

Cálculo y manejo en pastoreo controlado. II) Pastoreo rotativo y en franjas

Reinosso Ortiz, V.; Soto Silva, C.¹

Los sistemas rotativos son aquellos que luego del pastoreo permiten a la pastura descansar por un periodo de tiempo lo suficientemente largo como para que las plantas recuperen sus reservas y puedan volver a rebrotar (25, 26, 23, 5, 14).

En la práctica, el pastoreo rotativo consiste en subdividir un campo o potrero en varias parcelas que serán pastoreadas sistemáticamente de modo que mientras una parcela es pastoreada las demás descansan.

Existen diferentes variantes de pastoreo rotativo que pueden ser clasificadas según el número de parcelas involucradas y la velocidad de rotación (McCoster 1993, según 18), lo cual a llevado a un gran número de denominaciones como por ejemplo pastoreo rotativo, controlado, racional, racionado, intensivo, en franjas, etc. (25), pero los principios en los cuales se basan son en esencia los mismos.

Una de las variantes más empleadas es el pastoreo en franjas, en esencia es un pastoreo rotativo ideal (11) donde la superficie de las parcelas (franjas) y el tiempo de estadía en ellas es muy breve (23, 14). La gran diferencia con el pastoreo rotativo convencional es que este último presenta un número menor de parcelas y por lo tanto un mayor período de permanencia en cada una de ellas.

Dado que los cálculos y los conceptos sobre el pastoreo rotativo convencional y el pastoreo en franjas son básicamente los mismos, en este trabajo se emplearán de aquí en más ambos términos como sinónimos, así como los términos parcela y franja.

El pastoreo rotativo puede ser aplicado tanto sobre pasturas mejoradas (verdes, praderas, siembras en cobertura) como sobre campo natural (26, 12).

Existen especies forrajeras que necesitan ser manejadas bajo pastoreo rotati-

vo. Las plantas de porte erecto como alfalfa, trébol rojo, lotus, pasto ovilla (*dactylis*), cebadilla, sorgo, etc., no se adaptan al pastoreo continuo y requieren luego de la defoliación un periodo de descanso largo para recuperar el área foliar y las reservas, en cambio las especies de crecimiento prostrado como trébol blanco, lotus anual, holcus, festuca, raigrás, trébol subterráneo y *lotononis bainessi* soportan mejor el pastoreo continuo que las especies erectas (8, 5, 9).

Los ensayos que han pretendido comparar la producción animal entre el pastoreo continuo y el rotativo han dado resultados contradictorios (8, 9), el pastoreo rotativo resultaría mejor con respecto al continuo frente a alguna de las siguientes situaciones: altas dotaciones, épocas de bajo crecimiento forrajero como invierno o veranos muy secos, pasturas compuesta por especies que no toleran la defoliación muy frecuente o muy severa (5). Pastoreos continuos con baja carga, con especies forrajeras bien adaptadas a las defoliaciones frecuentes o en periodos de gran crecimiento forrajero (ej. primavera) no presentarían desventaja frente a los sistemas rotativos (5).

A pesar que en muchos casos el pastoreo controlado no ofrece ventajas sobre el continuo, la presencia de una reserva

forrajera en pie acumulada en los periodos de descanso, el mejor equilibrio en la composición botánica de la pastura y el menor enmalezamiento constituyen beneficios muy importantes (5, 9).

La figura 1 pretende sintetizar la esencia del pastoreo rotativo, mientras el descanso adecuado favorece a la pastura, los periodos breves de permanencia por parcela favorecen la producción animal, siendo el número de parcelas el factor que permite la adecuada interrelación entre el descanso y la permanencia.

A continuación se expondrán brevemente una serie de conceptos que son importantes a tener en cuenta al momento de implementar un sistema de pastoreo rotativo.

Tiempo de descanso:

El tiempo de descanso es el periodo (días) en el cual cada parcela luego de ser pastoreada permanece sin animales de modo de poder recuperarse de la defoliación. El descanso optimo varia según el tipo de pastura, la intensidad del pastoreo y la estación del año (13, 14).

Cada potrero o parcela de campo natural se podría pastorear hasta los 3 a 5 cm de altura del forraje y dejarlo descansar hasta que la pastura alcance los 12 a 18 cm de

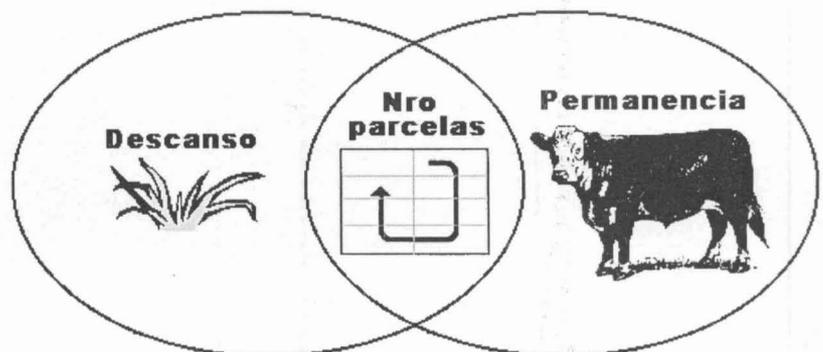


Figura 1.

¹DMV, actividad privada, Manuel Oribe 389, Artigas-Uruguay. CP. 55000. E-mail: srvet@adinet.com.uy.
Recibido: 19-09-05 Aprobado: 19-12-05

altura (12). Por otra parte Carámbula (5) sugiere como recomendación general que las especies prostradas pueden ser pastoreadas hasta los 2.5 cm y las erectas hasta 5 a 7.5 cm dejando descansar la pastura hasta que alcance 25 cm de altura. Los pastoreo muy severos afectan el rebrote, cuando la masa de forraje cae por debajo de 600 a 800 kg MS/ha por acción del pastoreo, disminuye la producción de la pastura debido a una caída brusca en la fotosíntesis, lo cual es consecuencia de la escasa área foliar remanente (5).

Es importante tener en cuenta que las rotaciones muy aceleradas con descansos muy cortos llevan a una menor producción de la pastura por debilitamiento de las plantas, mientras que las rotaciones demasiado largas con mucho descanso llevan a una pérdida de calidad de la pastura por madurez de la planta y mayor grado de senescencia del forraje (26, 5, 7, 23, 28, 12, 14).

Para que se acumule suficiente cantidad de forraje los descansos deben ser relativamente largos en periodos de bajo crecimiento forrajero (Ej. invierno, épocas de sequía, etc.), en cambio en épocas de alto crecimiento vegetal (ej. primavera) deben ser mas cortos para que la pastura acumulada no se encañe y pierda rápidamente calidad (26, 5, 7, 23, 28, 12).

En pasturas mejoradas el descanso oscila generalmente entre 30 a 60 días según el tipo de pastura y la estación del año (21, 15). (Cuadro 1).

A modo de guía para el pastoreo rotativo sobre campo natural en nuestras condiciones, Hill Secco (12) establece descansos de:

- 60 días desde principios de verano hasta mediados de otoño.
- 90 días desde mediados de otoño hasta principio de primavera.

Cuadro 1. Descanso e intensidad del pastoreo para praderas cultivadas (Brougham 1970, según Smetham 1981).

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Descanso (semanas):	4 - 6	6 - 8	3 - 4	4 - 5
Pastorear hasta una altura del forraje de (cm):	2.5 - 5	2.5 - 5	2.5 - 7.5	7.5 - 10

- 30 a 40 días en primavera.

Hill Secco (12) además señala que es importante comenzar con los descansos largos (90 días) a mediados del otoño ya que permiten la acumulación de cierta cantidad de forraje que es transferido al invierno, época de menor crecimiento de la pastura. En otoño no solo se debería incrementar el tiempo de descanso si no también el tiempo de permanencia por parcela para favorecer el consumo de los restos secos provenientes del verano, logrando así una buena penetración de la luz lo cual favorece el crecimiento de las especies invernales (28).

Por otro lado Zanoniani (28) sugiere los descansos para el campo natural según los diferentes tipos de suelos de las principales zonas ganaderas del país, lo cual puede apreciarse en el cuadro 2.

Tiempo de permanencia

El tiempo de permanencia es el periodo de tiempo (en horas o días) en el cual se pastoreada cada parcela (13, 14).

Cuanto mas corto es el tiempo de permanencia mayor y mas uniforme es la producción animal ya que al inicio del pastoreo los animales despuntan la pastura y consumen aquellas partes de la planta de mayor digestibilidad. A medida que transcurre el pastoreo va restando forraje en menor cantidad y calidad (mas tallos y menos hojas) (14, 9, 26, 11, 24, 6, 4). Además con el paso del tiempo se va reduciendo la disponibilidad de forraje por unidad de superficie y por animal, lo cual afecta el tamaño y peso del bocado, reduciéndose así el consumo voluntario (14, 4, 10).

El tiempo de pastoreo de cada parcela debería ser lo suficientemente corto como para que el rebrote no se encuentre disponible para ser cosechado (26, 20). Cuando la permanencia supera los 10 a

14 días son muchas las posibilidades que una misma planta sea cortada 2 veces o mas por el diente de los animales, lo cual reducirá el siguiente rebrote y por ende la producción de la pastura (20).

Es recomendable que el tiempo de permanencia de los animales en la parcela no supere los 7 días (11, 6, 20) siendo preferible menos de 3 a 4 días (6, 20). Lo ideal seria un tiempo de permanencia de 12 horas a 1 día (26, 6, 20) para lograr una máxima producción animal.

Cuanto más exigente es la categoría animal en cantidad y calidad de forraje, más importante será proporcionar tiempos breves de permanencia. Las vacas lecheras en lactación son la categoría mas exigente en la demanda de nutrientes, para mantener alto y constante el nivel de producción de leche el periodo de permanencia no debería superar los 2 días (6, 20, 26). En categorías menos exigentes como por ejemplo vacas y ovejas secas se puede proporcionar periodos de permanencia algo más largos sin mayores consecuencias en la producción (6, 20).

En el cuadro 3 se presenta una guía de los periodos recomendados de permanencia.

De la ecuación anterior se desprende que el tiempo de descanso de la pastura depende directamente del numero de parcelas y del tiempo de permanencia en las mismas, cuando se reduce el tiempo de permanencia en procura de una mejora en la performance animal necesariamente se debe aumentar el numero de parcelas para que el tiempo de descanso no disminuya (26).

Número de parcelas

El número de parcelas determina la flexibilidad en el control del tiempo e intensidad del pastoreo (20, 26), ya que se relaciona directamente con el tiempo de descanso de la pastura e inversamente con el tiempo de permanencia por parcela lo cual puede apreciarse en la siguiente ecuación:

$$\text{Nro. de parcelas} = (\text{Descanso} / \text{Permanencia}) + 1$$

Voisin y Lecomte (26) señalan que es más importante el número de parcelas involucradas en la rotación que su tama-

Cuadro 2. Descansos apropiados para las pasturas naturales de las principales zonas ganaderas del país (tomado de Zanoniani 1999). Se asume un forraje remanente de aproximadamente 5 cm.

Zonas	Características del tapiz	Descansos (días)		
		otoño-invierno	primavera	verano
<i>Litsoles superficiales de Cristalino y Basalto (<15 cm profundidad)</i>	<i>Gramíneas invernales mínimas y estivales adaptadas a déficit hídrico. Tapices ralos.</i>	----	----	----
<i>Litsoles negros sobre Basalto y Cristalino superficial</i>	<i>Gramíneas postradas y malezas enanas muy entramadas.</i>	60	40	60
<i>Brunosoles sobre Libertad, F.Bentos y Basalto profundo.</i>	<i>Tapices con buena proporción de invernales y estivales de buen valor forrajero. Ocasionalmente con doble estructura.</i>	60	40	50 - 60
<i>Argisoles y Brunosoles sobre Cretácico, suelo bajo pastoreables.</i>	<i>Tapices predominantemente estivales, con especies de alto porte que forman maciegas. Generalmente con doble estructura.</i>	60	35 - 40	35 - 40

Cuadro 3. Periodos recomendados de permanencia (adaptado de Emmick y Fox 1993).

Categoría	días
<i>Vacas lecheras en lactación</i>	<i>½ a 2</i>
<i>Ovejas en ordeño</i>	<i>1 a 2</i>
<i>Recría (novillitos, vaquillonas, corderos)</i>	<i>3 a 4</i>
<i>Vaca de cría con ternero, ovejas de cría con cordero</i>	<i>3 a 4</i>
<i>Otras categorías adultas secas (no lactando)</i>	<i>4 a 7</i>

Descanso = (Nro. parcelas - 1) * Permanencia.

ño. Gran número de parcelas se justifica más para el pastoreo con vacas lecheras en producción que con ganado de carne (20), ya que en los primeros los periodos de permanencia por parcela son generalmente menores.

Con ganado de carne en invernada un número de 8 a 9 parcelas sería bastante adecuado para el pastoreo rotativo sobre praderas (15). Hill Secco (12) señala que se podría comenzar un sistema de pastoreo rotativo con un mínimo de 6 potreros.

Forma de las parcelas:

Las parcelas de forma cuadrada son más eficientes comparadas con las otras formas (torta, abanico, rectángulos estrechos) porque los animales obtienen el forraje diario en un menor tiempo, con

menor caminata y pisoteo de la pastura. Además el costo en alambrado de las parcelas cuadradas es menor al de las otras formas (17). La parcela ideal no debería tener su largo mayor a 4 a 5 veces el tamaño del ancho (27).

Las parcelas con formas demasiado alargadas o con estrangulaciones llevan a un mayor daño de la pastura por el pisoteo de los animales (26). (Figura 2).

Disposición de las parcelas y acceso al agua:

La disponibilidad y acceso al agua de bebida de buena calidad por parte de los animales es un factor muy importante a considerar y puede limitar en algunos casos el diseño y manejo del pastoreo en los sistemas rotativos (27).

La solución ideal sería colocar bebederos regulados por boyas o sistemas similares en cada parcela pero indudablemente incrementaría los costos del sistema.

Una alternativa adecuada sería crear corredores con alambrado eléctrico desde la parcela hasta el lugar del agua (26), tal como se muestra en la siguiente figura. Las vacas lecheras en producción no deberían caminar más de 150 a 180 metros hasta el punto de agua y no más de 300 a 360 metros las demás categorías (27).

Ajuste de la carga:

Se denomina carga instantánea al número de animales que existe por unidad de superficie en la parcela que esta siendo pastoreada y carga global al número de animales por unidad de superficie que posee todo el potrero que fue subdividi-

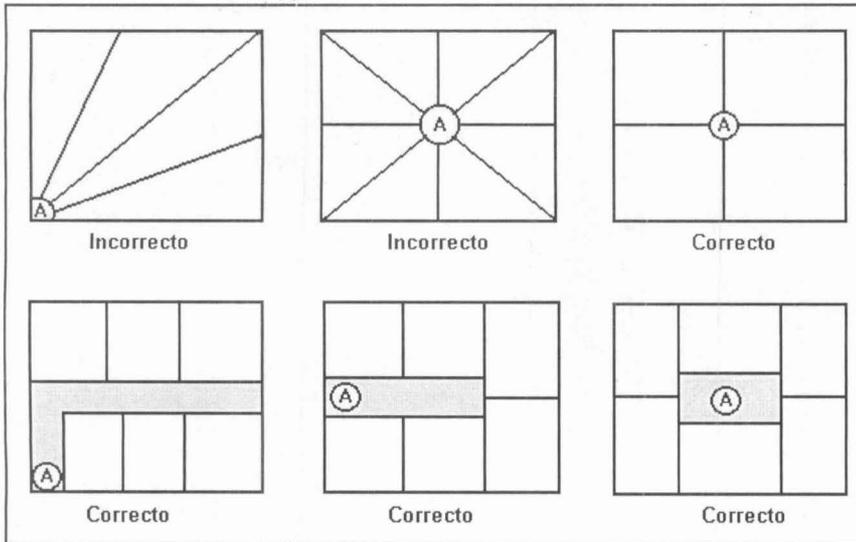


Figura 2. Formas de parcelas correctas e incorrectas (Adaptado de Voisin, 1963).
Nota: la letra A representa la aguada. Las tres últimas figuras muestran la forma correcta de realizar un corredor de acceso al agua.

do en parcelas (13, 14, 25). Por ejemplo, si un potrero de 100 ha es dividido en 20 parcelas de 5 ha cada una, siendo pastoreada cada parcela por 200 animales, la carga instantánea es de 40 animales/ha (200 animales/5 ha) y la carga global de 2 animales/ha (200 animales/100 ha).

En pastoreos rotativos el ajuste de la carga suele hacerse en base a un determinado nivel de oferta forrajera (NOF) que varía según los objetivos de producción que se persigan. En condiciones comer-

ciales, para mantener más o menos constante un determinado NOF se debe cada 20 a 25 días en invierno o cada 7 días en primavera determinar el peso vivo de los animales y la disponibilidad de la pastura (kg MS/ha) para ir ajustando en caso de ser necesario la carga o el tamaño de la parcela (19, Zanoniani 2002 comunicación personal).

En el cuadro 4 se presentan formulas para calcular la carga en base a un determinado NOF preestablecido (adaptado de 16).

Cuadro 4.

Carga inst.	=	$\frac{MSi + (\text{crecimiento} * \text{permanencia})}{PV * \%NOF * \text{permanencia}} * 100$
Carga global	=	$\frac{MSi + (\text{crecimiento} * \text{permanencia})}{PV * \%NOF * \text{Largo Rotación}} * 100$

donde:

- Carga inst.** = carga instantánea en animales /ha.
- Carga global** = carga global en animales /ha.
- MSi** = fitomasa al comenzar el pastoreo, en kg MS/ha.
- crecimiento** = crecimiento del forraje, en kg MS/ha/día.
- PV** = peso vivo promedio de los animales en kg.
- %NOF** = es el nivel de oferta forrajero deseado en % del PV.
- permanencia** = tiempo de permanencia por parcela en días.
- Largo Rotación** = largo de la rotación en días.

El largo de la rotación se define como el período de tiempo que transcurre entre el inicio de dos pastoreos sucesivos de una misma parcela, equivale a la suma del período de permanencia de todas las parcelas (13, 14), se calcula como:

$$\text{Largo Rotación} = \text{Nro. parcelas}$$

* Permanencia

$$\text{Largo Rotación} = \text{Descanso} + \text{Permanencia}$$

Recuérdese que:

$$\text{Permanencia} = \text{Descanso} / (\text{Nro. parcelas} - 1)$$

Como es de esperar, la carga instantánea y la global son dos caras de una misma moneda, y por lo tanto presentan una relación constante entre ellas, conociendo el valor de una se llega fácilmente a la otra.

$$\frac{\text{Carga instantánea}}{\text{Carga global}} = \frac{\text{Largo Rotación}}{\text{Permanencia}} = \text{N}^\circ \text{ Parcelas}$$

Muchas veces en condiciones de campo por practicidad se desprecia el crecimiento del forraje en el cálculo de la carga, para periodos breves de permanencia por parcela no considerar el crecimiento de la pastura no acarrearía demasiadas imprecisiones en la asignación diaria del forraje (16) pero con períodos de permanencia por parcela mayores a 2 días el crecimiento del forraje debe ser incluido en el cálculo (13). (Cuadro 5).

Adecuación del sistema a las fluctuaciones en la producción de forraje:

Para atenuar las fluctuaciones estacionales en la producción de forraje es necesario ir modificando a lo largo del año los períodos de descanso de la pastura (26). Cuando se pasa de una rotación larga a una más corta (con menos días de descanso de la pastura) se debe reducir el número de parcelas o el tiempo de permanencia en ellas. A su vez cuando se pasa de una rotación corta a una más larga sucede exactamente lo contrario.

A modo de ejemplo, supongamos que se está pastoreando en forma rotativa una pradera de 124 ha de superficie dividida en 31 parcelas de 4 ha cada una

Cuadro 5. Relación entre Nivel de Oferta Forrajera y producción animal.

Categoría	%NOF	Producción	Referencias
Novillos	1.5	<i>mantenimiento de peso</i>	(a)
Novillos	- 4	<i>buenas ganancias de peso</i>	(a)
Vacas de cría:			
ultimo tercio gestación	3	<i>buen performance reproductiva</i>	(b)
lactación (periodo parto-entore)	4 - 5	<i>buen performance reproductiva</i>	(b)
Vacas lecheras	4- 4.5	<i>en producción</i>	(c)
Ovinos	2 - 2.5	<i>mantenimiento de peso</i>	(d)
Ovinos	7 - 8	<i>buenas ganancias de peso</i>	(e)
Corderos en engorde	14- 15	<i>máximo consumo</i>	(f)

Nota: en todos los casos se supone pasturas de buena calidad, con disponibilidades aceptables.

Referencias

a) Vaz Mantinz, 1997; b) Nicol y Nicoll 1987, citados por Rovira 1996; c) Bargo y col. 2003
d) Ganzabal 1997; e) Banchemo y col. 2000; f) Carvalho 2002, según Azzarini y col. 2002.

(124 / 31 = 4 ha) con un tiempo de permanencia de 2 días por parcela, y se pasa de un descanso de 60 días en invierno a uno de 30 días en primavera. Para contemplar esta modificación en el sistema se puede adoptar una de los siguientes alternativas:

a) *modificar el tiempo de permanencia.*

Permanencia = Descanso / (Nro. parcelas - 1)

Permanencia en invierno = 60 / (31 - 1) = 2 días

Permanencia en primavera = 30 / (31 - 1) = 1 día

En este ejemplo al ingresar a la primavera debemos reducir el periodo de permanencia por parcelas a 1 día.

b) *modificar el número de parcelas.*

Nro. parcelas = (Descanso / Permanencia) + 1

Nro. parcelas en invierno = (60 / 2) + 1 = 31 parcelas

Nro. parcelas en primavera = (30 / 2) + 1 = 16 parcelas

Como se puede apreciar en este caso sobran 15 parcelas (31 - 16 = 15) que se pueden desacoplar de la rotación y destinarlas a otro fin (otra categoría de animales, producción de fardos de heno, ensilaje de pasturas, etc.). Cuando se pasa de una rotación corta a una larga, van a faltar parcelas y hay que acoplar aquellas parcelas que fueron destinadas a otra actividad.

Otra variante dentro del punto b) es redimensionar el tamaño de las parcelas, es decir trabajar con 16 parcelas pero con superficie de 7.75 ha. (124 ha/16 = 7.75 ha). En el cuadro 6 se presenta una síntesis del ejemplo.

División del rodeo en grupos: cabeza y cola de rotación:

En ciertas ocasiones se divide al rodeo o a la majada en dos o más grupos, de modo que una misma parcela luego de ser pastoreada por el primer grupo es pastoreada inmediatamente por el segundo y así sucesivamente con los demás grupos (26).

Para la mayoría de las situaciones no se recomienda emplear más de 2 grupos de animales (26), ya que a medida que aumenta el número de grupos, los últimos que entran a la parcela tendrán una pastura de menor cantidad y calidad, lo cual disminuye el consumo y por ende la producción.

El primer grupo (cabeza de rotación) debe ser formado con los animales de mayores requerimientos (vacas lecheras en lactación, novillos en terminación, borregos diente de leche, etc.) ya que al

Cuadro 6.

Concepto	Descanso (días)	Permanencia (días)	Nro. Parcelas	Sup. (ha)	Sup. Total (ha)
Original (pastoreo en invierno)	60	2	31	4	124
a) Modificar tiempo de permanencia	30	1	31	4	124
b) Modificar Nro. de parcelas (1)	30	2	16	4	64
c) Modificar Nro. y superficie parcela	30	2	16	7,5	124

(1) Se desacoplan 15 parcelas (15 * 4 ha = 60 ha); 60 ha desacopladas + 64 ha pastoreadas = 124 ha

ser los primeros en ingresar despuntan la pastura consumiendo así una dieta de mayor calidad. Luego de transcurrido el período de permanencia preestablecido los animales del primer grupo pasan a la siguiente parcela y los del segundo grupo ingresan a la parcela parcialmente pastoreada. Los animales del segundo grupo (cola de rotación) deben ser aquellos de menores requerimientos (vacas secas, recria, ovejas falladas, etc.) porque consumirán una dieta de menor cantidad y calidad (26, 27, 8).

Los lanares y los vacunos pueden pastorear juntos o en grupos separados. Cuando se manejan en grupos separados sería conveniente que los vacunos integrasen el grupo cabeza de rotación y los ovinos el grupo cola, ya que estos últimos realizan un pastoreo más selectivo que los vacunos.

El número de parcelas, tiempo de descanso y tiempo de permanencia se pueden calcular con la siguiente ecuación (26):

$$\text{Nro. parcelas} = (\text{Descanso/Permanencia}) + \text{Nro. grupos}$$

Debe tenerse en cuenta que a medida que aumenta el número de grupos, para obtener un mismo periodo de descanso de la pastura se debe aumentar el tiempo de permanencia o el número de parcelas (26).

EJEMPLOS DE CALCULOS DE PASTOREO ROTATIVO Y EN FRANJA

Ejemplo 1:

Se desea realizar un pastoreo en franjas con vacas lecheras de 550 kg de peso vivo, en una pradera de 18.82 hectáreas que presenta una fitomasa inicial de 2200 kg MS/ha y un crecimiento de 15 kg MS/ha/día. Se desea un descanso de la pastura de 40 días y una permanencia de los animales en cada parcela de 2 días, a un NOF del 4.5%.

Si el potrero tuviese un ancho de 160 metros, el frente de la franja tendría que ser de 56 metros, es decir cada 2 días se debe proporcionar a los animales una nueva franja de 160 * 56 metros lo que equivale a 0.896 ha.

(0.896 ha * 10000 m²) / 160 m = 56 metros.
Nota: 1 hectárea equivale a 10000 metros cuadrados.

$$\begin{aligned} \text{Nro. parcelas} &= (\text{descanso} / \text{permanencia}) + 1 \\ \text{Tamaño parcela} &= \text{tamaño potrero} / \text{Nro. parcelas} \\ \text{Animales por parcela} &= \text{tamaño parcela} * \text{carga inst.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nro. parcelas} &= (40 / 2) + 1 = 21 \text{ franjas} \\ \text{Tamaño parcela} &= 18.82 / 21 = 0.896 \text{ hectáreas} \end{aligned}$$

$$\text{Carga inst.} = \frac{2200 + (15 * 2)}{550 * 4.5 * 2} * 100 = 45.05 \text{ animales/ha}$$

$$\text{Animales por parcela} = 0.896 * 45.05 = 40.36 \text{ animales}$$

Ejemplo 2:

Se desea realizar un pastoreo en franjas con 250 corderos de 33 kg de peso vivo, en una pradera que posee una fitomasa inicial de 1400 kg MS/ha y un cre-

cimiento forrajero de 12 kg MS/ha/día. Se desea un descanso de la pastura de 60 días y una permanencia de los animales en cada parcela de 4 días, a un NOF del 8%. Determinar la superficie total de pradera necesaria para realizar el pastoreo.

$$\begin{aligned} \text{Tamaño parcela} &= \text{Nro. animales} / \text{carga inst.} \\ \text{Nro. parcelas} &= (\text{descanso} / \text{permanencia}) + 1 \\ \text{Superficie total necesaria} &= \text{Tamaño parcela} * \text{Nro. parcelas} \end{aligned}$$

$$\text{Carga inst.} = \frac{1400 + (12 * 4)}{33 * 8 * 4} * 100 = 137.12 \text{ animales/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{Tamaño parcela} &= 250 / 137.12 = 1.82 \text{ hectáreas} \\ \text{Nro. parcelas} &= (60 / 4) + 1 = 16 \text{ franjas} \\ \text{Superficie total necesaria} &= 1.82 * 16 = 29.17 \text{ hectáreas} \end{aligned}$$

Ejemplo 3:

Existen situaciones en el cual las parcelas son de superficie desigual, esto ocurre frecuentemente cuando los potreros (parcelas) están divididos con alambrados permanentes, al ser las parcelas de diferente tamaño los días de permanencia en cada una de ellas será diferente.

A modo de ejemplo, se realizara un pastoreo rotativo empleando 6 potreros (parcelas), sumando entre todos ellos una superficie de 108 hectáreas, con descanso de 60 días. La superficie de cada potrero se lista en el siguiente esquema:

Potrero:	A	B	C	D	E	F	6 potreros
Sup. (ha):	16	20	15	25	13	19	108 hectáreas

Se desea saber cuantos días deben permanecer los animales en cada potrero.

$$\text{Permanencia media por parcela} = \text{descanso} / (\text{Nro. parcelas} - 1)$$

$$\text{Tamaño medio de parcela} = \text{tamaño total del campo} / \text{Nro. parcelas}$$

$$\text{Permanencia por Ha} = \text{Permanencia media por parcela} / \text{Tamaño medio de parcela}$$

$$\text{Permanencia parcela A} = \text{superficie parcela A} * \text{Permanencia por Ha.}$$

$$\text{Permanencia media por parcela} = 60 / (6 - 1) = 12 \text{ días}$$

$$\text{Tamaño medio de parcela} = 108 / 6 = 18 \text{ ha}$$

$$\text{Permanencia por hectárea} = 12 / 18 = 0.6667 \text{ días /ha}$$

permanencia potrero A	=	16	*	0.6667	=	10.67 días
permanencia potrero B	=	20	*	0.6667	=	13.33 días
permanencia potrero C	=	15	*	0.6667	=	10.00 días
permanencia potrero D	=	25	*	0.6667	=	16.67 días
permanencia potrero E	=	13	*	0.6667	=	8.67 días
permanencia potrero F	=	19	*	0.6667	=	12.67 días

Con los datos de "permanencia media por parcela" (12 días) y "tamaño medio de parcela" (18 ha) se calcula la carga media de los potreros. La disponibili-

dad inicial es de 1200 kg MS/ha con un crecimiento de la pastura de 8 kg MS/ha/día, el peso de los novillos es de 410 kg y el NOF deseado es de 3.5%.

$$\text{animales por potrero} = \text{tamaño medio de parcela} * \text{carga inst.}$$

$$\text{carga inst.} = \frac{1200 + (8 * 12)}{410 * 3.5 * 12} * 100 = 7.53 \text{ animales/ha}$$

$$\text{animales por potrero} = 18 * 7.53 = 135.54 \text{ animales}$$

Ejemplo 4:

Probablemente en la práctica lo mas frecuente sea que las parcelas presenten tamaños diferentes y realicen diferentes ofertas forrajeras por unidad de superficie, lo cual dificulta el cálculo de la permanencia por parcela. Para resolver este inconveniente nos basamos en

la estrecha relación que existe entre el largo de la rotación y el tiempo de permanencia por parcela, dicha relación establece, que si por ejemplo una parcela dada ocupa el 30% de la superficie total del potrero, entonces el tiempo de permanencia en ella será el 30% del largo de

la rotación. Cuando las ofertas forrajeras por unidad de superficie varían en las diferentes parcelas el cálculo de la permanencia se realizan de manera similar, si una parcela aporta el 25% de la oferta forrajera total del potrero el tiempo de permanencia en ella será el 25% del largo de rotación.

$$\text{Permanencia media por parcela} = \text{descanso} / (\text{Nro. parcelas} - 1)$$

$$\text{Largo rotación} = \text{Descanso} + \text{Permanencia media por parcela}$$

$$\text{Oferta parcela A} = \text{superficie parcela A} * (\text{MSi parcela A} + \text{Crecim. parcela A} * \text{Permanencia media por parcela})$$

$$\text{Oferta total} = \text{Oferta parcela A} + \text{Oferta parcela B} + \text{Oferta parcela C} + \dots$$

$$\text{Permanencia parcela A} = \text{Largo rotación} * (\text{Oferta parcela A} / \text{Oferta total})$$

Se realizará un pastoreo rotativo empleando 6 parcelas, sumando entre todas ellas una superficie de 108 hectáreas, con descanso de 60 días. La superficie y la producción forrajera de cada parcela se lista en el cuadro 7.

¿Cuántos días deben permanecer los animales en cada parcela? (Cuadro 8).

Cuadro 7.

Parcela	Superficie (ha)	MSi (kg MS/ha)	Crecimiento (kg MS /ha /día)
A	6	1200	6
B	20	1300	8
C	15	1100	6
D	25	1000	6
E	13	1600	8
F	19	1000	6
6 parcelas	108 ha		

Cuadro 8.

<i>Permanencia media por parcela = $60 / (6 - 1) = 12$ días</i>			
<i>Largo rotación = $60 + 12 = 72$ días</i>			
<i>oferta parcela A =</i>	<i>16</i>	<i>*</i>	<i>(1200 + 6 * 12) = 20352 kg MS</i>
<i>oferta parcela B =</i>	<i>20</i>	<i>*</i>	<i>(1300 + 8 * 12) = 27920 kg MS</i>
<i>oferta parcela C =</i>	<i>15</i>	<i>*</i>	<i>(1100 + 6 * 12) = 17580 kg MS</i>
<i>oferta parcela D =</i>	<i>25</i>	<i>*</i>	<i>(1000 + 6 * 12) = 26800 kg MS</i>
<i>oferta parcela E =</i>	<i>13</i>	<i>*</i>	<i>(1600 + 8 * 12) = 22048 kg MS</i>
<i>oferta parcela F =</i>	<i>19</i>	<i>*</i>	<i>(1000 + 6 * 12) = 20368 kg MS</i>
<i>Oferta total = 20352 + 27920 + 17580 + 26800 + 22048 + 20368 = 135068</i>			
<i>permanencia parcela A =</i>	<i>72</i>	<i>*</i>	<i>(20352 / 135068) = 10.85 días</i>
<i>permanencia parcela B =</i>	<i>72</i>	<i>*</i>	<i>(27920 / 135068) = 14.88 días</i>
<i>permanencia parcela C =</i>	<i>72</i>	<i>*</i>	<i>(17580 / 135068) = 9.37 días</i>
<i>permanencia parcela D =</i>	<i>72</i>	<i>*</i>	<i>(26800 / 135068) = 14.29 días</i>
<i>permanencia parcela E =</i>	<i>72</i>	<i>*</i>	<i>(22048 / 135068) = 11.75 días</i>
<i>permanencia parcela F =</i>	<i>72</i>	<i>*</i>	<i>(20368 / 135068) = 10.86 días</i>

¿Cuál será la carga de las parcelas, si se desea realizar el pastoreo con novillos de 410 kg a un NOF del 6.5%? (Cuadro 9).

La carga de las parcelas en base a un determinado NOF se podría calcular empleando como datos la *Disponibilidad media por hectárea (MSi media)* y la *Permanencia media por parcela*.

CONCEPTOS A RECORDAR

- los descansos muy cortos de la pastura llevan a una menor producción forrajera.
- en épocas de bajo crecimiento forrajero (invierno, períodos de sequía, etc) los descansos deben ser mas largos que en épocas de rápido crecimiento (primavera, etc).
- son necesarias altas disponibilidades de forraje para obtener altos índices de producción animal, el forraje acumulado depende directamente del descanso y de la velocidad de crecimiento de la pastura.
- es recomendable que el tiempo de permanencia por parcela no supere los 7 días.
- cuanto mas breve sea el tiempo de permanencia por parcela mayor y mas uniforme será la producción animal.
- cuanto mas exigente sea la categoría animal en la demanda de nutrientes (ej. vaca lechera en producción, novillo en terminación, etc) mas importante es proporcionar tiempos de permanencia breves.
- es mas importante el número de parcelas involucradas en la rotación que el tamaño de ellas. Cuanto mayor sea el número de parcelas mayor es la flexibilidad en el manejo.
- las parcelas deberían ser lo mas cuadradas posible, lo ideal es que no posean su largo mayor a 4 - 5 veces el tamaño del ancho.
- la carga de las parcelas generalmente se ajusta en base a un determinado NOF.
- en general a mayor NOF mayor consumo y en consecuencia mayor producción por animal.

Cuadro 9.

*Aporte MSi parcela A = MSi parcela A * (superficie parcela A / Tamaño total del potrero)*

MSi media = aporte MSi parcela A + aporte MSi parcela B + aporte MSi parcela C + ...

*Aporte Crecim. parcela A = Crecim. parcela A * (superficie parcela A / Tamaño total del potrero)*

Crecimiento medio = aporte Crecim. parcela A + aporte Crecim. parcela B + ...

*aporte MSi parcela A = 1200 * (16 / 108) = 177.8 kg MS*

*aporte MSi parcela B = 1300 * (20 / 108) = 240.7 kg MS*

*aporte MSi parcela C = 1100 * (15 / 108) = 152.8 kg MS*

*aporte MSi parcela D = 1000 * (25 / 108) = 231.5 kg MS*

*aporte MSi parcela E = 1600 * (13 / 108) = 192.6 kg MS*

*aporte MSi parcela F = 1000 * (19 / 108) = 175.9 kg MS*

MSi media = 177.8 + 240.7 + 152.8 + 231.5 + 192.6 + 175.9 = 1171.3 kg MS/ha

*aporte Crecim. parcela A = 6 * (16 / 108) = 0.89 kg MS*

*aporte Crecim. parcela B = 8 * (20 / 108) = 1.48 kg MS*

*aporte Crecim. parcela C = 6 * (15 / 108) = 0.83 kg MS*

*aporte Crecim. parcela D = 6 * (25 / 108) = 1.39 kg MS*

*aporte Crecim. parcela E = 8 * (13 / 108) = 0.96 kg MS*

*aporte Crecim. parcela F = 6 * (19 / 108) = 1.06 kg MS*

Crecimiento medio = 0.89 + 1.48 + 0.83 + 1.39 + 0.96 + 1.06 = 6.61 kg MS/ha/día

Permanencia media por parcela = 60 / (6 - 1) = 12 días

Tamaño medio de parcela = Tamaño total del potrero / Nro. parcelas

Tamaño medio de parcela = 108 / 6 = 18 ha

$$\text{carga inst.} = \frac{(1171.3 + 6.61 * 12)}{410 * 6.5 * 12} * 100 = 3.91 \text{ animales /ha}$$

*animales por parcela = tamaño medio de parcela * carga inst.*

*animales por parcela = 18 * 3.91 = 70.39 animales*

Nota: Para calcular la MSi media y el crecimiento medio de la pastura hay que ponderar la MSi y el crecimiento forrajero de cada parcela por la proporción que representa la superficie de cada parcela con respecto a la superficie total del campo.



Referencias Bibliográficas

1. **Azzarini, M.; Piaggio, L.; Gaggero, C. y Cardellino, R.** (2002): "Efectos de la carga y suplementación con grano de sorgo en la producción de corderos pesados tipo SUL, de raza ideal, sobre pasturas sembradas". *Producción Ovino* 15:13-22.
2. **Banchero, G.; Montossi, F.; San Julián, R.; Ganzabal, A. y Ríos, M.** (2000): «Tecnologías de producción de carne ovina de calidad en sistemas ovinos intensivos del Uruguay», INIA, Serie Técnica 118, pp 36.
3. **Bargo, F.; Muller, L.; Kolver, E. y Delahoy** (2003): "Invited review: Production and Digestion of supplemented dairy cows on pasture" *J. Dairy Sci.* 86:1-42.
4. **Cangiano, C.** (1997): "Consumo a pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha". *En: C. A. Cangiano (ed.) "Producción animal en pastoreo"*, INTA Balcarce, pp 41-63.
5. **Carámbula, M.** (1996): *Pasturas naturales mejoradas*, Ed. Hemisferio Sur, pp. 524.
6. **Emmick, D.; y Fox, D.** (1993): "Duration of grazing". *En: "Prescribed grazing management to improve pasture productivity in New York"*. United States Department of Agriculture Soil Conservation Service and Cornell University Department of Animal Science. Internet: <http://www.caf.edu/~forage/pastutebulletin/index.htm>
7. **Escuder, C.** (1997a): "Crecimiento de las pasturas cultivadas. Algunos factores que lo afectan". *En: C. A. Cangiano (ed.) Producción animal en pastoreo*, INTA Balcarce, pp.15-26.
8. **Escuder, C.** (1997b): "Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y método de pastoreo". *En: C. A. Cangiano (ed.) Producción animal en pastoreo*, INTA Balcarce, pp 65-83.
9. **Evans, T. R.** (1982): "Overcoming nutritional limitation through pasture management". *En: J. B. Hacker (Ed.)*, *Nutritional limits to animal production from pasture*. Farnham Royal, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux, pp 343-361.
10. **Forbes, T.** (1988): "Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals". *J. Anim. Sci.* 66:2369-2379.
11. **Ganzabal, A.** (1997): "Alimentación de ovinos con pasturas sembradas", INIA, Serie Técnica 84, pp. 43.
12. **Hill Secco, M.** (1985): "Aproximación a un modelo de pastoreo intensivo", Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, pp 67.
13. **Hodgson, J.** (1979): "Nomenclature and definitions in grazing studies", *Grass and Forage Science* 34:11-18.
14. **Hodgson, J.** (1990): "Grazing management. Science into Practice", *Longman Handbooks in Agriculture*, p. 201.
15. **Minola, J.** (1993): "Invernada intensiva", Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, pp 40.
16. **Morley, F. H. W.** (1968): "Pasture growth curves and grazing management". *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 8:40-45.
17. **Muller, J. y Green, J.** (1995): "Controlled grazing". North Carolina State University. Internet: <http://www.caf.wvu/~forage/controlgrazenc/fctrl.htm>
18. **Norton, B.** (1998): "The application of grazing management to increase sustainable livestock production". *Anim. Prod. Aust.* 22:15-26.
19. **Pereira, M.** (2000): "Aspectos prácticos a tener en cuenta en la utilización de verdeos". *Revista del Plan Agropecuario* 91:37-40.
20. **Rayburn, E.** (1992): "Number and size of paddocks in a grazing system". West Virginia University, Extension Service. Internet: <http://www.caf.wvu/~forage/5718.htm>
21. **Risso, D.; Berretta, E. y Bemhaja, M.** (1997): "Avances tecnológicos para la región basáltica: I. Pasturas". *En: Tecnologías de producción ganadera para Basalto, INIA, Serie de Actividades de Difusión No. 145*, pp 1 1-6.
22. **Rovira, J.** (1996): "Manejo nutritivo de los rodeos de cria en pastoreo", Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, pp 287.
23. **Smetham, M.** (1981): "Manejo del pastoreo". *En: R.H.M. Langer (ed.) «Las pasturas y sus plantas»*, Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, pp 209-270.
24. **Vaz Martins, D.** (1997): "Suplementación energética en condiciones de pastura limitante". *En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado, INIA, Serie Técnica 83*, pp 17-22.
25. **Voisin, A.** (1963): "Productividad de la hierba", Ed. Tecnos, Madrid, pp 499.
26. **Voisin, A. y Lecomte, A.** (1968): "La vaca y la hierba", Ed. Tecnos, Madrid, pp 127.
27. **White, H. y Wolf, D.** (1996): "Control grazing of Virginia's pasture". Virginia Cooperative Extension. Internet: <http://www.caf.wvu.edu/~forage/vpi/418-012/418-012.htm>.
28. **Zanoniani, R.** (1999): "Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales", *CANGUE N° 15*, mayo 1999, pp. 13 - 17.