

# ¿CÓMO AFORAR UN POTRERO PARA PASTOREAR CORRECTAMENTE?

Zootecnista Esp. Michael Rúa Franco\*. 2010. Enviado por el autor.

\*Director general de Cultura Empresarial Ganadera;  
Presidente del Instituto André Voisin sede Colombia.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Sistemas de pastoreo](#)

## INTRODUCCIÓN

Esta es una pregunta que comúnmente se hacen los ganaderos. La verdad, es que hay tantas versiones al respecto derivadas de las diversas metodologías existentes, que no sólo el ganadero no tiene claro cómo se debe hacer un aforo correctamente, también suele suceder que ni los profesionales de las ciencias agrarias, ni los estudiantes de estas ciencias, e incluso, algunos docentes, tampoco practican correctamente esta simple metodología, pues debido a que hay tantas versiones, hoy día es fácil confundirse. Para aportar a una idónea comprensión de este tema, y con el propósito de que se pueda llevar a la práctica una metodología de aforos lo más correcta posible, a continuación explicaremos con bases científicas y experimentales los conceptos, principios, fundamentos y procedimientos sobre el aforo de pasturas para uso ganadero, y la utilidad que estos tienen para las empresas ganaderas organizadas.



## ¿POR QUÉ DEBEMOS AFORAR UN POTRERO?

Existen varias razones para realizar aforos a los potreros donde pastorea, o va a pastorear, el ganado. La razón más importante es, que si no se conoce un dato tan simple como es el aforo de un pastizal en un predio o terreno al que le daremos o le estamos proporcionando un uso ganadero, entonces no se puede hacer una correcta planificación del pastoreo.

Muchos son los estudios (Bibliografías N°: 1, 2, 12, 16, 19, 21, 30, 34) que demuestran que cuando el ganado pastorea “a sus anchas”, es decir, cuando tiene plena libertad de elegir en un potrero lo que desea consumir y/o rechazar lo que no desea consumir (lo cual es común en pastoreo libre o continuo, en pastoreo alterno y en pastoreo extensivo rotacional), entonces, tal selectividad y baja presión de pastoreo conllevan a un sobrepastoreo o subpastoreo (10, 22), situaciones en las cuales las especies útiles o deseadas declinan (son las que el ganado prefiere y por ende las que más pastorea y agota) y proliferan otras no tan deseadas (son las que el ganado rechaza y por ende las que no consume por lo cual permanecen intactas en el potrero), de tal forma que con el paso del tiempo la pastura va quedando más expuesta a la acción de la radiación solar, la fuerza de los vientos y el impacto de las lluvias, con un consecuente desgaste que la degrada.

Opuestamente, los mismos estudios sobre degradación de las pasturas a causa de los manejos de pastoreo extensivo tradicional (continuo, alterno o rotacional), demuestran también que con el incremento de la carga animal por unidad de superficie y aplicando técnicas de manejo más racionales y controladas, se logra no sólo una mayor resistencia al pastoreo, sino también una óptima persistencia de los pastos deseados, una mayor capacidad de rebrote y desarrollo, y una óptima nutrición del ganado (28, 32, 35).



Al conocer el aforo de una pastura, es decir, la producción total estimada y proyectada de pasto en un determinado ciclo de crecimiento y desarrollo de la especie de pasto producido en una determinada área, podemos entonces calcular a partir de allí la disponibilidad total de pasto por cosecha, descontar la reserva que se desea para el rebrote subsiguiente y con el pasto que queda disponible, se puede calcular la carga animal máxima de ganado, y finalmente el tamaño de los potreros para poder garantizar el éxito de la técnica de pastoreo a implementar. Esta es la manera correcta de planificar un sistema de pastoreo, de forma tal que la ganadería pueda percibir sus beneficios (28, 35):

- a) Impedir la degradación de las pasturas y hacer viable su perennidad (vida útil indefinidamente)
- b) Romper eficazmente con la dependencia del uso de insumos agroquímicos (fertilizantes altamente solubles), el uso de agrotóxicos (venenos, herbicidas o matamalezas) y el uso de arados del suelo
- c) Producir más económico (menor costo por unidad de producto)
- d) Incrementar la fertilidad natural del suelo, su productividad (biomasa) y prevenir la erosión
- e) Proteger el ecosistema ganadero y el medio ambiente en general
- f) Respetar el bienestar animal y esperar su óptimo desempeño productivo
- g) Producir carne y leche sin contaminantes (orgánicos)
- h) Producir más carne y/o leche por hectárea en uso ganadero pastoril
- i) Promover una mayor ganancia económica real (rentabilidad)

### ¿QUÉ ES EL AFORO DE PASTURAS?

Aforo es una palabra del español que deriva del verbo aforar. La mejor definición de este verbo contenida en el diccionario de la real academia de la lengua española (DRAE, 2001), es aquella que dice que aforar es sinónimo de contar o medir, por ejemplo, *medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo*. Sin embargo, no existe por supuesto una definición tan específica para “aforo de pasturas”.

Así pues, en la pascicultura, que se define a su vez como la técnica del cultivo y/o manejo de los pastizales o pastos, también denominados académicamente en términos generales como recursos pascícolas (7), ya sea para pastoreo o cualquier otro uso agropecuario, el término “aforo” ha sido extrapolado desde otras áreas del saber y aplicado a la pascicultura para denominar a la actividad propia del manejo del pasto como cultivo agrícola para alimentar al ganado pastoreador (vacuno, bufalino, caprino, ovino, equino, etc.) y que consiste en medir o cuantificar la cantidad de pasto o forraje que un determinado terreno puede producir para este fin. En otras palabras, el aforo permite medir la productividad de un suelo en uso ganadero.

El aforo entonces, debe arrojar como resultado de la medición la cantidad total expresada en kilos de pasto verde fresco (materia verde de pasto – Kg de PVF o MV) y/o pasto verde seco (materia seca de pasto – Kg de PVS o MS), es decir, la cantidad total de biomasa forrajera que se produce en un área determinada de terreno pastoril para alimentar al ganado. Debido a que resulta poco práctico y muy demorado realizar esta medición en áreas muy extensas, se acepta una medición a pequeña escala para lo cual sólo se mide la producción de biomasa en algunos metros cuadrados de área (9), midiendo aleatoriamente varias veces en diferentes puntos del terreno lo producido en un metro cuadrado de área ( $m^2$ ). Así pues, la expresión correcta de un aforo es  $Kg/m^2$  de MV o MS.

En una forma muy resumida se define entonces el aforo de pastos como la **cantidad de forraje por unidad de área expresada en  $Kg/m^2$** . Pero, debido a que la finalidad de un aforo de pastos es poder contar con una base más objetiva, si bien no puede ser considerada como una medida precisa pero si más confiable, para determinar la *carga animal o capacidad de carga animal de un predio en uso ganadero* (otra medida zootécnica que se utiliza comúnmente en la pascicultura), y entendiendo que esta carga animal se expresa a su vez como unidades gran ganado o unidades de ganado mayor por hectárea de suelo (UGG/Ha o UGM/Ha), y que el aforo es apenas una pequeña muestra de lo que un predio ganadero produce en su totalidad, el aforo luego es extrapolado a la expresión  **$Kg/Ha$** , para que con base en la cantidad de pasto producida en una hectárea de suelo se determine la carga animal de esa misma área.

Resulta más común de lo que se puede creer, que aún en la academia universitaria de las ciencias agrarias se asume como exacto o absoluto el valor obtenido como resultado de un aforo cuando en realidad es apenas un

valor de referencia, es decir, se confunde el resultado de un muestreo con el valor real de una población como si fueran exactamente lo mismo (3). En realidad cualquier aforo que practiquemos a un pastizal nos arroja un resultado afectado por un cierto grado de error que varía según el tipo de pastizal evaluado, la metodología empleada para el aforo (procedimientos en campo), y los criterios de medición que aplique quien o quienes realizan el muestreo y el pesaje de las muestras, e incluso hasta por los mismos instrumentos que se utilicen para ello.

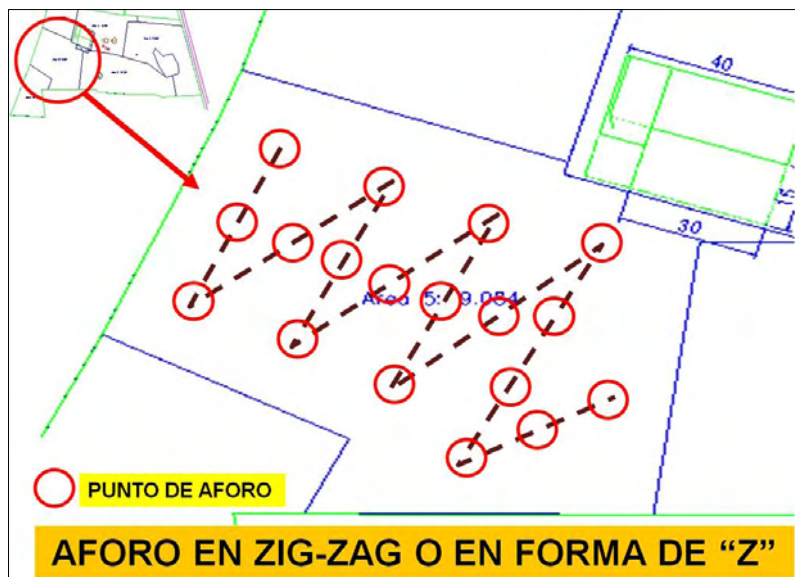
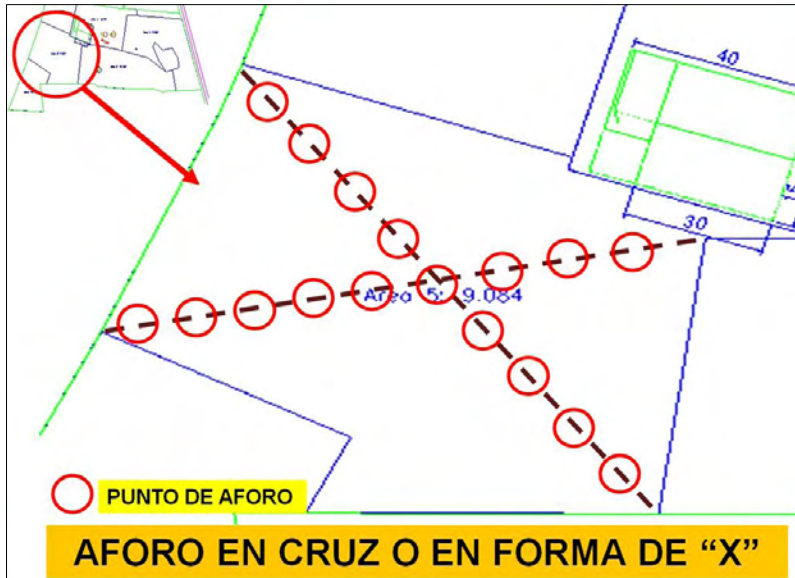
En consecuencia de esto, un aforo de pastos nunca será una medida precisa de lo que produce realmente un potrero o un predio, excepto que se pudiera pesar todo el pasto producido en ese potrero o predio, pero si podemos afirmar que el aforo es una “ponderación” de la producción de pasto a partir de una muestra representativa del pastizal evaluado que se hace de manera aleatoria y que se toma directamente en campo, en el potrero o los potreros de los cuales se desea medir su producción. Así pues, tampoco se puede asegurar que con base en el aforo podemos precisar la carga animal exacta, si acaso sólo se pueden hacer aproximaciones que sirvan como referencia (3, 24), para poder realizar así una planificación ganadera más acertada sobre una base más objetiva y sólida.

Esta ponderación por tanto será una medida de la producción estimada de pasto de un potrero o varios de ellos en un predio en uso ganadero, y servirá como base para poder deducir matemáticamente en una primera instancia la carga animal máxima estimada de ese predio, y en instancias posteriores, se podrá calcular el número y tamaño de los potreros requeridos para un óptimo manejo del pastoreo en cuanto a los tiempos mínimos y máximos de ocupación y de reposo por potrero, para así garantizar que el pastizal sea perdurable en el tiempo, y por ende, sostenible y sustentable.

### ¿CÓMO SE HACE UN AFORO?

Partiendo de la premisa que el aforo no es una medición exacta, sino un “muestreo del pastizal” mediante el cual se pretende estimar con más objetividad su producción total de forraje para alimentar al ganado, se han empleado en la pascicultura diversas metodologías para realizar el aforo de una pastura (9). La mayoría de estas metodologías de muestreo para el aforo de pastizales comparten ciertos fundamentos y criterios de medición, pero difieren particularmente en los procedimientos en campo. Los tres métodos de muestreo más comunes son:

- a) El método de muestreo en cruz (o aforo en forma de X), que consiste en ubicar las 4 esquinas del potrero “relativamente equidistantes” y recorrerlo de una esquina a otra en línea diagonal y luego en la diagonal perpendicular u opuesta (31). Cada 5 pasos se descarga el marco de aforo de 1 m<sup>2</sup> de área sobre el piso, se corta una submuestra (todo el pasto que queda dentro del marco), y se pesa con una balanza de kilos y gramos. Al final se suman los pesos de todas las submuestras y se divide por el número total de submuestras que se tomaron para obtener el “promedio aritmético” en Kg/m<sup>2</sup>.
- b) El método de zig-zag (o aforo en forma de Z), que es igual al que se implementa comúnmente para muestreo de suelos (18), y que consiste en tomar con el mismo marco de 1 m<sup>2</sup> unas 15 ó 20 submuestras por cada 10 hectáreas de extensión del pastizal recorriendo el terreno a lo largo y ancho en forma de zig-zag o de Z. Los puntos donde se toma cada submuestra los elige quien esté realizando este procedimiento y lo hace aleatoriamente, es decir, sin seguir un orden o patrón para no sesgar la muestra, pues se trata que la muestra sea representativa y no el resultado de una elección a gusto, capricho o conveniencia de quien las toma. Cada submuestra se pesa con una balanza de kilos y gramos. Los pesos de las submuestras tomadas se suman y se divide por el número de submuestras tomadas para determinar el “promedio aritmético” en Kg/m<sup>2</sup>.
- c) El método más común, el más implementado, es el aforo mediante doble muestreo por rango visual (6, 9, 17, 33) que consiste en tomar mínimo tres submuestras (mientras más submuestras se tomen menos error en el resultado) en tres o más puntos diferentes de la pastura que se eligen visualmente con base en las diferentes alturas de crecimiento del pasto (alto, medio y bajo) que se está aforando, se pesa cada submuestra que representa a cada nivel de altura con una balanza de kilos y gramos, y finalmente se suman los pesos de las tres o más submuestras obtenidas y se divide por el número de submuestras tomadas para determinar el “promedio aritmético” en Kg/m<sup>2</sup>.



Como se puede notar, estos tres métodos que se llevan a cabo mediante procedimientos muy diferentes, tienen en común que se toman varias submuestras, se pesan individualmente (idealmente en gramos), se suman los pesos individuales para obtener un peso total y se divide este resultado por la cantidad de submuestras

tomadas, para tener así el promedio aritmético o media aritmética en  $\text{Kg/m}^2$ , valor que conocemos popularmente bajo el término “aforo promedio”.

Ahora, si bien el promedio es una medida poblacional bioestadísticamente válida y muy utilizado, resulta muchísimo mejor utilizar la medida poblacional denominada “media ponderada o promedio ponderado”. Esto es porque el valor promedios o media aritmética de una muestra es tremendamente sensible a valores extremos (muy altos o muy bajos) lo cual puede hacer que el promedio no represente fielmente al conjunto de datos medidos (valores individuales de las submuestras) o a la población de donde provienen.

**Por ejemplo:** Supongamos que se está aforando una pastura, y se han tomado 10 submuestras cuyos valores en  $\text{Kg/m}^2$  son 1.0, 1.3, 1.0, 1.1, 1.1, 1.2, 1.5, 1.5, 4.5, 5.0. Sumando los 10 valores que componen a este conjunto de datos sustraídos de una población cualquiera, tenemos un total de 19.2 Kg que divididos entre 10 que es el número total de submuestras tomadas, nos da como resultado 1.92  $\text{Kg/m}^2$ . Nótese que 8 de las 10 submuestras (80% de la población) tiene peso igual o por debajo de 1.5 Kg, y apenas un 20% registran pesos superiores a 4.5  $\text{Kg/m}^2$ . Dicho de otra forma, la mayoría de los valores están por debajo de 1.5 Kg. Sin embargo, el promedio es 1.92 Kg, un valor muy alto que no puede considerarse como representativo de la población.

**Podemos analizarlo de esta otra forma:** Tomemos el valor más alto del 80% de la población que presenta los valores de peso más bajos, que es precisamente 1.5  $\text{Kg/m}^2$ , y comparémoslo con el promedio obtenido que es de 1.92  $\text{Kg/m}^2$ . Sacando la diferencia entre estos dos valores, tenemos apenas 0.42  $\text{Kg/m}^2$ , es decir, 420 gramos por  $\text{m}^2$ , lo que es menos de una libra y por consiguiente para un desprevenido podría parecer insignificante. Sin embargo, si lo ponemos en perspectiva, y traemos a la memoria que el aforo es apenas una pequeña muestra que debe representar a una población mucho mayor, entonces supongamos que la muestra se ha tomado para estimar la producción total de forraje de un predio de 10 Ha. Si una Ha mide 10.000  $\text{m}^2$ , tenemos entonces que, el aforo de 1.5  $\text{Kg/m}^2$  en 10 Ha equivale a 150.000 Kg (150 toneladas), mientras el aforo de 1.92  $\text{Kg/m}^2$  en 10 Ha equivale a 192.000 Kg (192 toneladas), de manera que la diferencia entre ambos aforos es de 42 toneladas de forraje, comida suficiente para más de 600 UGG en un solo día de pastoreo (carga instantánea), o para 12 UGG al año, lo que quiere decir en otras palabras que solo con esa diferencia se cubre la alimentación de 12 vacas adultas permanentemente. Esto da cuenta de lo impreciso que puede resultar un promedio afectado por valores extremos.

Con el promedio ponderado, justamente lo que se hace es darle importancia desigual y relativa a los diferentes valores del conjunto de datos tomados de la población. De esta manera, quien está haciendo el aforo de la pastura puede clasificar por niveles de crecimiento del pasto y asignar valores que le permitan diferenciar la importancia de cada dato en el conjunto de submuestras, para que así cada dato realmente pueda representar como es debido a la población en general.

**Por ejemplo:** Supongamos que quien esta realizando el aforo subdivide en dos alturas de crecimiento según lo que observa en el pasto del potrero a evaluar, y las llama pasto alto y pasto bajo. Supongamos también que por lo que observa en el terreno nota que predomina el pasto bajo y muy poco es alto, así que al pasto bajo le da una calificación del 90% y al pasto alto de 10%, lo cual quiere decir, que el pasto alto representa en toda la pastura apenas un 10% de la población, mientras que el 90% restante es pasto de crecimiento bajo. Supongamos que el evaluador toma las 10 muestras y que los resultados son el mismo conjunto de datos del ejemplo anterior (1.0, 1.3, 1.0, 1.1, 1.1, 1.2, 1.5, 1.5, 4.5, 5.0). Para poderlos ordenar los odemos ordenarlos de la siguiente manera:

Tabla 1.- Submuestras de un aforo clasificadas por pesos, cantidad por cada categoría y porcentaje de representación por grupos en la muestra

AFORO ( $\text{Kg/m}^2$ )	SUBMUESTRAS	VALOR TOTAL	REPRESENTACIÓN
1.0	2	2.0	90%
1.1	2	2.2	
1.2	1	1.2	
1.3	1	1.3	
1.5	2	3.0	
<b>P. PONDERADO</b>	<b>8</b>	<b>9.7</b>	
4.5	1	4.5	10%
5.0	1	5.0	
<b>P. PONDERADO</b>	<b>2</b>	<b>9.5</b>	

De esta tabla podemos deducir que:

- ◆ Tenemos 8 submuestras con un peso total de 9.7 Kg representando el 90% de la población
- ◆ El promedio ponderado de estas submuestras es:  $9.7 \text{ Kg} \div 8 \text{ submuestras} = 1.2125 \text{ Kg} \times 90\% = \mathbf{1.091 \text{ Kg}}$
- ◆ Tenemos también 2 submuestras con un peso total de 9.5 Kg representando el 10% de la población
- ◆ El promedio ponderado de estas submuestras es:  $9.5 \text{ Kg} \div 2 \text{ submuestras} = 4.75 \text{ Kg} \times 10\% = \mathbf{0.475 \text{ Kg}}$

- ◆ El aforo promedio ponderado de la población es:  $1.091 + 0.475 = 1.566$  Kg

Por supuesto este valor refleja una medida más representativa de lo que el potrero produce, con apenas una diferencia de 66 gr sobre el valor más alto de la población de crecimiento bajo, lo cual si bien en un área más grande se convierte en una diferencia significativa, no deja de ser un resultado mucho más preciso de lo que realmente produce la pastura en su conjunto.

En consecuencia de esto, y procurando que el método de aforo sea más simple pero al mismo tiempo más efectivo y preciso, podemos deducir que un aforo se hace más confiable (menos probabilidad de error) en cuanto mayor número de submuestras se puedan obtener en el área muestreada, pero, además de esto se deberá aplicar no un simple promedio aritmético sino un promedio ponderado, para lo cual será necesario acudir a la escala de calificación cualitativa de las alturas a las que la pastura se ha desarrollado y con ello poder obtener un resultado que realmente exprese que la muestra es representativa de lo que el potrero o el predio producen en su totalidad. Así pues, la metodología que más se aproxima a lo convenido, es el **método de doble muestreo**, no en vano es la más implementada en el mundo.

Para que el lector pueda practicar un buen aforo en sus predios, a continuación describiremos paso a paso este método, y complementaremos con un ejemplo práctico en el que podamos aplicar el aforo a una correcta planificación del pastoreo:

### PRIMER PASO: CALIFICAR LOS NIVELES DE CRECIMIENTO

Una pastura nunca podrá crecer de manera totalmente homogénea, es decir, no todo el pasto de un predio o de un potrero va a crecer a la misma altura, aunque puede suceder que a veces sean un tanto menos perceptibles las diferencias, pero siempre hay diferencias. Esto se debe a que el suelo naturalmente es un organismo vivo, en constante interacción con su entorno, de manera que hay puntos donde ciertos factores confluyen e influyen sobre el desarrollo de la pastura, y estos puntos van cambiando en cada ciclo de crecimiento y desarrollo de la pastura, lo cual significa que si hoy un determinado punto del potrero es el más productivo no necesariamente será igual de productivo en el futuro, pues todo dependerá de cómo fluctúan los factores que influyen sobre su fertilidad natural.

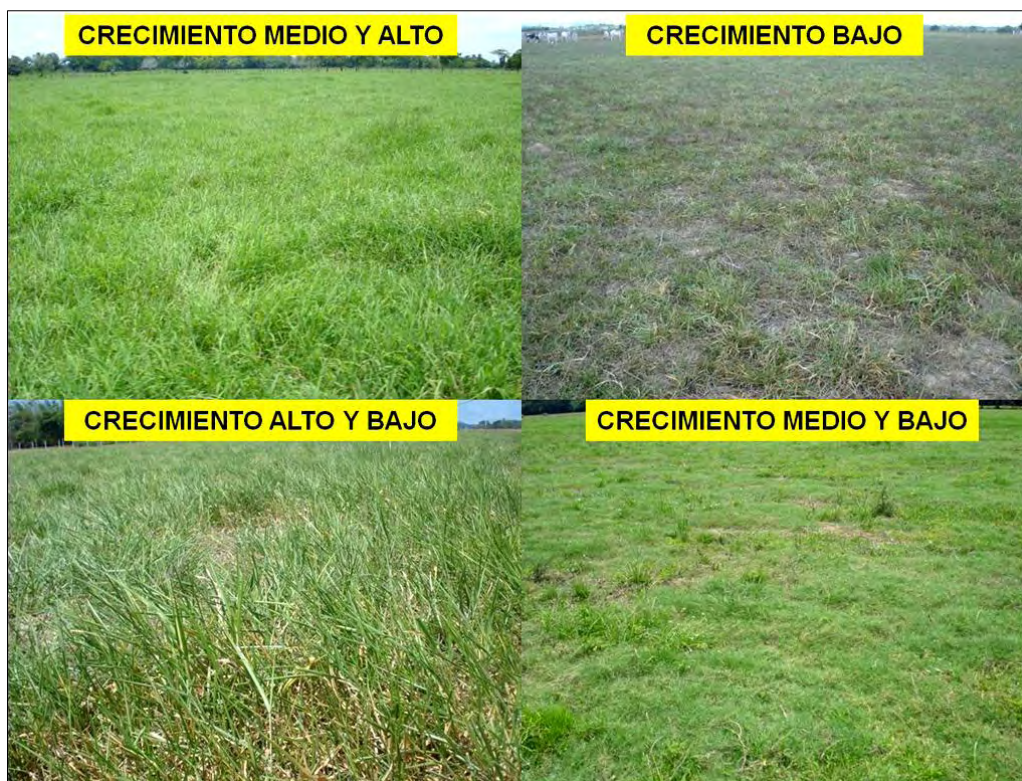
### CALIFICACIÓN CUALITATIVA (ALTO, MEDIO, BAJO)

Así pues, la persona que va a realizar el aforo debe poder distinguir panorámicamente en el horizonte de la pastura, en qué puntos del potrero está ocurriendo un mayor crecimiento, en qué puntos está ocurriendo un crecimiento medio y en qué puntos está ocurriendo un crecimiento bajo. Esta es pues la escala de calificación cualitativa más apropiada, es decir: alto, medio y bajo.



Cabe destacar que no siempre deben ocurrir los tres niveles de la escala, es decir, quien está aforando puede que sólo distinga uno o dos niveles de crecimiento, es decir, que todo el pasto está en nivel de crecimiento alto, o todo el pasto está en un nivel de crecimiento medio, o todo el pasto está en un nivel de crecimiento bajo. Por ejemplo, es muy común e incluso muy normal que en un terreno de pastoreo donde la pastura está degradada solo se presente un crecimiento bajo (por debajo de  $1 \text{ Kg/m}^2$ ), así como también sería muy normal que en una pastura que ha sido sembrada recientemente con toda la técnica del caso y que no ha sido pastoreada previo al aforo se

presente un nivel de crecimiento alto (superior a 3 Kg/m<sup>2</sup>). Y si una pastura ha sido manejada controladamente, pero el clima no es del todo favorable ni tampoco es adverso, es probable que el crecimiento sea limitado pero aceptable entonces no hay ni altos ni bajos sino un nivel medio. Aclarando que no es habitual que se presente un solo nivel de crecimiento, es necesario advertir que si pudiera ser posible que se presenten estos casos, y que lo más frecuente es que se presenten niveles diferenciados. También es igualmente posible que solo se presenten dos niveles de crecimiento, por ejemplo: alto y bajo, medio y bajo, medio y alto.



### CALIFICACIÓN CUANTITATIVA (PORCENTAJES)

Tras identificar los diferentes niveles de crecimiento que se presentan en el área que se desea aforar, quien está aforando debe complementar esta calificación cualitativa con una calificación cuantitativa, asignando un valor de representatividad a cada nivel de crecimiento que es lo que permitirá establecer la importancia que tiene cada nivel de crecimiento en el conjunto, es decir, en la muestra, y además, es lo que va a permitir que podamos ponderar el aforo para garantizar su mayor precisión. Esta calificación cuantitativa como se mostró en el ejemplo (tabla 1), se hace asignando porcentajes a cada nivel de crecimiento. Este porcentaje debe ser un estimado de lo que visualmente ocupa en el área total cada nivel de crecimiento, de modo que al ponderar los resultados se pueda obtener una medida más precisa. Para esto es necesario que la persona a cargo del aforo no solo visualice desde un punto fijo todo el horizonte de la pastura, sino que haga un recorrido caminando el potrero y así poder identificar con precisión los niveles de crecimiento, para poder estimar el porcentaje que cada uno representa en el potrero. Por supuesto, esta calificación debe hacerla una misma persona, para que siempre se califique con el mismo rigor.

Para mejor comprensión, trabajemos un ejemplo: Supongamos que el evaluador recorre un potrero, e identifica los tres niveles de crecimiento. Luego, con base en sus observaciones sobre el terreno, percibe que el nivel de crecimiento bajo predomina y al cálculo visual determina que esa dominancia representa un 65% del área total; al mismo tiempo percibe que el nivel de crecimiento alto es el de menor representación y determina un 15% de participación en el área total; si entre los niveles bajo y alto ocupan un 80% del total de pasto producido en el área evaluada, por diferencia se deduce que el nivel medio representa el 20% restante. Como podemos ver, la diferencia entre el nivel alto y medio es apenas un 5%, así que en el campo no debe notarse una diferencia muy amplia entre ellos, apenas lo suficiente como para que el evaluador pueda determinar que, aún por poco, hay una diferencia a favor del nivel de crecimiento medio. Por ende, para mayor precisión, el evaluador puede ajustar estos porcentajes cuantas veces lo considere apropiado.

Sería ideal que esta parte del aforo no fuera tan subjetiva, pues se determina visualmente, lo cual es una metodología imprecisa, y no a través de un método más exacto, pero, en realidad lo que el lector debe comprender es que si bien el aforo es una combinación de metodologías subjetivas (calificación visual) y objetivas (corte y pesaje de submuestras), y que por tanto es inevitable que lleve implícita una leve imprecisión. Aún así, el aforo es

la mejor, o tal vez, la única herramienta de la que disponemos para poder planificar y proyectar correctamente una empresa ganadera en pastoreo.

## SEGUNDO PASO: UBICAR PUNTOS PARA MUESTREO

Recordemos que el aforo no debe producir resultados sesgados, es decir, al amañó o capricho de quien realiza la medición, sino un resultado que represente lo más fielmente posible lo que el potrero o el terreno en realidad produce. Así pues, los puntos donde serán tomadas las submuestras deben ser elegidos aleatoriamente (sin orden alguno), completamente al azar, razón por la cual en los métodos de aforo en cruz o en zig-zag está la ventaja que no hay manera de elegir donde hacer el aforo, sino que donde se da el paso allí se descarga el marco de aforo, pero al mismo tiempo tiene la desventaja que dentro del área de medición (interior del marco de aforo) puede haber diferentes tipo de crecimiento y se imposibilita ponderar el aforo. En consecuencia, lo que debe hacer el evaluador es que con base en los niveles de crecimiento observados durante el recorrido por el área del potrero, elige al menos tres puntos diferentes y lo más distantes posible uno del otro por cada nivel de crecimiento, totalizando nueve (9) submuestras en tres niveles de crecimiento, seis (6) submuestras cuando se presenten solo dos niveles, y con menos frecuencia tres (3) submuestras cuando se presenta un solo nivel de crecimiento, y así se reducen las posibilidades de error, dado que por cada submuestra hay tres repeticiones.



## TERCER PASO: COLOCAR MARCO DE AFORO Y DELIMITAR ÁREA DE MUESTREO

Una vez el evaluador va ubicando cada punto para el muestreo respectivo, descarga el marco de aforo sobre el suelo y realiza una óptima delimitación del área de muestreo, con el propósito que al interior del marco de aforo quede única y exclusivamente el material vegetal (gramíneas y demás especies) que produce exactamente la porción de suelo que delimita el marco. Es normal que al descargar el marco de aforo la parte aérea de algunas plantas sea atrapadas por el marco, pero que si miramos la base de donde ellas emergen se puede observar que no hacen parte del área que el marco delimita sino de sus alrededores. Para evitar que esto sea una causa de error (sobreestimación) del muestreo y la medición respectiva, el evaluador debe inclinarse y retirar cuidadosamente del interior del marco de aforo todo aquel material vegetal cuya base y sus raíces están hacia el exterior del marco de aforo y que al descargar el marco quedó dentro del área delimitada pero que no hace parte de ella.





## CUARTO PASO: CORTAR LA SUBMUESTRA

Cuando ya se ha limpiado bien el área de aforo dejando solo el material vegetal producido al interior de los límites que establece el marco de aforo, se procede a realizar un corte **a ras de suelo** de todo el material vegetal que queda al interior del marco obteniendo así la submuestra.

Comúnmente se tiene la tendencia de cortar la submuestra “a la altura que el ganado debe pastorear”, lo cual es un planteamiento equivocado y en realidad se constituye en una causa de error en los aforos. De hecho, en la academia algunos docentes enseñan a los estudiantes a realizar el aforo de esta forma, pero esta es una enseñanza errónea.

Los profesionales e investigadores que trabajan en el área de pastos y forrajes aún no se ponen de acuerdo sobre cuál debe ser la altura a la que debe pastorear el ganado. La mayoría aseguran que la altura a la que debe quedar el pasto en pastoreo rotacional después del pastoreo es entre 10 y 15 cm (14, 26, 27), otros dicen que debe quedar a una altura menor entre 5 y 8 cm (4, 15, 20, 25). Pero, cabe destacar que cuando se trata de pastoreos estrictamente controlados (pastoreo racional intensivo – PRI, pastoreo voisin – PV, pastoreo racional voisin – PRV, pastoreo inteligente – PI, entre otros), en los cuales se anula por completo el uso de agroquímicos (fertilizantes solubles), de agrotóxicos (herbicidas, insecticidas, parasiticidas, etc.) y arados de todo tipo, haciendo más económica la producción ganadera mientras hay un total respeto por la naturaleza y el ambiente, generando carne y leche sin contaminantes (orgánicos) para el consumo humano, y que por lo tanto son la mejor manera de practicar la ganadería en el presente y hacia el futuro, la altura del remanente a la cual se logra el mejor rebrote (más rápido y vigoroso) y la perennidad de la pastura en su mejor estado (abundante y con óptima calidad nutricional) ocurre dejando mínimo 3 y máximo 7 cm de altura pospastoreo (13, 23, 28, 32).

En el 61° curso internacional y 2° en Colombia de Pastoreo Racional Voisin (PRV) dictado en Bogotá en julio de 2010 por Pinheiro L.C., fue presentado un avance en la investigación que realiza constantemente el Instituto André Voisin sede Brasil, a cerca de la altura del remanente para las pasturas tropicales en programas ganaderos en los que se implementa PRV, indicando que Cordeiro, F. y Pinheiro, L.C. (hijo), en el año 2009, concluyeron como resultado de su investigación, que comparativamente un residuo del pasto pospastoreo de 3 cm es más eficiente que un residuo de 12 cm. Estos resultados apoyan la hipótesis que en PRV, el rebrote se da fundamentalmente a partir de reservas que la planta acumula en su base y raíces y que por ende es necesario un pastoreo rasante.

No cabe duda alguna entonces, que si los más destacados pasciólogos contemporáneos tienen posturas tan diversas a cerca de la altura del remanente, incluso respaldadas por sus observaciones en campo, no resulta nada lógico realizar un aforo cortando la submuestra a una determinada altura, porque entonces tendríamos que definir primero a qué altura realmente consume el ganado el pasto.

Ahora, como si esto fuera poco, las academias también se equivocan enseñando a sus estudiantes de las ciencias agrarias, que además de tomar la muestra de aforo a la altura en que supuestamente consume el ganado la pastura, se deben descontar adicionalmente pérdidas de forraje. Por ejemplo: Supongamos que el evaluador toma una muestra a 15 cm del suelo para que quede un remanente, y que el resultado de su aforo es de 1 Kg de MV/m<sup>2</sup>, lo cual equivale a 10 toneladas/Ha de forraje. Luego, la academia dice que se debe realizar un segundo aforo pospastoreo para determinar el aforo del residuo, y así por diferencia poder establecer el porcentaje de pérdidas. Entonces el mismo evaluador realiza otro aforo a la salida del ganado del potrero, y obtiene como resultado 0,3 Kg de MV/m<sup>2</sup> que equivalen a 3 toneladas/Ha de forraje. Luego, se supone que 10 toneladas/Ha son el 100%, así que por diferencia se deduce que 3 toneladas/Ha son el 30% que se supone es el porcentaje de pérdidas.

Quienes en la academia enseñan esto, argumentan que las pérdidas están causadas por múltiples factores como el pisoteo (se dice que donde un bovino pisa los otros no comen), las excreciones (deposiciones fecales y orina, pues se dice que donde estas caen los demás animales no comen), la salivación a las plantas (se dice que un bovino no come donde otro ya ha comido), el aplastamiento del forraje (donde el ganado se acuesta ningún animal come), las gramas o arvenses que el ganado decidió no pastorear, etc. En realidad todo esto es totalmente cierto, estas son causas evidentes y contundentes para que parte del pasto producido en un potrero se desperdicie, más no necesariamente implica que se pierda.

Cualquier persona con un buen sentido de la observación y de la racionalidad ha notado que el ganado que pastorea con toda libertad, lo cual únicamente ocurre cuando la carga animal en los potreros es más baja de lo que el potrero puede soportar, o lo que es lo mismo, el área del potrero es más extensa de lo que el ganado requiere para alimentarse en una jornada normal de pastoreo (a esto es a lo que se denomina realmente pastoreo extensivo – una amplia extensión en la que el ganado pastorea libremente –), entonces puede seleccionar lo que desea consumir y a su vez tiene toda libertad de pisotear, defecar, orinar, acostarse, etc. por lo que el desperdicio de pasto producido se torna muy alto. Pero no sucede así en los sistemas de pastoreo racional intensivo, de manera que las altas pérdidas solo son una consecuencia del mal manejo de una pastura permitiendo el libre pastoreo del ganado en los potreros.

Ahora, el planteamiento mediante el cual se propone descontar “pérdidas” como se ha descrito parece correcto, pero, ¿dónde están los errores?, pues son varios y los describiremos a continuación:

- 1) Si voluntariamente se hace un aforo alto (15 cm según el ejemplo), el evaluador no tiene forma de conocer cuantos kilos de pasto quedaron en el terreno como remanente, de modo que el aforo realizado en realidad no corresponde a la estimación de la “producción total” de forraje de un terreno, sino apenas a una porción de dicha producción, pues el suelo ha producido tanto el pasto cortado para la muestra como el remanente que se ha dejado voluntariamente sin cortar.
- 2) En consecuencia de lo anterior, no se puede decir que el peso de la muestra corresponde al 100% de lo producido. Pero, debido a que se desconoce cuanto pasto queda en el remanente, tampoco es posible establecer a partir del peso de la muestra, cuál es el porcentaje de pasto que esta muestra representa, ya que el verdadero 100% del forraje producido en este terreno lo conforman la suma del pasto cortado para el aforo y el remanente no cortado.
- 3) Se toma como válido que tras la salida del ganado se practique el aforo al residuo para determinar que cantidad de pasto se ha “perdido”, y que preferiblemente debemos denominar “desperdiciado” porque si bien no lo aprovecha el ganado, este será aprovechado por el suelo como parte de la materia orgánica que va a descomponerse. Ahora, analizando bien, ¿dónde (en qué puntos) se realiza este aforo residual?, ¿será posible aforar con precisión en los puntos donde el ganado defecó, orinó, salivó, se acostó, pisoteo, etc.?, por supuesto, la respuesta es “no”. Al evaluador no le queda más que hacer el aforo en ciertos puntos donde queda un remanente de pasto; fíjense bien, el aforo se hace en el “remanente”. Pero, ¿no es este remanente la porción de pasto que el evaluador decidió no cortar antes de ingresar el ganado al pastoreo?. Por deducción está claro entonces que lo que hace el evaluador es pesar el pasto que dejó de pesar antes del ingreso del ganado. Este sin duda es un craso error de quienes realizan este tipo de medición, porque este remanente no se debe descontar del peso obtenido de la muestra tomada (recordemos que fue de 1 Kg/m<sup>2</sup> según el ejemplo) ya que no hace parte de él, es decir, es imposible descontar de este kilo de pasto los 300 gramos (0,3 Kg) del aforo residual porque uno es complemento del otro. Dicho de otra manera, si el 100% de la pastura producida corresponde a lo cortado para el aforo sumado al remanente que no se cortó, no podemos descontar el aforo residual del aforo previo al pastoreo, porque si lo que pesamos después del pastoreo es el remanente (0,3 Kg - que es lo mismo que decir la porción de pasto no cortada en el aforo previo al pastoreo), ¿cómo vamos entonces a descontar los 0,3 kilos no cortados del kilo que si fue cortado y además denominarlos como pérdida?, cuando sabemos que lo cortado (1 Kg) y lo no cortado (0,3 Kg) es el total producido (1,3 Kg).
- 4) En consecuencia de lo anterior, no es posible determinar con precisión las pérdidas (desperdicio), es decir, el pasto que queda debajo de las heces, o el que queda enterrado en el suelo con la pisada del ganado, o aquel impregnado de saliva o de orina porque simplemente no podemos visualizarlo para poder medirlo, y de forma similar ocurre con las otras causas de desperdicio de forraje durante el pastoreo. Como este desperdicio es imposible aforarlo, en realidad no podemos predecir con base en aforos pospastoreo cuánto pasto se va a desperdiciar realmente durante el pastoreo, de manera que la mejor referencia que podemos manejar es la del pasto remanente.
- 5) En suma a lo anterior, podemos asegurar con absoluta convicción, que nadie hace un aforo con regla o cinta métrica en mano para medir a que altura cortar la submuestra para el aforo, pues se dificultaría aún más la medición, de tal manera que el resultado del aforo dependerá de cada evaluador ya que estos son quienes visualmente calculan la altura para hacer el aforo, por ende, si varios evaluadores ingresan a un mismo potrero y le practican el aforo individualmente, podemos esperar con plena seguridad que ninguno obtendrá un resultado exactamente igual al que obtuvieron los demás, y esto no es solo una hipótesis de quien escribe este artículo, sino el resultado de múltiples investigaciones de diferentes pasciólogos que lo corroboran (3).
- 6) Pero además de la subjetividad de la determinación visual de la altura a la que se haría un aforo suponiendo que el ganado consumirá a dicha altura, nadie puede asegurar que la altura a la que se haga el aforo será exactamente la misma altura a la que va a pastorear el ganado y esto por dos motivos fundamentales: primero, porque el ganado tampoco posee una regla o escala de medición en su lengua, ni tampoco un dispositivo que podamos configurar para que pastoree a la altura que nosotros hemos elegido para el aforo, y segundo, porque si bien la altura del remanente la decidirá al final el empleado a cargo de mover el ganado de un potrero a otro, ellos no van a estar midiendo la altura del remanente con instrumentos de medición precisa para retirar el ganado, sino que también lo van a determinar visualmente, y por supuesto, la visión es totalmente subjetiva para este fin, pues depende de la calidad visual y del criterio de cada empleado, lo cual traerá como consecuencia que la altura del remanente varía según el empleado lo decida, y de hecho, ellos ni siquiera se toman esta molestia, pues la tradición para cambiar el ganado de un potrero a otro consiste en retirar el ganado cuando mejor les parezca, y lo hacen siempre a su conveniencia, no a la conveniencia del ganado ni de la pastura.

Por todas estas razones, es apenas lógico pensar que si se realiza un aforo alto de la pastura (aprox. 10 a 15 cm) suponiendo (porque no se puede asegurar tal cosa) que a esa altura consume el ganado, vamos a subestimar la producción forrajera del terreno aforado ya que solo tomaremos una porción del pasto producido y no su totalidad, y por consiguiente, será imposible determinar la cantidad de pasto que se ha dejado como remanente debido a que ese remanente no lo hemos incluido en el pesaje inicial.

Así pues, siendo la pascicultura más que una técnica un verdadero arte (36), “el arte del pastoreo”, no siendo la vaca ni tampoco el empleado a cargo del ganado quienes planifican el pastoreo, tampoco serán ellos quienes decidan cuánto forraje descontar del aforo para dejar como remanente en los potreros para garantizar su rebrote vigoroso y minimizar las pérdidas, sino que de eso se encargará exclusivamente el profesional encargado de diseñar el sistema de pastoreo a implementar, pues de eso es de lo que se trata la planificación que hagamos, para poder lograr el máximo aprovechamiento del pasto como alimento del ganado, y al mismo tiempo, cosecharlos siempre en su estado de calidad nutricional más óptimo de manera que podamos esperar el mejor desempeño productivo del ganado que lo consume.

Quien diseñe la planificación del pastoreo, será entonces quien decida según su experiencia, cuánto pasto dejar como remanente, sabiendo que la altura del remanente más adecuada debe ser entre 3 y 5 cm, pero sin exponerse al riesgo de un sobrepastoreo de las pasturas en los potreros.

Toda esta explicación era pues necesaria, para poder argumentar que **el corte del pasto para el aforo no debe hacerse alto, sino a ras de suelo**, con el propósito de medir la “producción total” y con base en ella y en la planificación que haremos subsiguientemente, deducir el remanente (con desperdicio incluido), y con el pasto que queda después de esta sustracción poder proyectar la carga animal máxima.

Finalmente es necesario mencionar, que los aforos no sólo se hacen previo al ingreso de ganado a los potreros, también se hacen a su salida. Así pues, es necesario hacer como mínimo dos aforos por cada potrero que se desee evaluar, uno antes del pastoreo y otro después del pastoreo. Los momentos clave para realizar los aforos son: máximo un día antes de ingresar al ganado al potrero (aforo prepastoreo) y preferiblemente entre 1 y 4 pm para evitar que la humedad de la noche y la mañana que impregna las hojas y tallos con agua de rocío influyan en los pesos de la muestra, y el segundo por tardar un día después de retirar al ganado del potrero e idealmente el mismo día que salen (aforo pospastoreo), lógicamente también en horas de la tarde.

De esta manera, el evaluador obtiene solo dos datos, el primero que representa la producción total de pasto en cada potrero (aforo prepastoreo), y el segundo que representa el residuo (aforo pospastoreo). Con estos dos datos se calcula cuánto pasto queda como remanente, el cual como es apenas natural incluye el desperdicio si lo hubiere, porque como ya se dijo, en realidad nada del material vegetal se pierde, pues o lo aprovecha el ganado o lo aprovecha el suelo y su microbiota (organismos vivos de tamaño microscópico que descomponen la materia orgánica acumulada en la capa superficial del suelo).

El procedimiento para hacer ambos aforos es exactamente el mismo, solo hay que considerar que posiblemente el aforo pospastoreo requiere de una escala de calificación (primer paso del aforo) más desigual ya que el ganado no consume el pasto por parejo entonces no será tan fácil establecer pocas alturas. En consecuencia, el evaluador debe intentar tomar un número de muestras tal que le permita obtener un resultado lo más representativo posible del forraje residual o remanente.

## QUINTO PASO: PESAR LA SUBMUESTRA

El procedimiento de campo del aforo culmina con este paso, en el que simplemente se mide con ayuda de una balanza de kilos y gramos el peso de cada submuestra, y estos se registran en una planilla de aforos para luego en oficina poder realizar los cálculos matemáticos de la poderación y de extrapolación a las unidades de área que tenga el terreno aforado para concluir la producción total de forraje en el predio.



## INSTRUMENTOS PARA REALIZAR UN AFORO

Básicamente se necesitan implementos que fácilmente hay en una finca y son:

- ◆ Un marco de aforo de un metro cuadrado ( $1 \text{ m}^2$ ), que se elabora fácilmente con cuatro varas de 1 metro de largo unidas por sus extremos formando exactamente un cuadrado. Algunos evaluadores utilizan marcos de  $0,25 \text{ m}^2$  (que son una cuarta parte del marco de  $1 \text{ m}^2$ ), pero estos marcos no se recomiendan ya que el aforo obtenido se ajusta matemáticamente multiplicando por 4 para convertirlo a  $\text{Kg/m}^2$ , pero, eso hace mucho más impreciso el aforo porque en  $1 \text{ m}^2$  la vegetación de un potrero puede cambiar significativamente. En otras palabras, si es imprecisa la medida de  $1 \text{ m}^2$  cuánto más la de  $0,25 \text{ m}^2$ .



- ◆ Un cuchillo, machete, navaja o tijeras de jardinería bien afilados



- ◆ Una bolsa, talego, costal o faja donde se pueda colocar el pasto cortado para pesarlo (si este utensilio es pesado, se debe primero calibrar la balanza en ceros, o pesar el utensilio para deconstar el peso del aforo y así no contar esos gramos de más como parte del aforo)



- ♦ Una balanza de gancho que dé la medida de peso en kilos y gramos y que sea portátil (transportable a los potreros) ya que las submuestras se deben pesar de inmediato tras el corte



## SEXTO PASO: PONDERAR LOS VALORES PARA ESTABLECER UN SOLO VALOR PROMEDIO DE AFORO

Después de las mediciones en campo se procede en oficina a realizar los cálculos matemáticos para poder determinar el verdadero aforo por promedio ponderado. Recordemos que la muestra es el conjunto de submuestras, y por tanto, el peso de la muestra es el promedio de pesos de la submuestra, pero que el valor toma mayor precisión al ponderarlo con las calificaciones cualicuantitativas (nivel de crecimiento de cada submuestra y porcentajes de representación por cada nivel de crecimiento). Este procedimiento matemático de ponderación entonces es un ajuste estadístico para que el resultado final sea un dato sumamente confiable para proceder a la planificación del pastoreo.

La ponderación entonces se realiza de la siguiente manera: El evaluador debió registrar el peso de cada submuestra en una planilla de aforos al tiempo que calificó su nivel de crecimiento para poder ubicar los datos por grupos representativos. Una muestra de esta planilla se presenta aquí:

Tabla 2.- Ejemplo de una planilla para registrar aforos en campo

PLANILLA DE AFOROS PREPASTOREO					
Nombre de la finca: El Country					
Identificación del potrero: P8					
Área del potrero: 3,1 Ha (31.000 m <sup>2</sup> )					
FECHA	HORA	SUBMUESTRA N°	PESO (gr)	NIVEL DE CRECIMIENTO	PORCENTAJE POR NIVEL
Julio 10 de 2010	2:35 pm	1	600	Bajo (NB)	35%
Julio 10 de 2010	2:45 pm	2	1300	Medio (NM)	50%
Julio 10 de 2010	2:55 pm	3	700	Bajo (NB)	35%
Julio 10 de 2010	3:05 pm	4	550	Bajo (NB)	35%
Julio 10 de 2010	3:15 pm	5	1450	Medio (NM)	50%
Julio 10 de 2010	3:25 pm	6	3100	Alto (NA)	15%
Julio 10 de 2010	3:35 pm	7	3050	Alto (NA)	15%
Julio 10 de 2010	3:45 pm	8	2000	Medio (NM)	50%
Julio 10 de 2010	3:55 pm	9	3500	Alto (NA)	15%
Totales		9 submuestras	16.250 gr	---	100%
Promedios		---	1.805,6 gr	---	---

Nótese que se tomaron 3 submuestras por nivel de crecimiento con sus respectivos pesos, y se registró también la identificación del potrero aforado, el área total del potrero, la fecha en que se realizó el muestreo, la hora en que fue colectada cada submuestra, el nivel de crecimiento al que pertenece cada submuestra, y el porcentaje que corresponde al grupo por nivel de crecimiento. Con estos datos se procede al cálculo del promedio ponderado de la siguiente manera:

$\Sigma$  Pesos de submuestras (NB):  $600 + 700 + 550 = 1.850$  gr

$\Sigma$  Pesos de submuestras (NM):  $1300 + 1450 + 2000 = 4.750$  gr

$\Sigma$  Pesos de submuestras (NA):  $3100 + 3050 + 3500 = 9.650$  gr

Promedio aritmético (NB):  $1.850$  gr  $\div$  3 submuestras = 616,7 gr

Promedio aritmético (NM):  $4.750$  gr  $\div$  3 submuestras = 1.583,3 gr

Promedio aritmético (NA):  $9.650$  gr  $\div$  3 submuestras = 3.216,7 gr

Promedio ponderado (NB):  $616,7$  gr  $\times$  35% = 215,8 gr

Promedio ponderado (NM):  $1583,3$  gr  $\times$  50% = 791,7 gr

Promedio ponderado (NA):  $3.216,7$  gr  $\times$  35% = 482,5 gr

Promedio ponderado de la muestra: sumatoria de los promedios ponderados por nivel de crecimiento

Promedio ponderado de la muestra:  $215,8$  gr +  $791,7$  gr +  $482,5$  gr = **1490 gr (1,49 Kg/m<sup>2</sup>)**

Producción total de forraje en el potrero P8:  $1,49$  Kg/m<sup>2</sup>  $\times$  31.000 m<sup>2</sup> = 46.190 Kg (46,19 Ton)

Producción de forraje por Ha:  $46.190$  Kg  $\div$  3,1 Ha = 14.900 Kg

**Nota:** Se ha calculado este dato final para mostrar la manera como se deduce la producción de forraje por hectárea de suelo en el ejercicio del ejemplo, pero, se debe tener en cuenta que esto se hace solo cuando se tienen aforados todos los potreros de la finca, porque si se hace para cada potrero se comete un error de procedimiento, ya que la producción por hectárea debe deducirse de la producción total y no de la producción por potrero, de lo contrario, cada potrero mostrará una producción por Ha diferente según el potencial productivo de cada potrero. La producción total de forraje de un predio se denomina "base forrajera" del predio ganadero.

Tabla 3.- Claculo del promedio ponderado para el aforo

NIVEL DE CRECIMIENTO	AFORO (gr/m <sup>2</sup> )	Σ	PROMEDIO (Σ ÷ n*)	REPRESENTACIÓN POR NIVEL DE CMTO	PONDERACIÓN	PROMEDIO PONDERADO POR NIVEL DE CMTO
Bajo	550	1850	1850 ÷ 3 = 616,7	35%	616,7 x 35%	215,8
	600					
	700					
Medio	1300	4750	4750 ÷ 3 = 1.583,3	50%	1.583,3 x 50%	791,7
	1450					
	2000					
Alto	3050	9650	9650 ÷ 3 = 3.216,7	15%	3.216,7 x 15%	482,5
	3100					
	3500					
PROMEDIO PONDERADO DEL AFORO						1.490,00

\*n = número de submuestras

### LA PLANIFICACIÓN DEL PASTOREO

Ya se ha mencionado antes con todos los argumentos, que es quien diseña la planificación el que decide cuánto dejar de remanente en los potreros. La experiencia del autor de este documento, que ha sido acumulada durante varios años de ejercicio en campo en más de un centenar de ganaderías en el país y el exterior, en todo tipo de explotaciones ganaderas (engorde, leche, doble propósito, lechería tropical, cría, bufalinos, etc.), aforando sin interrupciones todos los potreros de cada una de estas fincas durante dos pastoreos sucesivos abarcando las épocas de invierno y verano, le permite establecer que, el desperdicio habitual de forraje en pastoreo extensivo tradicional convencional está entre 50 y 60% del total producido en los potreros, con un rango cuyo nivel máximo de desperdicio está en 80% (la ganadería donde más desperdicio se presentó) y un nivel mínimo de desperdicio de 30% (en la ganadería donde menos desperdicio se presentó).

En consecuencia, si un predio será usado para pastoreo con bovinos (vacunos o bufalinos), bajo pastoreo rotacional tradicional o rotacional tecnificado (que sigue siendo extensivo a pesar de la rotación debido a las cargas animales bajas en áreas extensas), y que es el método de pastoreo que más se acostumbra, quien planifica ese tipo de pastoreos debe trabajar con una tasa de desperdicio entre 50 y 60%, debido a la alta selectividad, el pisoteo, las excreciones (heces y orina) y todos los factores que causan desperdicio de pasto en los potreros, los cuales ya fueron mencionados. Esto además, concuerda con lo expresado en varios estudios, como el que reportó Cevallos (5) en el 2004 en su diagnóstico socioeconómico de los sistemas agroproductivos para la asociación de agricultores y ganaderos de su región, mencionando un 70% de desperdicio debido al subpastoreo y al pisoteo, entre otros factores. Echeverri (8) en el 2009, también reporta desperdicios entre 50 y 60% en regiones lecheras, y Ferrero (11) reporta aprox. 60% de desperdicio pastoreando en condiciones normales de verano.

En lo que respecta a las tecnologías de pastoreo racional intensivo (PI, PV, PRI, PRV, etc.), las tasas de desperdicio de forraje tras el pastoreo del ganado siempre están por debajo del 15% del total producido en los potreros (1, 2, 6, 8, 11, 12, 15, 16, 22, 23, 28, 30, 32, 35, 36). En PRV, que es la técnica en la cual el autor de este artículo tiene mayor experiencia, por ejemplo, se ha logrado disminuir el desperdicio entre 10 y 5%.

En otras palabras, se puede afirmar que cuando el remanente de pasto pospastoreo queda arriba de 7 cm de altura, el desperdicio de forraje será más alto en la medida que mayor sea la altura a la que quede el remanente, y que si el remanente queda entre 7 y 3 cm de altura el desperdicio por tanto será menor. Así entonces, se deduce una relación directamente proporcional que puede describirse de la siguiente manera: “a mayor remanente mayor desperdicio; a menor remanente menor desperdicio”. Con esta afirmación “no hemos descubierto el agua tibia”, pues hasta la simple lógica nos permite llegar a tal conclusión.

La planificación para un pastoreo rotacional extensivo tradicional entonces sería:

**Aforo ponderado:** 1,49 Kg/m<sup>2</sup> (para el ejemplo asumamos que este es el aforo promedio de toda la finca)

**Área total de la finca:** 50 Ha (supongamos para este ejemplo que esta es el área total para pastoreo)  
Recordemos que la medida de una hectárea en metros cuadrados es de 10.000 (50 x 10.000 = 500.000 m<sup>2</sup>)

**Producción total de forraje:** 1,49 Kg/m<sup>2</sup> x 500.000 m<sup>2</sup> = 745.000 Kg

**Disponibilidad total de forraje:** 745.000 – 50% = 372.500 Kg

La disponibilidad de forraje es la cantidad total de pasto que se estima que realmente aprovecha el ganado durante el pastoreo, razón por la cual a la producción total se le descuenta el desperdicio, que para este ejercicio hemos trabajado con 50% según lo reportado por los pasicólogos y que han concluido de sus trabajos y sus cuidadosas observaciones en campo.

Si el aforo se midió justo antes de ingresar el ganado al pastoreo, quiere esto decir que después de cada reposo pospastoreo se producen aprox. 1,49 Kg/m<sup>2</sup> (producción que va variar después de cada pastoreo pero que para una planificación se asume como si siempre fuera la misma ya que no se debe hacer una planificación después de cada pastoreo sino una sola planificación definitiva). Pero, se requiere determinar aproximadamente cada cuanto tiempo se producen estos 1,49 Kg/m<sup>2</sup>. Se recomienda entonces trabajar con el aforo más bajo del año, que se supone es el que se presenta en las épocas de más intenso verano. Para este ejemplo, supongamos que este aforo corresponde al de esa época del año, y que el reposo demora aprox. unos 70 días para volver a producir esa cantidad de pasto (cosechando en el punto óptimo). Eso es lo mismo que decir, que cada 70 días aprox. se producen 1,49 Kg/m<sup>2</sup>, y de esta manera se garantiza que en épocas de climas más favorables sobrá el pasto.

**Disponibilidad diaria de forraje:**  $372.500 \text{ Kg} \div 70 \text{ días} = 5321 \text{ Kg}$

Entonces, si se producen 745.000 Kg en toda la finca (50 Ha) cada 70 días, y se descuenta un 50% de desperdicio por las causas referidas, el ganado diariamente dispone de un estimado de 5321 Kg.

**Consumo de forraje diario:** Se acepta comúnmente que el ganado consume 12 Kg de pasto fresco por cada 100 Kg de peso corporal (12%) en los potreros durante el pastoreo. Todos los cálculos de consumo de pasto fresco por parte del ganado en una planificación pastoril deben trabajarse con base en UGG o UGM, porque debido a que el ganado va aumentando de peso y volumen corporal y con ello crece también el rumen y así aumenta el consumo de alimento, entonces si por ejemplo se trabaja con pesos más bajos el cálculo de consumo es bajo, y el pasto no alcanzaría cuando hayan crecido y aumentado su consumo. Veamos:

**Peso de una UGG:** 450 Kg

**Peso de una UGM:** 500 Kg

**Consumo esperado de una UGG:**  $450 \times 12\% = 54 \text{ Kg}$  de pasto fresco aprox.

**Consumo esperado de una UGM:**  $500 \times 12\% = 60 \text{ Kg}$  de pasto fresco aprox.

**Carga animal máxima:** Disponibilidad diaria  $\div$  consumo esperado

**Carga animal máxima para UGG en este ejemplo:**  $5321 \text{ Kg} \div 54 \text{ Kg} = 98,5$  (99 UGG)

**Carga animal máxima para UGM en este ejemplo:**  $5321 \text{ Kg} \div 60 \text{ Kg} = 88,7$  (89 UGM)

Nótese como a mayor peso hay mayor consumo y por ende menor carga animal. Entonces, si por ejemplo calculáramos el consumo para cabezas de 250 Kg de peso corporal promedio, el consumo esperado sería de  $250 \times 12\% = 30 \text{ Kg/cabeza/día}$ . Si se calculara la carga con base en este consumo el resultado sería  $5321 \text{ Kg} \div 30 \text{ Kg} = 177,4$  (177 cabezas de 250 Kg cada una), es decir, el doble de UGM. Por consiguiente si estas cabezas se dejaran pasar de 250 Kg de peso, la comida se agota totalmente y el ganadero tiene que correr a sacar animales de la ganadería para reducir la carga. En tal caso sería una mala planificación porque el alimento debe sobrar en vez de escasear.

**Tamaño de los potreros:** Para calcular el tamaño de los potreros lógicamente el potrero debe producir la comida y el desperdicio, entonces se debe deducir la disponibilidad total diaria de forraje incluyendo ambos requerimientos (consumo + desperdicio), entonces, recordemos que la disponibilidad total en 70 días de reposo es 745.000 Kg, que divididos entre esos 70 días resulta en 10.642 Kg/día. Pero, hay que tener en cuenta el tiempo de ocupación por cada potrero, es decir, cuántos días desea el planificador que el ganado permanezca en cada potrero, de manera que, si el planificador por ejemplo desea que el ganado cada semana (7 días) pase de un potrero a otro, se requieren  $10.642 \times 7 \text{ días} = 74.494 \text{ Kg}$ . Si se producen 1,49 Kg de pasto fresco en cada metro cuadrado, esos 74.494 Kg requeridos serían producidos en un área de 49.995 m<sup>2</sup> (50.000 m<sup>2</sup>), siendo esta el área de cada potrero para este ejemplo.

**Número de potreros:** Si disponemos de 50 Ha (500.000 m<sup>2</sup>), y cada potrero debe ser de 50.000 m<sup>2</sup>, entonces podemos deducir que se necesitan 10 potreros en total.

La conclusión para este ejercicio es, que en una ganadería de 50 Ha, con manejo rotacional tradicional o tecnificado, con tiempos de descanso por potrero de 70 días, tiempos de ocupación por potrero de 7 días, y un aforo de 1,49 Kg/m<sup>2</sup> promedio ponderado, se pueden alojar como máximo 99 UGG o máximo 89 UGM, para una



carga animal promedio de 1,98 UGG/Ha o 1,78 UGM/Ha, para lo cual se requieren 10 potreros de 50.000 m<sup>2</sup> (5 Ha) cada uno.

Por supuesto en los sistemas de pastoreo racional los potreros serán más pequeños ya que en tal caso aplican o rigen las leyes universales del pastoreo racional de André Voisin (8, 28, 30, 32, 35, 36), y la base para el diseño de la planificación pastoril se deduce del punto óptimo de reposo (P.O.R.) para cada pastura en cada ganadería.

### ¿CADA CUANTO HACER UN AFORO?

Esta es una pregunta clave para la planificación del pastoreo. La producción de pasto varía principalmente del invierno al verano y del verano al invierno, es decir, que el clima es el principal factor influyente sobre la productividad, y esencialmente, la humedad del suelo. Por ende, cuando hay lluvias la productividad de una pastura incrementa, mientras que se disminuye severamente en el verano. Los descensos en la producción total de forraje de los potreros en pastoreo se presentan tanto en la época de lluvias intensas cuando el suelo se inunda por largas temporadas, y peor aún, cuando las lluvias cesan y arrecia el verano de tal forma que los suelos se secan por largas temporadas agotándose la pastura.

Para la planificación correcta de un pastoreo controlado, entonces, será necesario que se trabaje con base en el aforo de la época del año donde la productividad de pasto sea más escasa, es decir, cuando se presenta el aforo más bajo del año. Esto es clave porque la pretensión de toda planificación es que a lo largo del año la pastura no se agote, sino que por el contrario, sea lo más estable posible, y que en la medida de las posibilidades, abunde el pasto de tal forma que queden sobrantes, los cuales se deben almacenar para las épocas críticas cuando la producción de pasto llegue a sus niveles más bajos.

Por consiguiente, la práctica de los aforos no es necesariamente una rutina de cada día en las ganaderías, excepto en aquellas donde con toda disciplina se lleve registros de potreros para su constante monitoreo. De manera que, se deben hacer aforos como mínimo dos o tres veces al año, en las épocas de escases y en las de abundancia, para conocer con precisión como varía la productividad de forraje a lo largo del año, y así poder planificar anticipadamente el pastoreo. Si bien, una vez se definen los tamaños y cantidad de potreros a trabajar, el pastor al comando del pastoreo podrá ajustarse ágilmente a cada temporada del año conforme se ha podido establecer en la planificación.

Ahora bien, en la medida en que se practiquen los aforos con más frecuencia, lógicamente la planificación del pastoreo podrá ser mucho más versátil, y por consiguiente, la productividad del ganado posiblemente será mucho mejor de lo esperado.

### RESUMEN DE LAS CLAVES PARA UN CORRECTO AFORO

- ◆ Tomar las submuestras pasado el medio día cuando haya desaparecido el efecto de rocío (agua de rocío en las hojas y tallos que causan error en el peso de las submuestras)
- ◆ Utilizar un marco de aforo de 1 m<sup>2</sup> exactamente (1 metro por cada lado)
- ◆ Utilizar tijeras, machete, cuchillo o navaja bien afilados
- ◆ Recorrer el potrero para identificar muy bien las diferencias
- ◆ Seleccionar los puntos para submuestras aleatoriamente (al azar y no caprichosamente)
- ◆ Realizar un corte **a ras de suelo** para cada submuestra (cortar alto es causa de error)
- ◆ Calificar la pastura por niveles de crecimiento
- ◆ Establecer porcentajes para cada nivel de crecimiento que representen su participación en el conjunto
- ◆ Ponderar los pesos de las submuestras por cada nivel de crecimiento para obtener un solo dato que sea representativo de la producción total mediante el procedimiento de promedio ponderado
- ◆ Hacer como mínimo dos o tres aforos al año.
- ◆ Conocer el área EXACTA y el aforo de cada potrero de la finca es **INDISPENSABLE** para una correcta planificación del pastoreo. Si se desconocen las áreas exactas de cada potrero, el aforo no tiene ningún valor porque no se podrá planificar el pastoreo para cada potrero.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Bello, F. (2006). Consecuencias de Cambios de Presión Ganadera Sobre la Estructura de la Vegetación a lo Largo de Gradientes Climáticos. En: Ecosistemas, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. Asociación Española de Ecología Terrestre. Año/Vol. XV, N° 002, Pág. 1-7.
2. Bolaños, F. (Mayo de 2008). Manejo y Utilización del los Pastos Implementando Sistemas de Pastoreo Rotacional. . 3ª Jornada Nacional de Apoyo al Sector Lechero (págs. Pág. 13-16 (52)). Barranquilla (Colombia): DeLaval.
3. Borreli, P. y Oliva, G. (2001). Producción Animal sobre Pastizales Naturales. Evaluación de pastizales. Cap. 6, pág. 161/182. En: Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral. Buenos Aires, Argentina: INTA.
4. Carrete, J. et al. (Diciembre de 2006). Utilización de Pasturas de Alfalfa - Festuca Alta Con Dos Sistemas de Pastoreo II. Carga Animal y Producción de Carne. INTA. Argentina.

5. Cevallos, E. (Diciembre de 2004). Diagnóstico Socioeconómico de los Sistemas Agroproductivos en la Asociación de Agricultores y Ganaderos 5 de Junio, Cosanga - Quijos. Ecuador.
6. Cuesta, P. (2005). Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería del colombiano. Revista CORPOICA, Vol. 6 - N° 2.
7. De la Varga, A. y Costedo, F. (2010). Cátedra de Pascicultura, en: Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria. León, España: Universidad de León.
8. Echeverri, A. (26 de Junio de 2009). PASTOREO INTELIGENTE: Una nueva alternativa en el manejo de la pastura para aumentar la productividad de los rebaños lecheros. Medellín, Colombia.
9. Echeverri, A. y Chalarca, Y. (2008). Módulo de Pastos y Forrajes, Submódulo de manejo y fertilización. Programa de extensión solidaria. Dpto. Formación Académica de Haciendas. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
10. FAO. (s.f.). Técnicas de Manejo de Pasturas. En: [www.fao.org](http://www.fao.org). Recuperado el 20 de 10 de 2010
11. Ferrero, A. (2010). El pastoreo y su impacto en la receptividad de los sistemas lecheros. . Producir XXI, 18 (220): 55-60.
12. Ferting, M. (2006). Producción de carne bajo distintos sistemas de pastoreo en ñirantales del Noroeste del Chubut. En: [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar). Recuperado el 20 de 10 de 2010
13. Formoso, F. (2003). Manejo de Alfalfa. Programa Plantas Forrajeras. Instituto Plan Agropecuario. INIA Estanduela. Uruguay.
14. Franco, V. et al. (s.f.). Pasto Kikuyo. En: <http://publimvz.galeon.com/>. Recuperado el 20 de 10 de 2010
15. Gentos. (2009). Manejo de Pastoreo y Aprovechamiento. En: [www.vet.unicen.edu.ar](http://www.vet.unicen.edu.ar). Recuperado el 20 de 10 de 2010
16. Giordani, C. (1973). Conferencia pro-nunciada en el curso sobre "Técnicas de pastoreo y suplementación", organizado por la C.T.J.C. de Carnes. Revista CREA N° 8.
17. Haydock, K. P. and Shaw, N.H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Pág. 15(76), 663 – 670.
18. IGAC. (s.f.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia. Recuperado el 14 de Octubre de 2010, de [www.igac.gov.co](http://www.igac.gov.co)
19. IICA. (Agosto, 2004.). Estudio Comparativo de Dos Sistemas de Producción de Leche: Pastoreo vs Confinamiento. Pág. 22. Acoyapa y Nagarote, Nicaragua.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA.
20. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. . (2010). Tecnología para la Producción de Pasto Klein en el Altiplano de San Luis Potosí. En: [www.campopotosino.gob.mx](http://www.campopotosino.gob.mx). Recuperado el 20 de 10 de 2010
21. Kampschulte, J. (1991). Impacto ambiental potencial del manejo de ganado y terreno de pastoreo. En: Libro de Consulta para Evaluación Ambiental (Volumen I; II y III). . Recuperado el 20 de 10 de 2010, de Trabajos Técnicos del Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento). Washintong, EU.
22. Lebrón, M. y Mellado. (2008). Pastoreo Voisin y Empastada Ecológica. En: [www.fazendaecologica.com.br](http://www.fazendaecologica.com.br). Recuperado el 20 de 10 de 2010
23. Lundberg, G. y Cariola, A. (04 de 09 de 2009). El Pastoreo Racional Intensivo como Complemento del Mejoramiento. En: [www.portalechero.com](http://www.portalechero.com). Uruguay.
24. Mendoza, (2009). Citado por: Argel, P. Manejo y Producción de Pastos y Forrajes en el Trópico (pág. Pág. 12 (48 pág. en total)). Colombia: Corpoica.
25. Moliterno, E. et al. (2002). Comparación de la Producción de Primer Año de Mezclas Forrajeras Bajo Manejos de Defoliación Basados en la Cobertura del Suelo y la Altura Previa al Corte. Recuperado el 20 de 10 de 2010, de Forrageiras Semeadas (Pasturas Sembradas). En: [www.urcamp.tche.br](http://www.urcamp.tche.br).
26. Montossi, F. et al. (20 de 09 de 2006). Engorde de corderos pesados. Las claves del negocio. En: [www.engormix.com](http://www.engormix.com). Recuperado el 20 de 10 de 2010
27. Montossi, F. e. (21 de 08 de 2009). ENGORDE DE CORDEROS PESADOS: "Una alternativa productiva rentable y segura en momentos difíciles". En: Pregón Agropecuario. Recuperado el 20 de 10 de 2010, de [www.pregonagropecuario.com.ar](http://www.pregonagropecuario.com.ar).
28. Pinheiro, L.C. (2006). Pastoreo Racional Voisin - Tecnología Agroecológica Para el Tercer Milenio. 2ª Ed. Brasil: Ed. Hemisferio Sur.
29. Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española (DRAE), Edición N° 22. España.
30. Rúa, M. (2009). Las Leyes Universales De André Voisin Para El Pastoreo Racional. En: [produccion-animal.com.ar](http://produccion-animal.com.ar). Recuperado el 20 de 10 de 2010, de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
31. SOMEX. (s.f.). SOMEX S.A. - SOMEX NUTRICIÓN ANIMAL. Recuperado el 14 de 10 de 2010, de <http://www.somexnutricion.com/cartillas.php?ctId=4>
32. Sorio, H. (2009). Pastoreo Voisin. Teorías, prácticas y vivencias. 2ª Ed. Paso Fundo, Brasil: Ed. méritos.
33. Vallejo, A. (Feb. 16/20 de 2009). Introducción a la estimación de biomasa y carbono en biomasa. Curso Formulación de Proyectos MDL Forestal y Bioenergía (pág. 50 pág.). Buenos Aires, Argentina: Carbon Decisions.
34. Viteri, L. (02 de 07 de 2009). Sistema de Alimentación Para el Doble Propósito. En: [www.engormix.com](http://www.engormix.com). Recuperado el 20 de 10 de 2010, de [www.engormix.com](http://www.engormix.com)
35. Voisin, A. (1957). Productividad de La Hierba. Francia: Ed. Tecnos.
36. Voisin, A. y. (1971). La vaca y la hierba. Francia, Francia: Ed. Tecnos.

[Volver a: Sistemas de pastoreo](#)