura 10).

Fecha y hora de simulación	08/may/12, 24:16	08/may/12, 24:34	08/may/12, 25:31	08/may/12, 29:56
nro iteración	1	2	3	4
Ubicación	Simentaria Litoral	Climentaria Litoral	Climentaria Litoral	Climentaria Litoral
Superficie (ha)	50	50	50	50
Cantidad de ovinos (cabezas)	0	0	0	0
Trimestre simulado	Mar-Abr	Jun-Jul	Ag-Set	Oct-Dic
Coefficiente climático promedio trimestral	1,00	1,00	1,00	1,00
Categoría de Vacunos	Vacas	Vacas	Vacas	Vacas
Cantidad de vacunos (cabezas)	32	32	32	32
Peso Vacunos al inicio del trimestre (kg/cabeza)	320	333	345	375
Altura inicial del pasto (cm)	5,0	7,3	6,4	12,0
Entorados?	No	No	No	1
Trimestre de gestación				
Preñez (%)				87
Peso vivo Vacunos promedio trimestral (kg/cab)	325	339	357	393
Peso vivo Vacunos al final del trimestre (kg/cab)	333	345	375	413
Altura del pasto al final del trimestre (cm)	7,3	6,4	12,0	17,2
Altura del pasto promedio trimestral (cm)	6,8	6,5	8,8	15,1
Disponibilidad MS por ha promedio trimestral (kg MS/ha)	1221	1169	1562	2726
Tasa de crecimiento diaria (kg MS/día)	9,2	3,1	16,7	16,5
Condición Corporal Vacunos inicial del trimestre (puntos)	2,50	2,83	3,13	3,88
Condición Corporal Vacunos al final del trimestre (puntos)	2,83	3,13	3,88	4,83
Condición Corporal Vacunos promedio del trimestre (puntos)	2,63	2,98	3,43	4,33
Asignación de forraje Vacunos promedio trimestral (% kgMS/kg Peso total)	3,75	3,45	4,44	6,91
Ganancia de peso Vacunos por animal trimestral (kg/cabeza/trimestre)	13	12	30	38
Ganancia diaria de peso Vacunos promedio trimestral (kg/cabeza/día)	0,146	0,130	0,285	0,394
Eficiencia de conversión Vacunos promedio trimestral (kg consumo/kg ganado)	80,0	59,2	34,3	24,8
Eficiencia de cosecha total promedio trimestral (kg consumo/kg producido)	39,0	41,0	37,0	23,0
Carga total inicial (kg P/ha)	205	213	221	240
Carga total al final del trimestre (kg/ha)	213	221	240	264
Carga total promedio del trimestre (kg/ha)	208	217	229	252
Dotación total inicial (UG/ha)	0,54	0,56	0,58	0,63
Dotación total al final del trimestre (UG/ha)	0,56	0,58	0,63	0,68
Dotación total promedio del trimestre (UG/ha)	0,55	0,57	0,60	0,66
Relación lanar/vacuno (cab Ovinos / cab Vacunos)	0,00	0,00	0,00	0,00
Ganancia peso vivo vacunos por hectárea trimestral (kg P/ha)	0	0	10	24

Figura 10

Estos datos trimestrales pueden ser qué categorías de animales se trata, indicar que parieron en el tercer trimestre y que por lo tanto son vacas con ternero al pie. También está el número de animales, el peso promedio de cada trimestre, la altura del pasto promedio y aparece un conjunto de otros indicadores que puede interesar, por ejemplo, la evolución de la condición corporal, la eficiencia de cosecha, la carga animal en kilos por hectárea, unidades ganaderas, etc.; un montón de información que va a quedar registrada a medida que se hace la simulación.

Al final se obtiene las cuatro hojas, correspondientes a los cuatro semestres simulados, y en la hoja salida el resumen de toda la información. En esta hoja se puede ver un botón que dice “reiniciar simulación” (ver figura 11) que al darle aceptar se borra todo y queda como al principio con una hoja que dice uno hacia abajo y una situación inicial.



**Figura 11**

Otra forma sencilla de reiniciar, en caso de haber cometido un error o no estar seguro de haber hecho el procedimiento correctamente, es cerrar la planilla sin guardar los cambios y volver a abrir.

Las gráficas se pueden copiar con el botón “exportar gráfica”, se va a guardar esa gráfica con un nombre personalizado, con formato de imagen para que pueda ser usada en un informe o reporte.

En síntesis, el MEGanE, si bien está validado y trabajado en la zona de basalto con productores y técnicos de la zona, puede reproducir con cierta precisión la respuesta productiva de una explotación ganadera extensiva, y eso quiere decir sobre campo natural básicamente, en diferentes regiones del país, a partir de datos de crecimiento del pasto que es la información que necesita el modelo para funcionar.

Nos interesa que algunos resultados como ser el consumo, la utilización de forraje y la misma preñez son una salida del modelo y no una entrada al sistema. Muchas veces se debe hacer una presupuestación forrajera y, por ejemplo, se debe asumir qué consumo tienen los animales, o qué preñez va a haber, cuando, en realidad, estos parámetros son una salida del sistema. En el MEGanE estos parámetros son resultados o salidas, no son entradas, eso facilita el manejo de la información del usuario. Como se pudo ver a lo largo de las simulaciones los datos a ingresar son muy sencillos: el número de animales, la categoría, la superficie, la altura de pasto inicial; y el modelo después funciona solo.

Por otra parte, se incluye ese coeficiente climático que posibilita generar escenarios con respecto al clima, la principal incertidumbre es ¿qué valor nosotros ponemos de coeficiente climático? Pero se trata de información a futuro, no se puede saber con exactitud de antemano, sí podemos tener algún criterio como un histórico o datos que se encuentre en bibliografía de cuánto se desvía del promedio en años particulares, en años de sequía, la tasa de crecimiento, como valores límites podemos hablar de un 0.6 (60%) del crecimiento del pasto. Pero pueden ser valores mucho menores en años complicados. Eso permite generar escenarios de máximo o de mínimo crecimiento del pasto y por ende la repercusión en productividad de carne que es lo que nos interesa y en la preñez.

En el MEGanE está prevista la incorporación de otras técnicas, por ejemplo destete precoz, suplementación. Se está trabajando aún, es un modelo que está en desarrollo, no es una versión finalizada pero interesa transmitir que está en construcción con técnicos y productores y por ende son bienvenidos todos los aportes.



## SUSTENTABILIDAD Y RESILIENCIA EN SISTEMAS DE CAMPO NATURAL

Ing. Agr. PhD. Valentín Picasso  
Facultad de Agronomía, Universidad de la República (UDELAR)

### Introducción

El valor ambiental de la producción ganadera con base en campo natural es un tema central para compatibilizar la conservación y la producción sustentable. Los objetivos de este capítulo son introducir nociones básicas sobre indicadores de sustentabilidad; explorar modelos que explican la captura y emisiones de carbono, erosión, consumo energético, balance de nutrientes de los sistemas pastoriles y brindar elementos para aplicar estos conceptos al manejo predial y al diseño de programas de trabajo. Este capítulo se divide en dos secciones: una primera sección de marco conceptual sobre sustentabilidad y resiliencia, y una segunda sección sobre cambio climático, huella de carbono y otros indicadores ambientales de la producción de carne. Finalmente se presentan reflexiones sobre el valor ambiental del campo natural.

### Marco conceptual

#### Dimensiones e indicadores de sustentabilidad

En esta sección se presenta un marco conceptual sobre sustentabilidad y resiliencia. Un sistema de producción sustentable debe incluir requisitos en tres dimensiones: ambiental, social y económica. Esto significa que un sistema de producción puede evaluarse con una lista de características que debe cumplir para ser sustentable. Por ejemplo, un sistema sustentable minimiza la erosión del suelo, no contamina las aguas con nutrientes y tóxicos,



tiene bajas emisiones de gases de efecto invernadero, conserva la biodiversidad natural que en el Uruguay es el ecosistema del campo natural, es eficiente en el uso de recursos como agua, insumos, energía, cuida la salud y el bienestar animal, produce alimentos saludables, nutritivos e inocuos, desde el punto de vista económico es viable para el productor y también para el consumidor, cuida la calidad de vida de los productores y trabajadores de la cadena de producción, y finalmente, es estable, resiliente, o resistente a crisis climáticas y también crisis económicas.

La anterior es una larga lista de variables que se deben evaluar en los sistemas de producción y es importante poder cuantificar estas variables para desarrollar indicadores de sustentabilidad. Los indicadores de sustentabilidad son como los indicadores que existen en el panel de control de un vehículo, que brindan información sobre el estado de situación, y las tendencias a futuro. Según Santiago Sarandón (2002), investigador argentino que ha publicado varios trabajos en indicadores de sustentabilidad, un indicador es una variable que hace claramente perceptible una tendencia o un fenómeno que no es fácilmente detectable; indican aspectos importantes del funcionamiento del sistema; brindan información fundamental para tomar decisiones; deben ser fáciles de interpretar. Sin embargo, los indicadores no explican todo. Los indicadores señalan el estado de situación y dirección a futuro, pero es necesario tener una visión integrada del sistema en su contexto para poder comprenderlos.

La metodología de construcción de indicadores de sustentabilidad (Sarandón y Flores, 2009) plantea una serie de pasos que son:

- 1) establecer el marco conceptual, definir agricultura sustentable, cuáles son los requisitos, cuáles son los criterios para definir un sistema como sustentable;
- 2) definir objetivos de la evaluación, ¿por qué y para qué hacer la evaluación de sustentabilidad? Por ejemplo, para evaluar la sustentabilidad de un predio que hace ganadería en campo natural, es necesario aclarar para qué se busca dicha evaluación. Puede ser para el seguimiento de un proyecto en el marco de políticas que desarrolla el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca;
- 3) caracterizar el sistema a evaluar, definiendo los límites del sistema, por ejemplo, del predio en cuestión. En esta etapa hay que buscar información: mapas, datos, censos, informes previos;
- 4) definir las dimensiones a evaluar, en general, se busca incluir dimensiones ecológica, económica, social, cultural;
- 5) definir categorías de análisis para desarrollar los indicadores; un modelo es, por ejemplo, el enfoque de “Presión, Estado, Respuesta” que se discute a continuación;
- 6) ponderar los indicadores en función de su confiabilidad, importancia, pertinencia;
- 7) finalmente hacer un análisis de pertinencia de estos indicadores.

Todos estos pasos son para construir los indicadores, después sigue la etapa de aplicación de los mismos.

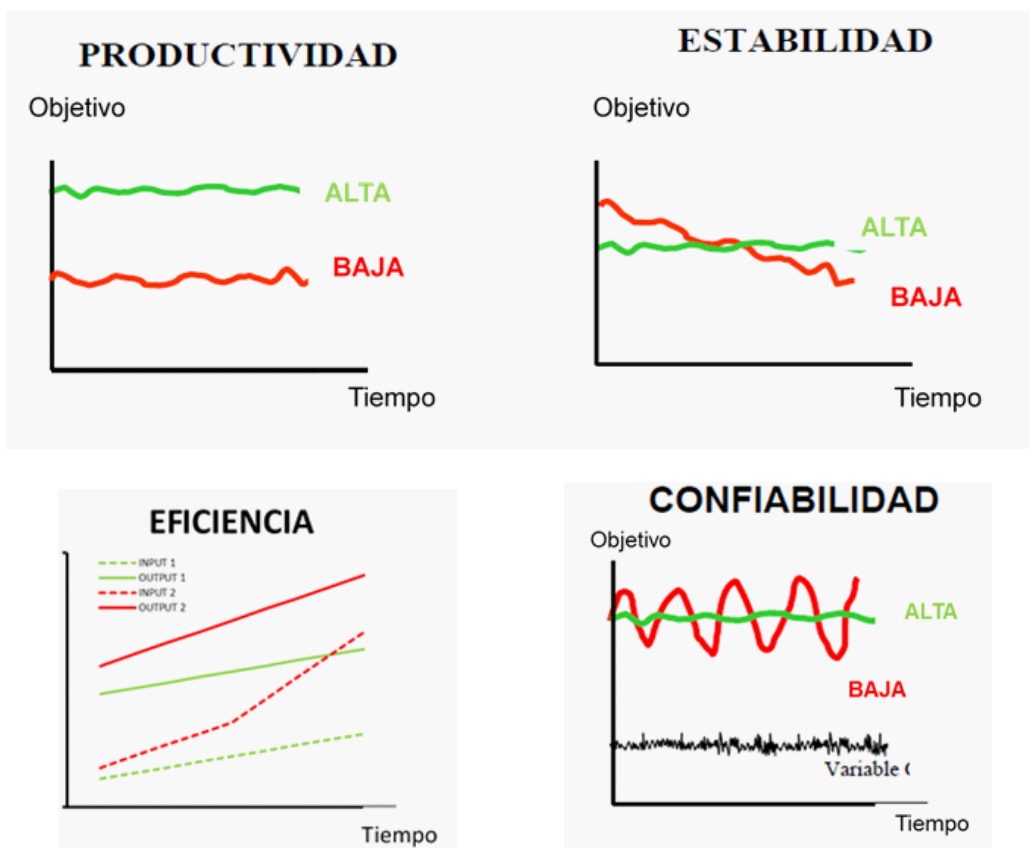
Un enfoque utilizado para caracterizar y construir indicadores que se basa en los conceptos de Presión, Estado y Respuesta. Los indicadores de Presión describen acciones o actividades generadoras de la problemática, es decir, ¿cuál es la presión que un sistema tiene sobre un recurso natural? Por ejemplo, para el caso de un sistema de agricultura puede ser la intensidad del laboreo (siembra directa, laboreo reducido, laboreo convencional); para el caso de la ganadería un indicador de presión puede ser la carga animal o la intensidad del pastoreo. Los indicadores de Estado muestran la situación actual y las tendencias del recurso o del estrato ambiental. Un claro indicador de estado puede ser el nivel de materia orgánica del suelo, que es una medida que se realiza en un momento en el tiempo, e indica cómo está el sistema en ese momento. Finalmente, los indicadores de Respuesta tienen que ver con las acciones realizadas para la atención de una problemática determinada: ¿cómo

responde quien maneja el sistema a la problemática ambiental? Por ejemplo, puede ser que se está desarrollando alguna tecnología para reducir la carga, puede ser alguna tecnología de manejo del pastoreo, puede ser alguna tecnología de reducción del laboreo. Las respuestas se refieren a las respuestas de quienes toman las decisiones en el sistema. Es necesario considerar indicadores tanto de Presión, de Estado, y de Respuesta a la hora de plantear una batería de indicadores de sustentabilidad, y cada uno tiene su uso para diferentes objetivos.

### Atributos de sustentabilidad

Para profundizar en el marco conceptual de la sustentabilidad, es importante definir atributos de la sustentabilidad. Los atributos son las diferentes áreas sobre las cuales la sustentabilidad se puede expresar: productividad, estabilidad, eficiencia, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión (López Ridaura, et al., 2005).

El primer atributo de la sustentabilidad es la productividad; es deseable que un sistema sea suficientemente productivo para que sea sustentable. La productividad se puede medir, por ejemplo, en litros de leche por hectárea, kilos de carne por hectárea, etcétera. En la Figura 1 se presenta una descripción gráfica de los diferentes atributos. El primer gráfico representa la productividad. En el eje “y” está la variable objetivo del sistema (por ejemplo la producción de carne del sistema) y en eje “x” está el tiempo (por ejemplo en años). El sistema de color verde tiene una alta productividad, el sistema de color rojo tiene una baja productividad. Más del 90% de la investigación y del conocimiento técnico de la Agronomía para manejar los sistemas de producción se basa en cómo hacer para pasar de baja productividad a alta productividad. En particular en el manejo de los sistemas ganaderos hay conocimiento sobre cómo pasar de una baja productividad de carne por hectárea a una alta productividad de carne por hectárea. Para los demás atributos de sustentabilidad existe menos conocimiento e información.



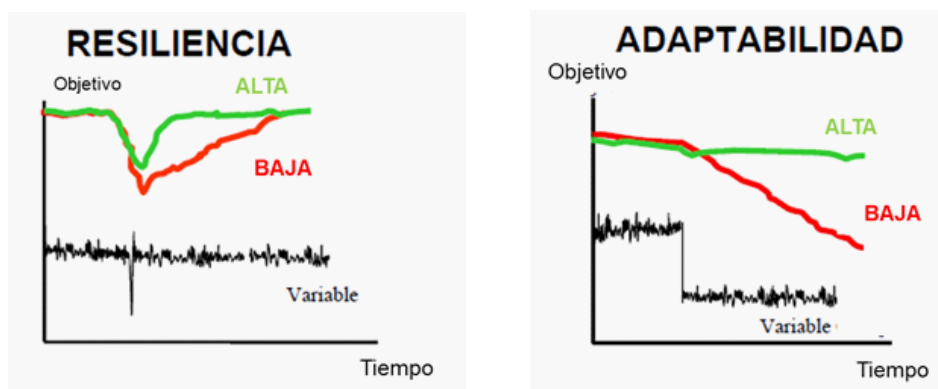


Figura 1. Atributos de la sustentabilidad (modificado de López Ridaura et al, 2005).

Un segundo atributo es la estabilidad, que puede expresarse como la tendencia de la productividad en el tiempo, y se vincula con el estado de los recursos naturales. Por ejemplo la erosión del suelo puede causar una reducción en el tiempo de la productividad, y el sistema pierde estabilidad. El segundo gráfico tiene las mismas variables que el anterior. El sistema verde mantiene estable su productividad a lo largo del tiempo; mientras que el sistema rojo si bien partió de una alta productividad con el tiempo va disminuyendo su productividad. Ésta tendencia a la baja tiene que ver con que el sistema es inestable, tiene una baja estabilidad.

Un tercer atributo es la eficiencia, que es el cociente entre los productos deseables y los insumos del sistema. Pueden ser insumos en términos de nutrientes, energía, económicos. En la tercera gráfica están los productos deseables, y los insumos de dos sistemas. Con el tiempo, en el sistema rojo aumentan los insumos (por ejemplo, fertilizantes) más que lo que aumenta las salidas deseables (por ejemplo, carne), y el sistema se hace más ineficiente. Es importante reconocer que muchas tecnologías de producción que se basan en insumos (fertilizantes, pesticidas, combustibles fósiles) pueden reducir la eficiencia del sistema en el largo plazo.

Confiabilidad, resiliencia y adaptabilidad son tres atributos de la sustentabilidad que se refieren a la performance del sistema en el largo plazo. Aquí es necesario introducir el concepto de que la performance de un sistema depende de variables externas que lo afectan directamente, como pueden ser la precipitación (lluvia) o los precios de insumos o productos. Variaciones o fluctuaciones de dichas variables generan variaciones en la performance del sistema. Es decir, la variabilidad en la lluvia, por ejemplo, genera variabilidad en la producción de carne de un sistema. Un sistema más confiable tiene menor variabilidad en el tiempo que otro sistema frente a fluctuaciones normales de las variables externas. En el ejemplo de la gráfica, la productividad de carne en el sistema rojo fluctúa mucho más que el sistema verde.

Pero además de fluctuaciones normales de variables externas, existen perturbaciones o crisis externas fuertes menos frecuentes. Por ejemplo, una sequía prolongada, o una caída drástica de precios de la carne. Estas perturbaciones fuertes, afectan la performance de los sistemas de producción. Resiliencia es la capacidad de un sistema de recuperarse luego de una perturbación. Hay varias definiciones según diferentes autores. Para algunos, la resiliencia es una variable cualitativa: un sistema es resiliente si puede recuperarse, y no es resiliente si no puede recuperarse. Para otros, la resiliencia es una variable cuantitativa: un sistema es más resiliente si la velocidad de recuperación es mayor que la de otro sistema. Un concepto relacionado es la resistencia o robustez del sistema, que es la medida de cuánto se afecta el sistema en la crisis. Cuanto más cae el sistema, menos robusto es.

La adaptabilidad de un sistema refiere a su respuesta frente a cambios de largo plazo de las variables externas. Por ejemplo, frente a un cambio en la precipitación media en una región a causa del cambio climático, o frente a un cambio drástico en los precios de insumos o productos. Un sistema adaptable es aquel sistema que es más flexible, y logra modificar su estructura para seguir produciendo frente a un cambio de largo plazo.

Es importante notar que para estos tres atributos de sustentabilidad de largo plazo como confiabilidad, resiliencia y adaptabilidad es muy poca la información existente tanto a nivel nacional como internacional. Estudiar estos atributos requiere información de largo plazo, y es muy relevante avanzar en este sentido.

Finalmente, están los atributos más vinculados a la dimensión social: equidad y autogestión. Equidad se refiere al reparto equitativo de los beneficios y costos en el sistema. Autogestión refiere a la independencia o autonomía del sistema respecto al exterior.

## **Impactos ambientales de la producción ganadera**

En esta sección se presenta un resumen de los impactos ambientales de la producción de carne. Se comienza con una definición del cambio climático como problema ambiental y por qué es relevante para la ganadería pastoril. Luego se presenta la huella de carbono en la producción de carne y, por último, una visión más amplia de indicadores ambientales de la producción de carne, con el objetivo de discutir impactos y oportunidades que la temática ambiental genera para los sistemas en base a campo natural.

### **Cambio climático**

El cambio climático es un cambio en el clima a nivel global. Está originado por el calentamiento global, es decir, un aumento de la temperatura promedio global que ha ido creciendo desde el comienzo de la revolución industrial. En la figura 2 se grafica el aumento de temperatura global y se plantean diferentes escenarios socioeconómicos definidos por el IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio climático) y cómo podría seguir aumentando la temperatura a nivel global. Más allá que hay un consenso de que la temperatura va a seguir aumentando, lo interesante es que los rangos de incertidumbre que se presentan en esta gráfica son muy grandes. Es decir, hay acuerdo en que va a aumentar la temperatura global, pero no es claro si va a ser de medio grado Celsius o cuatro a cinco grados Celsius. El aumento de la temperatura global no quiere decir que en todo el mundo, en todo el planeta vaya a aumentar la temperatura; quiere decir que la energía que hay en la atmósfera es mayor; lo cual genera cambios en la dinámica de aire de la atmósfera que en algunos lugares genera mayores temperaturas, y en otros lugares menores temperaturas. Pero sobre todo estos cambios generan mayor intensidad de eventos extremos como tormentas, huracanes, etc.

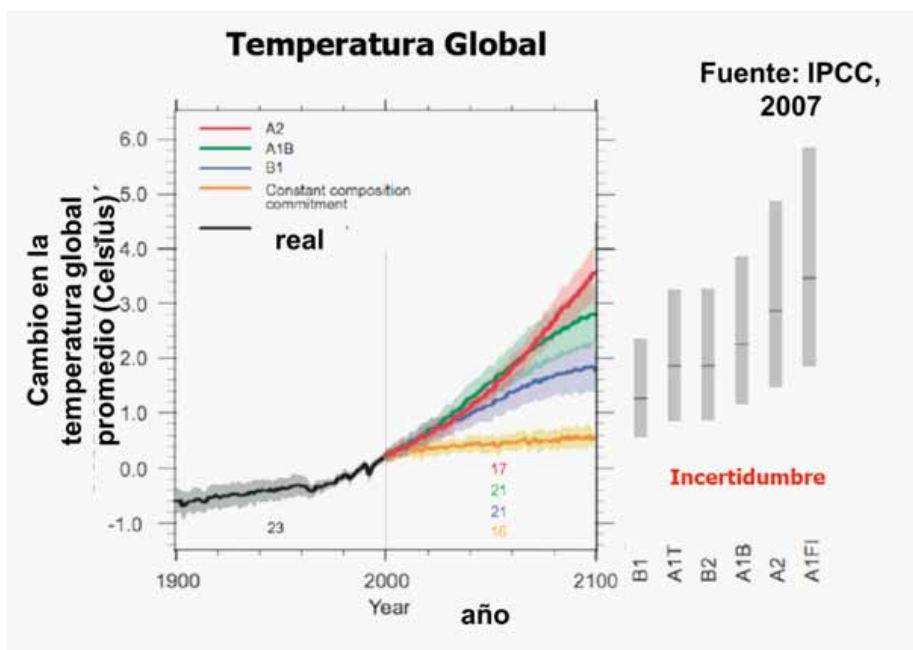


Figura 2. Evolución real y proyectada para varios escenarios socioeconómicos de la temperatura promedio del planeta (IPCC, 2007).

¿Cuál es la causa de este aumento de la temperatura a nivel global que es la base del calentamiento global y del cambio climático? El acuerdo a nivel científico es que la causa es el efecto invernadero. El efecto invernadero es un proceso natural que ocurre en la Tierra y que de hecho posibilita la vida en el planeta Tierra como la conocemos hoy. El efecto invernadero funciona como cualquier invernáculo de horticultura, por ejemplo. El sol calienta la superficie de la Tierra con su radiación de onda corta, que pasa a través de la atmósfera. La mayor parte de dicha radiación es absorbida por la Tierra y calienta la Tierra. La Tierra en consecuencia emite radiación infrarroja. Esta radiación infrarroja que emite la tierra en parte se pierde hacia el espacio, pero una parte es retenida en la atmósfera, absorbida por los gases del efecto invernadero y se remite en todas las direcciones. Es decir que determinados gases de la atmósfera (como el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y otros) cumplen un rol de absorber esa radiación que emite la Tierra. Gracias a que la atmósfera absorbe esta energía, la temperatura del planeta es la que conocemos hoy; si la atmósfera no estuviera y los gases del efecto invernadero no actuaran, el planeta sería extremadamente frío como pasa con otros planetas del sistema solar.

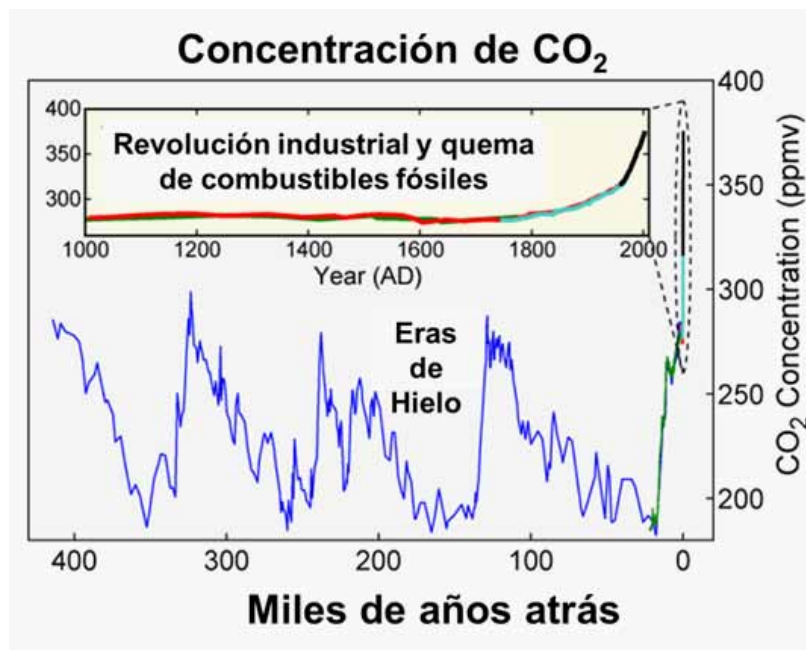


Figura 3. Evolución de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera terrestre en los últimos 400.000 años, con detalle de los últimos 1000 (IPCC, 2007).

El problema es que en los últimos cien años, los principales gases de efecto invernadero han ido aumentando en la atmósfera. En la figura 3 se presenta la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera desde hace cuatrocientos miles de años atrás hasta la fecha. La concentración ha ido fluctuando a lo largo de estos años; cuando bajaba la concentración se producían las eras de hielo, cuando aumentaba eran las épocas de mayor temperatura en el planeta. En los últimos mil años la concentración se mantuvo constante hasta mediados del siglo XIX, cuando comienza la revolución industrial y la quema de combustibles fósiles. Desde ese momento, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera saltó drásticamente. Este aumento no tiene precedentes en la historia del planeta es lo que ha causado el aumento del efecto invernadero y por lo tanto el calentamiento global.

Las tendencias observadas en el Uruguay respecto al cambio climático incluyen: un incremento significativo de la precipitación media (llueve más) principalmente en primavera y verano; un aumento de los eventos intensos de precipitación, hay más intensidad de lluvias y más tormentas fuertes; una leve disminución de las temperaturas máximas anuales; un aumento en las temperaturas mínimas absolutas y esto tiene un impacto sobre todo a nivel de invierno, no hace tanto frío; y una menor frecuencia de días con helada meteorológica. Estas son las tendencias que se han observado en el Uruguay. Esto se vincula con la adaptación, es decir, ¿cómo responder frente estos cambios del clima?, en particular ¿cómo reducir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa al cambio y la variabilidad climática?

### Huella de carbono

Es claro que el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera está causado por la quema de combustibles fósiles (carbón, gas natural, petróleo) que han aumentado en forma exponencial desde la revolución industrial. De las emisiones mundiales de origen antropogénico (humano) de gases de efecto invernadero, la mayor parte tiene que ver con el suministro de energía, con el transporte, con la industria, con la tala de los árboles y en menor medida con la producción agropecuaria. La respuesta de la comunidad internacional frente a este consenso científico que explica el cambio climático fue realizar una serie de acuerdos internacionales

para cuantificar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El más emblemático fue, por ejemplo, el protocolo de Kyoto. Esto también ha tenido un impacto en el comercio internacional y algunos países comienzan a usar las emisiones de gases de efecto invernadero como una barrera no arancelaria. Hay grupos de personas, organizaciones, y países que plantean no consumir o importar productos con una alta huella de carbono. Existen etiquetas en los productos que inciden en las decisiones de los consumidores y en algunos países -sobre todo los del primer mundo- aparece el deseo de consumir productos que no generen cambio climático.

La huella de carbono -o *carbon footprint*- es la totalidad de gases de efecto invernadero que son emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o un producto (Becoña et al., 2014). El impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero. Una vez que se conoce el tamaño de estas emisiones -el tamaño de esta huella-, es posible implementar estrategias para reducirla. Por ejemplo, se puede calcular la huella de carbono de una hamburguesa o de un litro de leche, y esto aparece en la etiqueta de los productos, aparece también en restaurantes y los consumidores empiezan a tomar decisiones en función de esta información.

La contribución de los diferentes países a la huella de carbono global es muy desigual. Estados Unidos y China son los principales países emisores de gases de efecto invernadero. Uruguay, en cambio, no contribuye significativamente a la huella global. Sin embargo, es relevante buscar reducir la huella de carbono de los productos agropecuarios, por el impacto a nivel del comercio de exportación.

En síntesis, el cambio climático es el incremento de la temperatura promedio en el mundo con cambios en todo el clima, y un aumento general de la viabilidad climática y eventos extremos. La causa es el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico, principalmente por el uso y la quema de combustibles fósiles como el petróleo. Hay un consenso científico mundial sobre este tema. Estos cambios tienen un impacto directo a nivel local (precipitaciones y temperatura), y un impacto indirecto en políticas internacionales y en el comercio. Estos impactos indirectos obligan a los países exportadores de alimentos y materias primas a considerar esto para poder satisfacer las demandas de los consumidores.

En el Uruguay, debido a que existe mucho ganado y poca industria, la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero es la ganadería. El principal gas que es fuente de efecto invernadero es el metano que proviene de la fermentación entérica o la fermentación ruminal. Los rumiantes son animales que procesan pasto, procesan la celulosa que está en el pasto a través de una cámara de fermentación (el rumen) donde la celulosa fermenta, bacterias actúan para poder digerirla y en ese proceso el animal absorbe los nutrientes y se emite como producto secundario metano. El metano que sale por eructación es una de las principales fuentes de emisiones en la ganadería. El estiércol produce también metano y óxido nitroso. Y cuando se hace agricultura o praderas para producción ganadera, los cambios en el uso del suelo también emiten dióxido de carbono. Los suelos cultivados y fertilizados con nitrógeno generan emisiones de óxido nitroso y dióxido de carbono y por supuesto el uso de combustible fósil en el predio también emite dióxido de carbono.

La ganadería entonces ha sido puesta en tela de juicio como una de las principales contribuyentes a las emisiones de gases de efecto invernadero. Hubo un informe de la FAO (2006) que fue muy crítico de la ganadería a nivel mundial. En el 2013 un nuevo informe de la FAO con un tono más moderado enfatizó las oportunidades de mitigación que ofrece la ganadería para reducir la huella de carbono. Para el Uruguay esto es un tema relevante porque exporta carne y por lo tanto el país se embarcó en la tarea de calcular la huella de carbono de la producción ganadera. Esto fue un trabajo interinstitucional que reunió al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Instituto Nacional de Carnes, Plan Agropecuario, Facultad

de Agronomía (UDELAR), INIA. En particular, se presentan algunos resultados de trabajos de maestría realizados en la Facultad de Agronomía en los sistemas de cría e invernada.

El proceso de producción de carne vacuna en Uruguay comienza con la fase de cría de las vacas y la producción de terneros, seguido de una fase de cría que, en general, va de los 150 a los 350 kg del ternero, que puede hacerse o en campo natural, o en pasturas sembradas, o una combinación de estas bases forrajeras. Luego se pasa a la fase de invernada o engorde de los novillos desde los 350 a 500 kg de peso vivo, que se puede hacer en campo natural, o en base a pasturas sembradas o también en *feedlots* o encierros a corral donde se alimenta a grano. Hay aproximadamente 82 establecimientos registrados por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente) con capacidad de encierro de 190.000 animales, y esto ha crecido en los últimos años. La DINAMA tiene competencia para monitorear los problemas ambientales que genera la acumulación de estiércol de estos sistemas. Después de la invernada los animales van a los frigoríficos.

En Uruguay se realizó un estudio comparando dos sistemas de cría (en base a campo natural o pasturas sembradas) y tres sistemas de invernada (campo natural, pasturas sembradas o *feedlots*) y calculamos cuánto es la huella de carbono de estos sistemas (Modernel et al., 2013). Se debe aclarar que en este estudio se consideraron sistemas de campo natural con manejo “tradicional”, sin controlar la oferta de forraje. Cabe recordar que los sistemas de campo natural cuando se maneja la oferta de forraje o cuando se reduce la carga, permiten aumentar fuertemente la preñez, el destete y la producción de carne (Carrquiry et al., 2012).

Los cinco sistemas analizados fueron entonces combinaciones de cría e invernada:

- 1) cría e invernada a pastura natural con 28 meses de tiempo para el engorde,
- 2) cría en base a campo natural e invernada en base a pradera,
- 3) cría en base a campo natural e invernada en base a *feedlot*-es decir, alimentados solo a granos- con 20 meses el proceso de engorde,
- 4) cría en base a pasturas sembradas y engorde en base a pasturas sembradas, y
- 5) cría en base a pasturas sembradas y engorde a *feedlot*, llegando a 13 meses el proceso de engorde.

Estos son cinco sistemas extremos -la realidad nacional tiene muchas combinaciones intermedias-, para ver los rangos de variabilidad de huellas de carbono y otros impactos ambientales.

De acuerdo a metodología estándar del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) se calcularon las emisiones de metano, de óxido nitroso y dióxido de carbono, directas e indirectas, para la producción de la carne, lo cual ponderado por factores para cada gas y sumado corresponde a la huella de carbono. Los resultados se presentan como huella de carbono relativa, tomando como 100 el valor del sistema de cría a campo natural y engorde a corral (*feedlot*). En la figura 4 se observa que la huella de carbono se reduce a medida que aumentan las pasturas sembradas o los granos en el sistema, y esto tiene que ver directamente con que se acorta el tiempo de engorde del animal, el animal está menos tiempo emitiendo metano y, por lo tanto, los sistemas más amigables desde el punto de vista de la huella de carbono son los que incorporan pasturas sembradas o agricultura (*feedlots*).



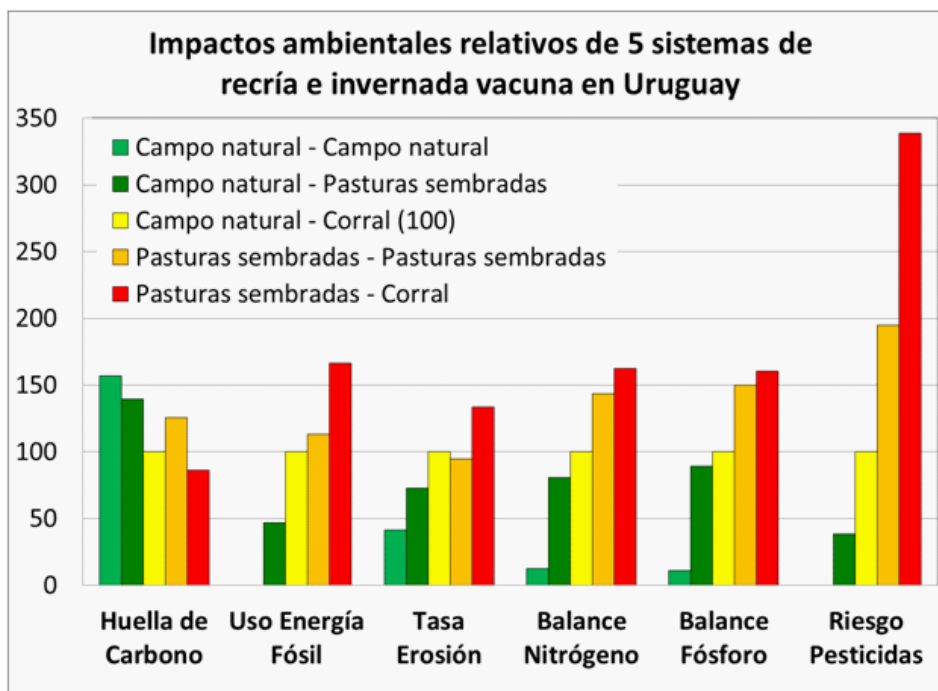


Figura 4. Impactos ambientales relativos de 5 sistemas de cría e invernada en Uruguay (modificado de Modernel et al, 2013).

### Otras dimensiones ambientales

Sin embargo, es necesario evaluar otros indicadores de impacto ambiental y no solo la huella de carbono. La huella de carbono es un indicador de relevancia global que tiene que ver con el comercio internacional, pero a nivel nacional hay otros indicadores que pueden tener que ver con el impacto del ambiente a nivel local. Uno de estos indicadores es el uso de energía fósil, es decir, ¿cuánto petróleo estamos usando/invirtiendo en el sistema para producir un kilogramo de carne? En este estudio se sumó toda la energía fósil que lleva producir los insumos: fertilizantes, agroquímicos, combustibles, utilizando la metodología de Llanos et al., 2013. Los sistemas de campo natural no usan energía fósil, usan toda energía solar, los de pradera sembradas usan algo de energía fósil para la siembra de la pradera, los *feedlots* hacen más agricultura y, por lo tanto, usan más agroquímicos y más energía fósil. Con este indicador se observa una situación totalmente opuesta a la anterior, a medida que el sistema usa más agricultura tiene un mayor impacto ambiental.

Un tercer indicador que incluimos es la tasa de erosión de suelos del sistema, esto es extremadamente relevante para saber cuál es el impacto a nivel local de esa producción de carne. Un sistema en base a campo natural tiene una erosión del suelo mínima. Un sistema en base a praderas como hace foco de movimiento de suelo, aumenta un poco la tasa de erosión y por supuesto los sistemas que basan la alimentación del animal en base a la agricultura tienen mayor erosión. En este modelo se incluyen manejos agrícolas que usan buenas prácticas de manejo, pero de todos modos, a mayor nivel de agricultura en el sistema, mayor tasa de erosión.

Y por último, se estudiaron el balance de nitrógeno, el balance de fósforo y el riesgo de contaminación por pesticidas. Estos indicadores tienen la misma tendencia que la erosión. A mayor agricultura en el sistema, mayor desbalance de nitrógeno, es decir, mayor cantidad de nitrógeno que queda disponible para contaminar aguas, mayor cantidad de fósforo queda disponible para lixiviarse o contaminar aguas y también mayor uso de pesticidas. La gráfica de la figura 4 es extremadamente útil para discutir los diferentes impactos ambientales que

presentan diferentes sistemas de producción de carne, y es muy importante para marcar los *trade-off* o compromisos que existen en los diferentes indicadores ambientales. Frente a un indicador como la huella de carbono, los sistemas pastoriles se ven desfavorecidos. Frente a otros indicadores como el uso de energía fósil, tasa de erosión, balance de nutrientes y pesticidas los sistemas pastoriles y en particular los sistemas de campo natural tienen ventajas comparativas muy importantes (Modernel et al., 2013).

## Consideraciones finales

La reflexión que se plantea entonces y es importante pensar desde la acción privada y también desde la acción de las políticas públicas es ¿qué sistemas de producción deberíamos promover? Desde el punto de vista ambiental, se deben considerar múltiples dimensiones ambientales, y considerar los problemas globales -como el cambio climático- pero también los problemas locales como es la erosión del suelo, el uso de energía, la contaminación de aguas por nutrientes y por pesticidas. Se debe tener cuidado con los “efectos secundarios” de las políticas. Si solamente se focalizan las políticas utilizando un indicador como la huella de carbono, se podrían promover sistemas de engorde a corral para producción de carne y eso podría traer un efecto secundario muy negativo desde el punto de vista de la erosión de suelos y contaminación de aguas. Por eso, es importante considerar todos estos indicadores ambientales a la hora de evaluar que sistemas promovemos en los predios y que sistemas promovemos desde las políticas públicas.

Como síntesis de este tema de la valorización ambiental del campo natural, lo primero es partir del marco conceptual del desarrollo sustentable, de las dimensiones económicas, sociales y ecológicas de la sustentabilidad y que eso tiene que estar en el fondo de cualquier evaluación de sustentabilidad y de cualquier desarrollo predial o de políticas. Se debe tener una visión de sistema integrada y global, no quedarse en una sola dimensión, sino ver todo el sistema. Hay que considerar los compromisos o *tradeoffs* entre diferentes variables. En este capítulo el énfasis es en las variables ambientales, pero también existen compromisos y *tradeoffs* desde el punto de vista de algunas variables ambientales y variables económicas o variables económicas y sociales. La imagen es compleja y tenemos que analizar esa complejidad. Para eso es importante integrar a la práctica conocimiento científico pertinente. Este trabajo aporta herramientas para entender los impactos ambientales de los sistemas de producción. Es necesario hacer mucha más investigación en estos temas para tener más herramientas de cómo manejar los sistemas pastoriles, evaluando las alternativas en sus múltiples dimensiones y no centrándonos en solo una; no mirar solo la agricultura, solo la erosión de suelos cuando hablamos de la agricultura, ver los demás impactos, no mirar solo la huella de carbono cuando hablamos de la ganadería, ver los otros impactos.

Esto se asocia con otro capítulo que implica reconocer y valorar los servicios ecosistémicos, es decir, los beneficios que brindan los ecosistemas como el campo natural a la sociedad. En eso tenemos la principal oportunidad y el principal desafío de la ganadería en el Uruguay, que es ¿cómo capitalizar estos beneficios con valor de mercado? Puede ser a través de la certificación de nuestra producción de carne -usando protocolos de certificación de carne natural, de carne orgánica o de otro tipo de protocolos-, el eco *labelling* -ponerle etiquetas que valoren las ventajas ambientales-, y existen a nivel nacional iniciativas al respecto. Entonces lo que proponemos a la hora de pensar en cómo ver el tema ambiental desde la ganadería es verlo como una oportunidad de valorización y no verlo solo como un impacto que tenemos que mitigar. En estos temas “se nos va la vida” como país, en estos temas tenemos que trabajar más en investigación y en políticas, coordinadamente y también el rol de los técnicos es central para poder hacer una producción que sea sustentable y que conserve nuestro principal recurso que es el campo natural.

## Bibliografía

BECOÑA, G., ASTIRRAGA, L., PICASSO, V., 2014. Greenhouse Gas Emissions of Cow-calf grazing Systems in Uruguay. *Sustainable Agriculture Research*; Vol. 3, No. 2; ISSN 1927-0518.

CARRIQUIRY, M., ESPASANDIN, A.C., ASTESSIANO, A.L., CASAL, A., CLARAMUNT, M., DO CARMO, M., GENRO, C., GUTIÉRREZ, V., LAPORTA, J., LÓPEZ-MAZZ, C., MEIKLE, A., OLMOS, F., PÉREZ-CLARIGET, R., SCARLATO, S., TRUJILLO, A.I., VIÑOLES, C., SOCA, P., (2012). La cría vacuna sobre campo nativo: Un enfoque de investigación jerárquico para mejorar su productividad y sostenibilidad. *Veterinaria (Montevideo)* 48 (Supl. I):41-48.

IPCC, 2007. *Climate Change Report*. Intergovernmental Panel for Climate Change.

LLANOS, E., ASTIGARRAGA, L., JACQUES, R. & PICASSO, V., 2013. Eficiencia energética de sistemas lecheros del Uruguay. *Agrociencia Uruguay* 17(2):99-109.

MODERNEL, P., ASTIGARRAGA, L. & PICASSO, V., 2013. Global versus local environmental impacts of grazing and confined beef production systems. *Env. Res. Lett.* 8:035052.

PICASSO, V., MODERNEL, P., BECOÑA, G., SALVO, L., GUTIÉRREZ, L., ASTIGARRAGA, L., 2014. Sustainability of meat production beyond carbon footprint: a synthesis of case studies from grazing systems in Uruguay. *MeatScience* 98: 346–354.

SARANDÓN, S.J., 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En "AGROECOLOGÍA: El camino hacia una agricultura sustentable", S.J. Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 20: 393-414

SARANDÓN, S.J. y FLORES, C., 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4: 19-28.



## SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y RESILIENCIA DEL PASTIZAL NATURAL

Lic. Mag. Gastón Fernández, Lic. Mag. Luis López Mársico  
y Dr. Alice Altesor

Grupo de Ecología de Pastizales  
Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales,  
Facultad de Ciencias, Universidad de la República (UDELAR)

### Introducción

El pastizal o campo natural es la formación vegetal más extensa y diversa de la región. Es la base sobre la cual se sustenta una de las actividades productivas más importantes de nuestro país: la ganadería extensiva. Además, provee otros beneficios a la sociedad como el secuestro de carbono, el ciclado de nutrientes y la prevención de la erosión del suelo. La influencia del pastizal natural en la historia, la cultura y las tradiciones del país y de la región se ve reflejada en los hechos históricos que ocurrieron luego de la introducción de la ganadería y que marcaron para siempre el destino de la región. En este capítulo se señalarán los principales servicios ecosistémicos que el pastizal natural le brinda a la sociedad y se analizará el efecto de la resiliencia para la producción de forraje y otros beneficios al absorber perturbaciones y evitar que pierda la capacidad de seguir proveyendo dichos beneficios.

### Servicios ecosistémicos del pastizal natural

El pastizal natural es el bioma de nuestro país. Es la formación vegetal determinada por la temperatura y la precipitación promedio de la región. Según Soriano (1991), nuestro país forma parte de los pastizales del Río de la Plata, una de las regiones más vastas de pastizales naturales del mundo que se extiende desde el centro este de Argentina hasta el sur de

Brasil. A nivel regional es el país con mayor porcentaje de cobertura de pastizales naturales, estimados entre el 55 y el 60% del territorio (Baeza et al., 2012; MGAP, 2013). Sin embargo, esta realidad no es estática y los cambios en el uso del suelo, de pastizales a plantaciones forestales o cultivos, tienen lugar a un ritmo acelerado en nuestro país. Díaz et al. (2006) discuten con preocupación las crecientes amenazas provocadas por el desplazamiento de la frontera agrícola que ha reemplazado los pastizales naturales, provocando una pérdida de aproximadamente 20% de su superficie en los últimos años.

El pastizal natural, al igual que el resto de los ecosistemas naturales del país, provee diversos beneficios a la sociedad uruguaya. De este se obtienen importantes productos como son la carne, la leche, la lana y el cuero. Además, conlleva otra serie de beneficios, a menudo ignorados, como son el mantenimiento de la composición atmosférica, la formación de suelo, el control y la prevención de la erosión del suelo, la regulación del caudal de agua hacia ríos y arroyos y la belleza paisajística entre otros. Todos estos beneficios, o Servicios Ecosistémicos (SE), derivan de la diversidad de especies que lo componen y de los procesos ecosistémicos como la Productividad Primaria Neta, el ciclado de nutrientes, el ciclo de agua, etc. Si bien hay varias definiciones, el concepto de SE hace referencia a los beneficios que las sociedades obtienen de los ecosistemas, sin los cuales la vida humana no podría ser posible. El concepto de SE es relativamente nuevo y aún está en construcción, pero su importancia para la comunidad científica y la sociedad toda es creciente al establecer un vínculo explícito entre las propiedades estructurales y funcionales de los ecosistemas y el bienestar humano (Altesor, 2011). El creciente interés en el área de los SE llevó a la Organización de Naciones Unidas a convocar en 2001 a científicos de todo el mundo, con el objetivo de realizar un informe global sobre el estado de conservación de los ecosistemas y las tendencias de deterioro. En el informe se señalaba que 15 de los 24 SE analizados estaban en descenso y se alertaba acerca de la presión que las actividades humanas ejercían sobre los ecosistemas del planeta (terrestres, marinos y acuáticos) y del riesgo que esta supone para sustentar a las generaciones futuras (Millenium Ecosystem Assessment, 2003). Según el informe presentado, los ecosistemas brindan cuatro grandes grupos de servicios a la humanidad: de provisión, de regulación, culturales y de soporte (ver figura 1).



Figura 1. Servicios ecosistémicos según la clasificación propuesta en el Millennium Ecosystem Assessment (2003). Foto del Grupo de Ecología de Pastizales.

Los servicios de provisión son los productos que pueden ser utilizados directamente por la sociedad humana, conocidos también como recursos naturales (Maass et al., 2005). El pastizal natural sirvió de sustento a los pueblos originarios de la región que cazaban diferentes animales silvestres como el ñandú (*Rhea americana*), la mulita (*Dasyus hybridus*), la perdiz (*Nothura maculosa maculosa*) o el venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*) y recolectaban plantas y raíces. En la actualidad los principales productos alimenticios que obtenemos del pastizal (carne, leche, huevos y miel) provienen de la cría de animales domésticos. También obtenemos importantes insumos para la industria de la vestimenta y el calzado como la lana y el cuero. Del pastizal obtenemos plantas y líquenes que se utilizan con fines medicinales como la quina de campo (*Discaria americana*), la carqueja (*Baccharis trimera*), el llantén (*Plantago lanceolata*), la marcela (*Achyrocline satureioides*), la menta (*Menta rotundifolia*) o la yerba de la piedra (*Usnea hieronymii*) entre otras (Arrillaga de Maffei, 1969). Además es una fuente de forraje para el ganado, de fibras y de recursos genéticos vegetales (Rivas, 2001; Speroni e Izaguirre, 2003; Speranza, 2009; Vidal et al., 2011) y de microorganismos del suelo de interés agrícola (Batista et al., 2013). La gran diversidad de especies del pastizal también provee recursos potenciales, es decir, recursos que puedan ser evaluados y utilizados en el futuro.

En los servicios de regulación se agruparon aquellos beneficios asociados al funcionamiento de los ecosistemas. Uno de estos beneficios es el mantenimiento de la composición atmosférica, a través de la regulación de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del aire. El CO<sub>2</sub> es capturado por la vegetación a través del proceso de fotosíntesis. Una vez capturado, es incorporado a moléculas orgánicas y utilizado por la planta para su crecimiento y desarrollo. Parte del carbono orgánico es trasladado desde las hojas hacia los órganos subterráneos (raíces, rizomas, bulbos) y es “secuestrado” en estos. A medida que los diferentes órganos aéreos y subterráneos de las plantas mueren, el carbono orgánico va siendo incorporado a la materia orgánica del suelo por acción de la flora y la fauna edáficas. Estimaciones a campo y modelos de simulación muestran que en los pastizales hay casi 10 veces más carbono en el suelo que en la parte aérea. En Uruguay, la cantidad de carbono orgánico del suelo puede variar entre 50 y 150 toneladas por hectárea dependiendo del sitio de estudio (Paruelo et al., 2010). Esto es inverso a lo que sucede con las forestaciones y los bosques que concentran más de la mitad de su biomasa encima del suelo (Jobbágy et al., 2006; Risio et al., 2012). La acumulación de materia orgánica por encima del suelo en forestaciones ofrece combustible para incendios que pueden provocar la pérdida de importantes cantidades de suelo (Jobbágy et al., 2006). La capacidad del pastizal de secuestrar y de mantener el carbono en el suelo de forma segura, tiene un beneficio asociado que es la regulación del clima a través de la reducción del efecto invernadero. El efecto invernadero se produce porque algunos gases como el CO<sub>2</sub>, el metano y el óxido nitroso absorben la radiación de onda larga emitida por la Tierra y provocan el calentamiento de la atmósfera. El efecto invernadero provoca aumentos en la temperatura promedio de la Tierra, en las precipitaciones y en la evaporación y es uno de los principales problemas de los países productores de alimentos (Sala y Paruelo, 1997). Además de la regulación climática, el pastizal participa en los procesos de regulación y purificación del caudal de agua de ríos y arroyos. La vegetación tiene un papel clave sobre el ciclo hidrológico al determinar el balance entre las ganancias de agua por precipitación y las pérdidas como vapor, por transpiración vegetal y evaporación del suelo, y como líquido hacia corrientes de agua en superficie y drenaje profundo. En Uruguay y la región, la sustitución de pastizales por forestación en cuencas de ríos y arroyos aumenta la evapotranspiración, lo que disminuye el rendimiento hidrológico (cantidad de agua de lluvia que llega a los cursos de agua) entre 50 y 80% (Jobbágy et al., 2006; Silveira et al., 2006). Por otro lado, se ha evidenciado una relación directa entre la sustitución del pastizal y la pérdida de calidad del agua. En microcuencas con mayor superficie cultivada, el agua tiene mayor concentración de nutrientes, de sólidos y de materia orgánica en suspensión y menor porcentaje de oxígeno disuelto que en las microcuencas con mayor superficie de campo natural (Delbene, 2010). Finalmente el pastizal también provee un servicio muy importante como es la polinización y participa en el control de enfermedades y plagas.

Los diversos beneficios no materiales que los ecosistemas brindan a los pobladores locales y a los visitantes, fueron agrupados en los servicios culturales. La historia y la cultura de la región están íntimamente ligadas al pastizal natural (Cuadro 1). Un acontecimiento clave en la región fue la introducción del ganado doméstico por el gobernador de Asunción “Hernandarias” en el siglo XVI. Este hecho originó una gran riqueza ganadera, cuya explotación fue una de las razones determinantes de los procesos históricos que ocurrieron en la región y que sentaron las bases de la identidad uruguaya. La mezcla de razas que siguió a la llegada de los europeos, dio origen a un personaje “mítico” de nuestro campo: el gaucho. La pintura, la literatura, la música y las tradiciones de la región están influenciadas por este personaje y su forma de vida. El pastizal ofrece también un entorno ideal para realizar actividades al aire libre como la recreación y el ecoturismo (caminatas, cabalgatas, paseos, etc.), la investigación o la educación ambiental.



**Cuadro 1.** El bibí (*Herbertia lahue*) es una planta herbácea presente en el pastizal por lo que ha sido incluida en la literatura gauchesca así como en estudios científicos.

En los servicios de soporte se agruparon todos los procesos ecosistémicos básicos que permiten que el pastizal provea los demás servicios. La diversidad de flora y fauna es un importante servicio que se relaciona con otros beneficios que obtenemos del pastizal. Se estima que podría haber unas 1000 especies de plantas y se han registrado cerca de 155 especies de aves, 25 de mamíferos, 31 de reptiles y 18 de anfibios nativos del pastizal (Rodríguez *et al.*, 2004). En relación a la flora, el pastizal es muy heterogéneo ya que las especies presentes o la fisonomía de la vegetación varían entre diferentes puntos del paisaje (ver figura 2).

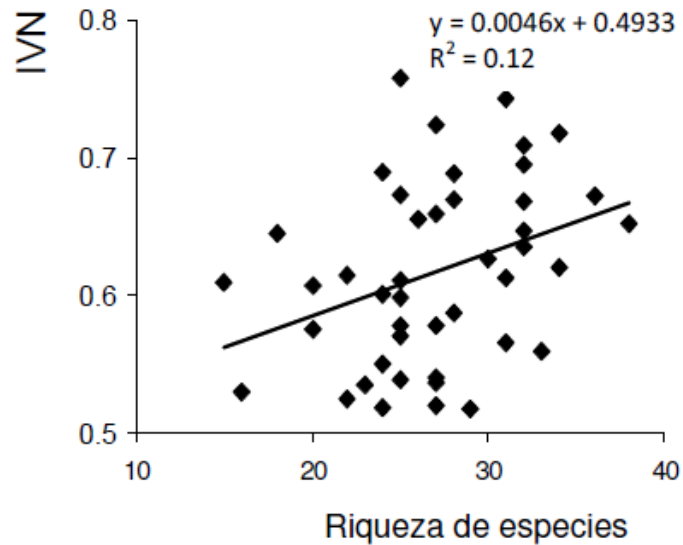


**Figura 2. Heterogeneidad de los pastizales naturales. La variación en la fisonomía y en la composición de especies de los pastizales puede observarse a diferentes escalas espaciales. Fotos de Grupo de Ecología de Pastizales.**

La heterogeneidad florística del pastizal puede observarse a distintas escalas espaciales. A escala regional se observa una variación florística entre los pastizales de las regiones geomorfológicas del este y las del oeste del país. Lezama et al., (2011) agrupan a los pastizales de la región Cuesta Basáltica con los de la región centro-sur por un lado y a los de la Cuenca Sedimentaria del Noreste con los de las Sierras del Este por otro. Estas regiones geomorfológicas difieren en el sustrato geológico, en la profundidad o el tipo de suelo y en la capacidad de retención de agua. A escala local, la riqueza y la composición de especies varían de acuerdo a la profundidad del suelo y a la topografía del terreno (Lezama et al., 2011). A escala de micrositio, también hay diferencias en la riqueza y en la composición de especies. En censos florísticos realizados en una zona de sierras de Treinta y Tres, se observó una mayor riqueza de plantas debajo de arbustos que en sitios sin arbustos debido al aumento de las gramíneas invernales (datos no publicados). La asociación espacial de las gramíneas invernales con los arbustos ya se había detectado en un trabajo previo realizado en pastizales de la región centro-sur (Fernández et al., 2014). También la riqueza y la composición de especies varían en diferentes momentos del año. En un estudio realizado en pastizales de la región centro-sur en Mal Abrigo, se registraron 89 especies de plantas en un área de 40 x 40 cm a lo largo de un año (Texeira y Altesor, 2009). La heterogeneidad florística del pastizal no solamente se percibe por las diferentes especies que lo componen sino también por las diferentes formas de vida que en él habitan. En el pastizal conviven plantas muy variadas como las herbáceas (gramíneas, hierbas, juncáceas), las subarborescentes o sufrútices (carqueja) y arbustivas como las chircas. Además hay gramíneas con hábito de crecimiento erecto como la *Aristida* sp. y *Stipa* sp. (flechillas) y de crecimiento postrado o rastrero como el *Paspalum notatum* (pasta horqueta) o el *Cynodon dactylon* (pata de gallina) entre otros.

Otro proceso ecosistémico que ocurre en el pastizal, y que se relaciona a la riqueza de especies, es la productividad primaria neta (la cantidad de CO<sub>2</sub> que las plantas fijan a través de la fotosíntesis en un área y en un tiempo determinados). En un trabajo realizado en San José, López Mársico y Altesor (2011) observaron una relación lineal y positiva entre la riqueza de especies y la productividad primaria neta aérea (PPNA) del pastizal (ver figura 3). Esto es muy importante ya que a mayor riqueza de especies, mayor será la productividad del campo y más forraje producirá para el ganado.





**Figura 3.** Relación entre el IVN (estimador directo de la PPNA) y la riqueza de plantas para pastizales de la región Centro-sur. El IVN muestra una relación lineal y positiva con la riqueza de especies. Tomado de López Mársico y Altesor, 2011.

La riqueza de especies también se asocia con el ciclado de nutrientes. Al haber más plantas y más formas de vida, habrá más recursos para los organismos detritívoros y descomponedores (hojas con distinta composición de nutrientes y diferente dureza, etc.) que reciclen más rápido y más eficientemente los recursos disponibles. La presencia de productores primarios y de organismos descomponedores es importante para la formación y la protección de uno de los recursos más importantes como es el suelo.

### Resiliencia del pastizal natural

La estructura y el funcionamiento del pastizal natural están controlados por diferentes factores como pueden ser la precipitación, la temperatura o las perturbaciones. La disponibilidad de agua y los cambios de temperatura son factores que oscilan a lo largo del año y entre distintos años. Estas oscilaciones producen variaciones estacionales en la riqueza o en la composición de especies (Texeira y Altesor, 2009), en la PPN aérea y subterránea (Baeza et al., 2011; López Mársico 2011) y en la capacidad de proveer otros servicios ecosistémicos. De manera natural, los ecosistemas tienen cierta capacidad de mantener una estructura (por ejemplo riqueza o composición de especies o de tipos funcionales de plantas) y un funcionamiento (por ejemplo PPNA) “estables” ante estas oscilaciones. En el caso del pastizal natural, la presencia de especies estivales e invernales asegura una producción de forraje continua durante todo el año. La capacidad de un ecosistema de tolerar las perturbaciones o la velocidad con la que regresa a su estado de condición (determinado por su estructura y funcionamiento) luego de una perturbación, es lo que se conoce como resiliencia. Un ecosistema será más resiliente en la medida que tolere más perturbaciones o retorne más rápido a su estado de condición luego de una perturbación. La resiliencia está relacionada con la magnitud de las perturbaciones que pueden ser absorbidas antes de que el sistema cambie su estructura y su funcionamiento, o sea, que se mantenga en un estado o dominio de atracción (Holling y Gunderson, 2002; Folke et al., 2002). En general, la resiliencia de un ecosistema depende de la riqueza de especies vegetales o de formas de vida. A mayor riqueza de especies o de formas de vida (plantas herbáceas, leñosas, estivales, invernales, etc.) mayor será la resiliencia ante una determinada perturbación (Lavorel, 1999). Esto podría deberse a la complementariedad de las especies

para explorar el suelo en busca de recursos y para utilizar los recursos disponibles (Tilman et al., 1996). Cuanto más especies o formas de vida haya en el pastizal, mayor será la posibilidad de que ante una sequía un grupo de estas especies pueda usar el agua de las capas de suelo más profundas y mantener la PPNA o prevenir la erosión del suelo. La presencia de gramíneas postradas que escapan al diente del ganado posibilita que el suelo esté cubierto y se evite la erosión. Sin embargo, las perturbaciones extremas (sequías intensas, elevadas o muy bajas temperaturas, sobrepastoreo, quema, etc.) pueden generar cambios estructurales o funcionales mayores a los cambios estacionales. Es decir, la riqueza de especies o la PPNA pueden verse drásticamente reducidas si hay una sequía o un pastoreo intenso durante mucho tiempo o si estas perturbaciones se acumulan en períodos cortos de tiempo. En estas circunstancias, el pastizal podría perder su resiliencia y por lo tanto su capacidad de volver a su estado de condición previo a la perturbación. Estos casos son fácilmente observables en zonas degradadas en donde existe mucho suelo desnudo, hay una elevada presencia de especies arrosetadas (por ejemplo especies de los géneros *Chaptalia* o *Chevreulia*), muchas especies exóticas y especies de baja productividad. El nuevo estado resultante, de difícil o improbable retorno a su estado previo aún cuando se restablezcan todas las condiciones, podría estar determinado por la invasión de especies exóticas (ver figura 4).

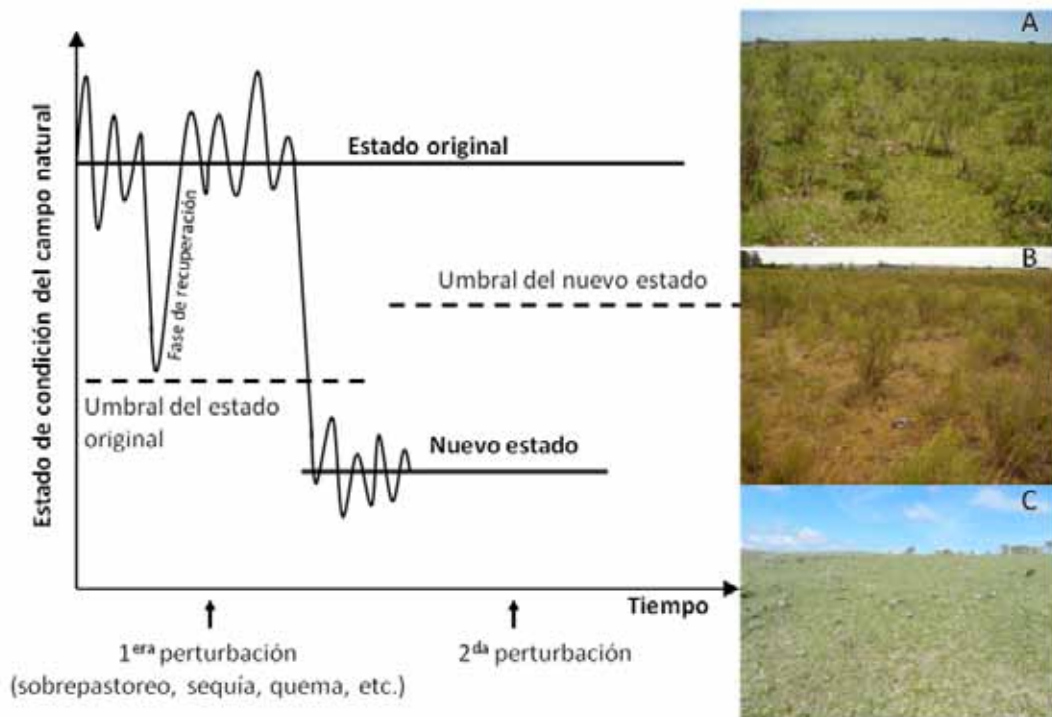


figura 4. Respuesta del pastizal natural frente a las perturbaciones. Se parte de un estado de condición (A) del pastizal, que oscila a lo largo del tiempo y presenta un determinado umbral debajo del cual pasa a otro estado. El pastizal puede verse afectado por una perturbación intensa y modificar su estado de condición (B), aunque mientras que no se supere el umbral, podrá retornar al estado original (A). Si las perturbaciones se hacen más intensas y logran superar el umbral, el pastizal puede pasar a un nuevo estado de condición (C), el cual tendrá un nuevo umbral y muy difícilmente pueda retornar al estado original (A).

### ¿Qué indicadores nos permiten monitorear el estado de condición del pastizal natural?

Existen diferentes indicadores que nos permiten monitorear el estado de condición o de “salud” del pastizal. Uno de esos indicadores es el número de estratos, lo que se conoce como

fisonomía de la vegetación. El número de estratos varía, entre otros aspectos, en función de la intensidad de pastoreo a la que el pastizal esté sometido (Rodríguez y Cayssials, 2011). Los pastizales clausurados al pastoreo por ganado doméstico tienen varios estratos de vegetación, uno bajo formado por gramíneas y otras plantas herbáceas, uno más alto de gramíneas erectas y un tercer estrato formado por maciegas y arbustos (Rodríguez et al., 2003). Los pastizales pastoreados tienen dos estratos uno bajo (5-10 cm) y denso formado por gramíneas y hierbas de crecimiento postrado y erecto y un segundo estrato más alto (10-50 cm) de gramíneas erectas y algunos arbustos (Altesor et al., 2005). En los pastizales intensamente pastoreados hay un solo estrato de hierbas arrosetadas y gramíneas postradas. En esta situación hay una disminución de la cobertura vegetal (o un aumento de suelo desnudo) que puede promover la erosión del suelo y el establecimiento de especies exóticas no deseadas como el *Cynodon dactylon*. Otro indicador que se puede utilizar es la cantidad de formas de vida o de tipos funcionales de plantas que haya en el sitio. Los pastizales con pastoreo moderado presentan un conjunto de plantas herbáceas (gramíneas y no gramíneas), subarborescentes y arbustivas, y además tienen gramíneas invernales y estivales, lo que genera que haya producción de forraje durante todo el año. La riqueza de especies también es un indicador muy importante, cuyo papel como generador de servicios ecosistémicos ya fue discutido.

Otros indicadores que pueden ser utilizados son los funcionales. La estimación de la PPNA es una herramienta que puede ser utilizada con fines de monitoreo. Este indicador tiene la ventaja de que su respuesta es más rápida que la de los atributos estructurales, es decir, frente a un evento climático severo o sobrepastoreo, la PPNA variará más rápido que la riqueza de especies o que la cobertura de la vegetación. Por lo tanto, al notar modificaciones de la PPNA nos podemos anticipar a los cambios estructurales y tomar las medidas de manejo adecuadas para que el pastizal no cambie de estado y siga proveyendo de manera normal los servicios ecosistémicos mencionados.

## Bibliografía

ALTESOR, A., 2011. Servicios ecosistémicos de los pastizales naturales. En: Altesor A., Ayala W. y Paruelo J. M. (eds.). Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Serie técnica N° 26. INIA, Montevideo, Uruguay.

ALTESOR, A., OESTERHELD, M., LEONI, E., LEZAMA, F. y RODRÍGUEZ, C., 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecology* 179: 83-91.

ARRILLAGA DE MAFFEI, B. R., 1969. Plantas medicinales. En *Nuestra Tierra* (ed.). Montevideo, Uruguay.

BAEZA, S., BALDASSINI, P., AROCENA, D., PINTO, P. y PARUELO, J. M., 2012. Clasificación del uso/cobertura del suelo en Uruguay mediante series temporales de imágenes de satélite y árboles de decisión. Reunión Argentina de Ecología, Luján, Argentina.

BAEZA, S., PARUELO, J. M. y AYALA, W., 2011. Eficiencia en el uso de la radiación y productividad primaria en recursos forrajeros del este de Uruguay. *Agrociencia Uruguay* 15: 48-59.

BATISTA, L., TOMASCO, I., LORITE, M. J., SANJUÁN, J. y MONZA, J., 2013. Diversity and phylogeny of rhizobial strains isolated from *Lotus uliginosus* grown in Uruguayan soils. *Applied Soil Ecology* 66: 19-28.

DELBENE, L., 2010. Calidad de agua en la cuenca del río Santa Lucía (Uruguay) utilizando peces como indicadores: relación con el uso del suelo. Pasantía en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, UdelaR. Montevideo, Uruguay.

FERNÁNDEZ, G., TEXEIRA, M. y ALTESOR, A., 2014. The small scale spatial pattern of C3 and C4 grasses depends on shrub distribution. *Austral Ecology*. doi: 10.1111/aec.12113

FOLKE, C., CARPENTER, S., ELMQVIST, T., GUNDERSON, L., HOLLING, C. S. y WALKER, B., 2002. Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. *AMBIO: A journal of the human environment* 31: 437-440.

HOLLING, C. S. y GUNDERSON, L. H., 2002. Resilience and adaptive cycles. En: Gunderson L. H y Holling C. S, (Eds.). *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington (DC): Island Press.

JOBÁGY, E. G., VASALLO, M., FARLEY, K. A., PIÑEIRO, G., GARBULSKY, M. F., NOSETTO, M. D., JACKSON, R. y PARUELO, J. M., 2006. Forestación en pastizales: hacia una visión integral de sus oportunidades y costos ecológicos. *Agrociencia* 10: 109-124.

LAVOREL, S., 1999. Ecological diversity and resilience of Mediterranean vegetation to disturbance. *Diversity and Distributions* 5: 3-13.

LEZAMA, F., ALTESOR, A., PEREIRA, M. y PARUELO, J. M., 2011. Descripción de la heterogeneidad florística en los pastizales naturales de las principales regiones geomorfológicas de Uruguay. Pág. 15-32. En: Altesor A., Ayala W. y Paruelo J. M. (eds.). *Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales*. Serie técnica N° 26. INIA, Montevideo, Uruguay.

LÓPEZ MÁRSICO, L., 2011. Biomasa y productividad primaria neta subterránea de pastizales naturales de Uruguay. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. PEDECIBA, Facultad de Ciencias, UdelaR. Montevideo, Uruguay.

LÓPEZ MÁRSICO, L. y ALTESOR, A., 2011. Relación entre la riqueza de especies vegetales y la productividad en pastizales naturales. *Ecología Austral* 21: 101-109.

MAAS, M. J., BALVANERA, P., CASTILLO, A., DAILY, G. C., MOONEY, H. A., EHRLICH, P., QUESADA, M., MIRANDA, A., JARAMILLO, B. J., GARCÍA-OLIVA, F., MARTÍNEZ-YIRIZAR, E., COTLER, H., LÓPEZ-BLANCO, J., PÉREZ-JIMÉNEZ, A., BÚRQUEZ, A., TINOCO, C., CEBALLOS, G., BARRAZA, L., AYALA, R. y SARUKHÁN, J., 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society* 10(1): 17. <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art17/>

MGAP 2013. Anuario estadístico DIEA.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003. *Ecosystems and Human Wellbeing: a Framework for Assessment*. Island Press, Washington D. C.

PARUELO, J. M., PIÑEIRO, G., BALDI, G., BAEZA, S., LEZAMA, F., ALTESOR, A. y OESTERHELD, M., 2010. Carbon stocks and fluxes in rangelands of the Río de la Plata Basin. *Rangeland Ecology and Management* 63: 94-108.

RISIO, L., HERRERO, C., BOGINO, S. M. y BRAVO, F., 2012. Aboveground and belowground biomass allocation in native *Prosopis caldenia* (Burkart) secondaries woodlands in the semi-arid Argentinean pampas. *Biomass and Bioenergy*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.03.038>

RIVAS, M., 2001. Sistema reproductivo y estructura genética de poblaciones de *Bromus auleticus* Trinius ex Nees (Poaceae). Estudio mediante isoenzimas. *Agrociencia* 6: 32-40.

RODRÍGUEZ, C., COSTA, B. y LEZAMA, F., 2004. La diversidad biológica de la pradera natural uruguaya. *Revista Simbiosis, Asociación de Profesores de Biología de Secundaria, Uruguay* 5: 6-10.

RODRÍGUEZ, C., LEONI, E., LEZAMA, F. y ALTESOR, A., 2003. Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. *Journal of Vegetation Science* 14: 433-440.

RODRÍGUEZ, C. y CAYSSIALS, V., 2011. Cambios estructurales en los pastizales asociados a la ganadería. Pág. 69-78. En: Altesor A., Ayala W. y Paruelo J. M. (eds.). Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Serie técnica N° 26. Montevideo, Uruguay.

SALA, O. E. y PARUELO, J. M., 1997. Ecosystem services in grasslands. Pág. 237-252. En: Daily G. (ed.). *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington D. C.

SILVEIRA, L., ALONSO, J. y MARTÍNEZ, L., 2006. Efecto de las plantaciones forestales sobre el recurso agua en el Uruguay. *Agrociencia* 10: 109-124.

SORIANO, A., 1991. Río de la Plata Grasslands. Pág. 367-407. En: Coupland R. T. (ed.). *Natural grasslands. Introduction and Western Hemisphere*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.


SPERANZA, P. R., 2009. Evolutionary patterns in the Dilatata group (*Paspalum*, Poaceae). *Plant systematics and evolution* 282: 43-56.

SPERONI, G. e IZAGUIRRE, P., 2003. Características biológicas de la leguminosa nativa promisoría forrajera *Trifolium polymorphum* Poir. (Fabaceae, Faboideae). *Agrociencia* 7: 68-76.

TEXEIRA, M. y ALTESOR, A., 2009. Small scale spatial dynamics of vegetation in a grazed Uruguayan grassland. *Austral Ecology* 34: 386-394.

TILMAN, D., WEDIN, D. y KNOPS, J., 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379: 718-720.

VIDAL, R., GONZÁLEZ, A., GUTIÉRREZ, L., UMAÑA, R. y SPERANZA, P., 2011. Distribución de la diversidad genética y sistema reproductivo de *Stipa neesiana* Trin. et Rupr. *Agrociencia* 15: 1-12.



## PROTOCOLO DE ABORDAJE PREDIAL PARA PREDIOS GANADEROS FAMILIARES

*Este material es el resultado de una recopilación de información, aportada por 40 técnicos participantes del curso “Producción Animal Sostenible sobre Campo Natural”, realizado en el año 2013.*

### **1. Información necesaria previa a la visita predial**

- Carta de Suelos, geológica y mapa CONEAT y el Índice Coneat del establecimiento.
- Utilización de imágenes satelitales para ubicar el establecimiento en el entorno geográfico, ubicación de afloramientos rocosos, superficie y ubicación de monte nativo y montes artificiales, ubicación de fuentes de agua, empotramiento, grado de erosión, ubicación del casco y corrales, relieve. Esto permite visualizar rápidamente forma del predio, si hay mas de un fracción distancia entre ellas.
- Fotocopia de declaración jurada de DICOSE, fotocopias de recibos de BPS, esto permite visualizar superficie explotada, forma de tenencia, numero de animales y algunos datos de productividad: como mortandad y nacimientos.
- Estudio de la zona desde las dimensiones agroproductiva, social y económica.
- Realizar una revisión bibliográfica y a partir de ella realizar una estimación de la Productividad primaria promedio de la pastura, también solicitar Información satelital de la tasa de crecimiento de la pastura, así como información agrometeorológica de una serie historia, de la estación meteorológica más cercana al establecimiento.

## **2. Información a recabar con el productor y su familia en la primera visita.**

### **2.a Sobre la historia y la familia**

En la primera reunión con el productor y su familia conviene empezar por la historia familiar, que brinda un contexto y posibilita comprender mejor las decisiones estratégicas. También conocer la integración del núcleo familiar (Nombres, edades, formación, ocupación, trabajo predial).

Sobre la Historia familiar es importante rescatar desde cuando explota el predio, como se inició vínculo con la tierra, como sortearon crisis forrajeras y económicas.

Además es importante conversar sobre el futuro de la familia y el predio, como tiene pensado el relevo generacional.

### **2.b Objetivos**

Un buen punto de partida para un correcto abordaje de un establecimiento agropecuario es la identificación de las finalidades del “sistema familia-explotación”, esto se logra escuchando al productor y formulándole preguntas que permitan aproximarnos a saber cómo piensa, cómo ve la evolución del predio y cuál es su visión de lo que quiere proyectar en su sistema productivo.

O sea cuales son los objetivos del “sistema familia-explotación”, no solo los correspondientes a la dimensión productiva, sino los sociales, organizacionales y culturales.

Realizar el ejercicio de determinar cuáles son las prioridades de la familia y cual o cuales son los objetivos a alcanzar, permite definir estrategias y metas a alcanzar.

Las veces que se ha realizado este ejercicio, se ha podido constatar que la familia no tenga los objetivos determinados.

### **2.c. Gestión general**

Además de establecer los objetivos, estrategias y metas de la familia, también importa identificar la lógica de la toma de decisiones a nivel del predio ( ¿quién/es toma las decisiones?, ¿Con qué lógica se toman las decisiones? (¿lo importante es crecer patrimonialmente o incrementar el ingreso?).

Es importante conocer cuales son las fuentes de información consideradas a la hora de la toma de decisiones. También la adversidad al riesgo, si la familia tiene otros ingresos, además de la explotación. Predisposición a realizar cambios de manejo en el predio. Designación o no de tareas y responsabilidades en trabajos operativos en el predio.

### **2.d. Mano de obra**

Conocer la disponibilidad de mano de obra, posibilidades de acceso a mano de obra zafral y servicios en la zona y relacionarlo con las diversas actividades del establecimiento. Por ello es necesario identificar si se contratan servicios y la facilidad de acceso al mismo en la zona.

Es importante cuantificar si las personas que trabajan en el predio y el tiempo dedicado al mismo es suficiente, escaso o sobra tiempo para realizar otras actividades.

## **2.e. Participación en redes sociales**

Si son integrantes de algún tipo de grupo de productores y/o de otro tipo de organizaciones. Si la respuesta es positiva conviene conocer aspectos relacionados al grado de evolución o madurez de la organización (lugar y frecuencia de reuniones, objetivos comerciales, logros alcanzados o metas establecidas). Cuanto tiempo le dedica a participar en dichas organizaciones.

Si participa en actividades de formación y/o capacitación. Antecedentes en vinculación a proyectos, instituciones y asistencia técnica.

Si mantiene algún tipo de otros vínculos establecidos con la zona (organizaciones, emprendimientos asociativos, vecinos, centro poblados cercanos, etc.), y su impacto en el sistema, entender ese vínculo que compromisos y que oportunidades establece.

## **3. Información productiva que proporciona el productor.**

### **3.a. Infraestructura**

Conviene chequear con la familia la información previa que se armo antes de la visita, sobre todo en lo concerniente a:

- Área total y forma del predio, separación entre fracciones (si hay más de una).
- Número de Potreros y distribución, áreas, historia, correspondencia con los distintos suelos, uso, distancia a corrales, forma, nombres y sombra.
- Fuentes de agua para los animales (aguadas naturales, bebederos, etc., potreros con problemas).
- Suelos predominantes, capacidad de uso y erosión actual.
- Caminos, acceso a embarcaderos para camión
- Servicios: (Energía eléctrica, agua para consumo humano, tel/cel, conectividad).
- Instalaciones, corrales, galpones, casa habitación, comodidades para personal.
- Infraestructura productiva, maquinaria y equipos de trabajo (bretes, tubos, balanza, baño de ganado y de lanares).
- Sombra y abrigo para animales (número de potreros con acceso):

Para organizar esta información puede ayudar un croquis del predio que tenga el productor o generarlo en común.

### **3.b. Base productiva**

También con la información previa procesada, conviene chequear aspectos de la base productiva como:

- Cantidad de animales, categorías, razas, carga, si se pudo obtener indicadores de cría como: porcentaje de destete y peso al destete.
- Superficie de pastoreo (promedio anual/ estacional), Verdeos (superficie/especies, etc.), Praderas (superficie/especies/edades, etc.), Mejoramientos de campo (superficie/especies/edades, etc.).
- Especialización productiva y principales productos vendidos.



### 3.c. Medidas de manejos utilizadas

En este punto conviene preguntar con apoyo de información aspectos de manejo como:

- Especialización productiva y principales productos vendidos
- Pastoreo mixto/áreas destinadas exclusivamente a ovinos o vacunos.
- Sistema de pastoreo en campo natural (continuo/rotativo/diferido, etc.).
- Sistema de pastoreo en áreas mejoradas.
- Uso de alambrado eléctrico.
- Estrategias de suplementación.
- ¿Controla la altura de pastoreo? ¿Es diferente según la estación del año?
- Raza ovina y bovina utilizada y ¿Por qué?
- Época y duración del entore y encarnerada.
- Edad y peso al primer entore.
- Edad de la primera encarnerada
- Uso de técnicas de control de amamantamiento
- Manejo diferencial por condición corporal, vacas de primera cría, etc.
- Criterio de descarte de vacas y ovejas, criterio de reposición con vaquillonas y borregas.
- Si realiza diagnóstico de preñez y ecografías
- Uso de inseminación artificial en vacunos y/o ovinos
- Criterios para mejora genética: compra de toros y carneros
- Revisación y sanidad de toros y carneros
- Edad y momento de destete.
- Si realiza manejo diferencial entre machos y hembras
- Época y tipo de esquila
- Manejo sanitario, antiparasitarios y vacunas (momentos y categorías)
- Criterios generales del manejo del pastoreo (esto no se obtiene en una sola pregunta, probablemente lleve bastante tiempo clarificarlo) Asignación diferencial de potreros en función de categorías/momentos de año/estado de la pastura/cantidad de pasto.

### 3.d. Estimar resultados

Con los datos aportados, sumado a información obtenida, conviene estimar algunos resultados del predios de años anteriores, entre los cuales se puede mencionar como prioritarios:

- Kg Carne vacuna/ha.
- Kg Carne ovina/ ha.
- Kg Lana/ ha
- Porcentaje de destete de vacunos y ovinos
- Producto bruto (U\$S/ha) (si es posible dividido por subrubro)
- Costos totales (U\$S/ha) y estructura de costos.
- Ingreso neto (U\$S/ha)
- Ingreso neto familiar (U\$S/año)

Revisar registros y completar información con preguntas que nos permitan calcular estos indicadores.

## 4. Plan de acción o monitoreo

Desde el acercamiento inicial con el productor y su familia hasta el seguimiento y revisión de metas, se puede agrupar este proceso en 8 etapas, a saber

- 1 - Trabajo de escritorio con información obtenida a priori.
- 2 - Recolección de datos y/o información con el productor.
- 3 - Recorrida del predio.
- 4 - Análisis de la información (en el escritorio)
- 5 - Presentación del diagnóstico previo, análisis de la información y rediseño participativo del diagnóstico presentado.
- 6 - Construcción de la propuesta de trabajo a implementar. (Proyectar mejoras en la producción física, económica y reducción de la vulnerabilidad climática) (en el escritorio).
- 7 - Presentación y validación de la propuesta con el productor, y determinar las acciones a implementar
- 8 - Evaluación permanente y seguimiento de los cambios implementa

Con el objetivo de conocer con la mayor profundidad posible a la empresa y su familia, es necesario construir un vínculo de confianza, que seguramente no se logrará en la primer visita y recorrida del predio. Para poder establecer un diálogo fluido con la familia, se podrán planificar las preguntas a responder y los temas a tratar, de manera tal que tocando todos los temas, el diálogo no se transforme en una entrevista estructurada. Puede ser de utilidad llevar un croquis impreso del establecimiento para poder comprender mejor la información brindada en la entrevista y en la recorrida.

## 5. Cronograma de visitas

### 5.a. Preparación de la propuesta

Primera salida: presentación del trabajo y el objetivo. Relevamiento de información social y productiva principalmente. Realización de croquis del predio junto al productor.

Segunda salida: relevamiento de superficies de potreros y revisar el uso del suelo. Recorre praderas, verdes, potreros con campo natural. Observar y estimar disponibilidad de forraje. Profundización de la información socio-económica-productiva (ventas, compras, uso de insumos y costos, etc.) comenzada en la visita anterior.

Tercer salida: Presentar una borrador del diagnóstico y discutir con la familia de manera de obtener de esa reunión un diagnóstico acordado entre técnico y productor.

### 5.b. Seguimiento

Las jornadas de seguimiento se plantean según la distribución de actividades y haciéndola coincidir en las diferentes estaciones del año para poder tener un análisis de los diferentes elementos del sistema bajo las condiciones de las cuatro estaciones. Si se dispone de menos jornadas, hay dos momentos en el año en los que la visita y recorrida del predio son fundamentales para poder seguir la evolución del proyecto: primavera y otoño.

En el inicio de la primavera, se empiezan a dar eventos importantes como la parición. Por lo tanto es un buen momento para evaluar la condición corporal del rodeo de cría y tomar decisiones. También es un buen momento para evaluar el estado de las pasturas y planificar su uso.

A principios de otoño es fundamental una visita de campo para planificar el invierno, es el momento de realizar el destete definitivo y planificar la estrategia de la recría de las hembras.

## 6. Cambios propuestos

A continuación se pasan a detallar, bajo la consigna de cuales son los cambios que se proponen en general en los sistemas ganaderos del país:

### 6.1 Priorizar las tecnologías de proceso:

Para muchos de los productores ganaderos, se debería de manejar los pastizales naturales con más altura (comer más arriba), es decir manejar la relación planta animal a través de la oferta de forraje. Mejorar la oferta de forraje a través de mejorar la altura de la pastura disponible al momento de ingreso de los animales a un potrero (es una variable de control). La mejor oferta, mejora entre otras cosas, el consumo animal y por ende la performance productiva y reproductiva de los animales. Esto para muchos productores implicaría inicialmente una bajada de carga del sistema, al menos en una primera etapa.

Los campos naturales manejados a una mayor altura de forraje (no tan al ras), es decir a una mayor oferta para el animal, también mejoran su estado de conservación del recurso, una mayor respuesta ante eventos de sequía extrema y en algunos casos hasta aumentan su productividad primaria de forraje, determinando a mediano plazo, para estos casos un aumento relativo de la carga del sistema.

O sea que para trabajar con más pasto en la mayoría de las situaciones deberíamos bajar la carga inicialmente, aunque puede suceder que pequeños ajustes de carga en primavera favorezca el crecimiento de las pasturas y al culminar el ciclo la carga no descienda sustancialmente.

Este cambio se sugiere realizarlo parcialmente, para ir visualizando y conociendo las respuestas animales y vegetales del sistema, y familiarizarse con la estrategia. Se debería comenzar en los potreros de mayor tamaño y con las categorías de mayor gasto de mantenimiento, como las vacas de cría en predios criadores y vacas de cría y novillos en ciclo completo.

Optimizar el balance energético del sistema a partir de mejorar la oferta forrajera y la altura de la pastura, y a partir de una mayor producción de pasto mejora el balance energético de los animales.

Por ello conviene realizar pastoreos diferidos con asignación de forraje según época del año y categorías.

Nutrición: el monitoreo de la Condición Corporal permite tener un control visual del estado nutricional del rodeo. Existe abundante información acerca de los resultados esperables de performance reproductiva en función de la Condición Corporal, fundamentalmente la que se logra en el porcentaje de parición.

Ordenar el rodeo de cría en base al manejo como por ejemplo:

- Concentrar el entore,
- destete temporario,
- destetar terneros definitivos en marzo,
- priorizar las terneras y vaquillonas en la asignación del forraje,
- vender vacas de descarte y falladas al momento del diagnóstico,
- Manejo alimentario diferencial priorizando la vaquillona de 1° y 2° cria, terneras y vacas de cría,
- llegar al otoño con buena condición corporal,
- suplementación estratégica de vaquillona y vacas de baja condición corporal.

Estas son algunas de las medidas de manejo a implementar.

Con respecto a las vaquillonas no sólo es importante llegar con un peso adecuado al entore (80% del peso adulto), sino también es importante la forma en la que la vaquillona llega, es decir la evolución de las tasas de ganancia desde el nacimiento hasta el primer entore. En este sentido, la pérdida de peso durante el primer invierno, disminuye la probabilidad de estar ciclando a inicio del entore. La suplementación durante el primer invierno de las terneras evita las pérdidas de peso invernales y tendrá efectos positivos sobre el desarrollo y la vida reproductiva de vaca.


La sombra y aguadas son inversiones importantes que luego se mantienen sin costo o con muy bajo costo.

Registros financieros (planillas de ingresos y egresos), ingreso bruto, costos, ingreso neto.

Manejo sanitario. Vacunaciones y desparasitaciones estratégicas y tácticas, con manejo de riesgo y área de cuarentena.

*“Las propuestas de cambio que el técnico pueda hacer, tendrán valor si parten de un acuerdo en las limitantes que se deben atender para levantar la producción y el ingreso. El sistema debe ser considerado como un todo, involucrando a la familia en el rediseño del sistema”*

*“Para determinar o juzgar si el sistema productivo es verdaderamente efectivo para alcanzar los objetivos, debemos conocer e integrar el juicio del valor del productor y su familia, su proyecto y manera de ejecutarlo”.*



Este libro es resultado de las presentaciones realizadas por docentes especialistas en el curso **“Introducción a la producción animal sostenible en pastoreo de campo natural”**, su contenido técnico es responsabilidad de los mismos.

## **CRÉDITOS**

### **Organización del curso, compilación de materiales y adaptación para versión impresa:**

Johanna Raykoff - Unidad de Capacitación, UGP, MGAP

### **Corrección de estilo:**

Lic. Eliana Da Cunha - Unidad de Comunicación Organizacional y Difusión, MGAP

### **Diseño:**

Lic. Paula Scavarelli - Unidad de Comunicación Organizacional y Difusión, MGAP

### **Coordinación General, diseño del curso, diagramación y contratapa:**

Ing. Agr. Marcos Martínez - Unidad de Campo Natural, DGRN

Ing. Agr. Diego Cáceres - Unidad de Campo Natural, DGRN

### **Fotografías:**

Marcos Martínez

Diego Cáceres

Gonza Pechu

Gerardo Parodi

Grupo de Ecología de Pastizales- FCIEN

Banco de imágenes de la Unidad de Comunicación Organizacional y Difusión - MGAP

### **Financiación:**

Fondo de adaptación a través del Proyecto “Ganaderos Familiares y Cambio Climático”.



Este libro es resultado de la compaginación y edición de las presentaciones realizadas en el curso “Introducción a la producción animal sostenible en pastoreo de campo natural”, dictado a fines del año 2013 a los técnicos acreditados a presentar propuestas en el marco del proyecto “Construyendo resiliencia al cambio climático y la variabilidad en pequeños productores vulnerables” (proyecto GFCC). Este curso pudo realizarse gracias al esfuerzo de la Mesa de Ganadería sobre Campo Natural y sus instituciones (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Facultad de Agronomía, Instituto Plan Agropecuario, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Secretariado Uruguayo de la Lana y Facultad de Ciencias.

Es de destacar que fue el primer curso realizado en conjunto entre todas las instituciones abordando temas de Campo Natural, por ello el libro pretende poner a disposición de todos los interesados en la temática, de la última información disponible generada por las instituciones.

Esta recopilación tiene el objetivo de aportar conocimientos recientes en ecología de pastizales naturales, con énfasis en su utilización y brindar herramientas de manejo para el diseño de sistemas sostenibles de producción animal sobre campo natural, a escala predial.

