

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE EN PRADERAS PERENNES Y VERDEOS DE INVIERNO DE LA REGIÓN OESTE ARENOSO

Ing. Agr. Daniel Trasmonte. 2002. Coordinador Técnico de la Comisión de Ganadería de AACREA.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Pasturas cultivadas](#)

EVALUACIÓN DEL FORRAJE

Tratar de determinar la cantidad de forraje disponible en una parcela seleccionada o en un potrero en un momento dado, es el paso que sigue a la descripción de la dinámica de producción de los componentes de la cadena del sistema.

Las primeras determinaciones permitirían diseñar con significativa precisión el modelo de cargas que puede tolerar el sistema, la definición de cantidad de forraje, permite en cambio, el cálculo de circuitos de pastoreo, permanencia, tamaño de parcelas y lo que resultaría aún más importante, la estimación mas o menos precisa de la cantidad de forraje consumido por el animal.

Esta información combinada con datos de calidad del alimento ingerido, permitiría estimar la performance esperable de la combinación animal-forraje analizada y realizar las correcciones nutricionales que permitan alcanzar el engorde diario planteado como objetivo.

Estos conceptos introducen una modificación significativa al lenguaje actual de los sistemas de producción de carne. Históricamente los sistemas de pastoreo han sido pensados persiguiendo el inconsciente objetivo de que la hacienda “no se quede sin pasto”. En tanto los animales pueden verse pastoreando, tendremos la seguridad de que algún nivel de engorde tiene el sistema.

Nada dicen las estimaciones habituales de circuitos de pastoreo sobre la asignación de alimento, aprovechamiento, calidad, posibilidades de bocado, remanente, nivel de consumo, necesidades del tipo de animal, etapa y objetivos de engorde planteados.

Solamente comenzando a intercambiar información acerca de que cantidad de alimento necesitan nuestros rodeos y que cantidad y calidad estamos ofreciendo comenzaremos a transitar la nueva etapa de la invernada pastoral. Para ello es necesario encontrar un método de estimación del consumo de forraje por parte de los animales que combine practicidad y precisión.

PRACTICIDAD: Porque es un método que necesariamente deberá ser utilizado con frecuencia. Esto esta determinado por las cambiantes condiciones en las que se desarrolla en forraje que repercuten en su dinámica de crecimiento y por ende, en las características de su disponibilidad.

PRECISIÓN: La máxima que permitirán las características propias del sustrato a medir. Teniendo en cuenta la variabilidad del mismo, tal vez, sea conveniente pedirle al método estabilidad en un valor de error determinado mas que, una mayor precisión inestable.

No es objetivo de este capítulo describir los distintos métodos de evaluación de forraje que ya han sido suficientemente descriptos, y si en cambio lo es transferir las experiencias recogidas en los intentos por adaptar uno y otro sistema a nuestras necesidades.

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE MEDIANTE CORTES

Este es el sistema básico que surge al diseñar cualquier programa de este tipo; tanto que en este caso, se decidió además establecerlo como patrón de evaluación de los otros métodos indirectos disponibles a fin de utilizar la precisión de las determinaciones de los cortes para determinar el nivel de error del método en evaluación.

Para definir el número adecuado de veces que es necesario cortar una pradera a fin de contar con un cierto nivel deseado de seguridad, de que el valor medido es correcto existen diversos métodos.

En el trabajo descripto se calculó el número mínimo de muestras necesario por dos métodos:

- a) Por fórmula.
- b)) Por estabilización de Coeficiente de variabilidad del promedio.

a) Cálculo del número de muestras por fórmula:

Se determinó el número de muestras a tomar a partir del análisis de la información surgida de:

- a) 20 cortes de un aro de 0.20 m² distribuidos en forma sistemática en la parcela a medir.
- b) 100 mediciones de un capacitómetro (bastón) distribuidas en forma sistemática en la parcela a medir.

c) 5 cortes tomados al azar.

d) 100 muestras de altura realizadas en forma sistemáticas con el Disco de 2,5 Kg/m².

En todos los casos, la medición se realizó sobre una oferta de forraje lo suficientemente homogénea como para evaluar en esta situación el comportamiento de los distintos métodos.

CUADRO N° 17.- Número de muestras necesarias para un determinado nivel de error según método de evaluación.

NUMERO DE MUESTRAS							
PROBABILID. (%) METODO	UNIDAD	20 %	10 %	5 %	2 %	1 %	0,5 %
CORTES (20)	(Kg MS/Ha)	8	13.2	19.3	28.5	36.1	66.5
BASTON (100)	(Kg MS/Ha)	20	32.9	46.9	66.6	82.1	135.9
PLATO 2.5 (100)	Altura (cm)	14.9	24.6	35	49.8	61.4	101.6
CORTES (5)	(Kg MS/Ha)	348	656	1116	2030	3055	10703

Información correspondiente a OFERTA DE PRADERA DE 3° AÑO
 LA ANGELITA - LOTE 6 - SET. 2000
 OFERTA = 1800 kgMS/Ha - HOMOGENEA

Para alcanzar niveles de tolerancia del orden del 5% de error en la medición, el método de cortes requirió un mínimo de 20 muestras. El cuadro muestra que, en el caso de capacitómetro, hubiera alcanzado con tomar 50 muestras en lugar de las 100 que se tomaron., en el caso del Disco de 2,5 Kg/cm² et número de muestras fue de 35 y para el caso de los 5 cortes al azar no es posible alcanzar ese nivel de seguridad en la medición.

b) Estabilización de coeficiente de Variabilidad del muestreo:

Se utilizó el método de medias móviles para determinar como varía el C.V. (%) de la media del muestreo a medida que se agrega un corte más:

GRAFICO N° 17.- Media móvil y coeficiente de variabilidad de la oferta de forraje según número de muestras.



El resultado que se obtuvo en el Gráfico N° 2, indica que la estabilización del C.V (%) se puede localizar alrededor del punto 30 no obstante lo cual, el programa decidió utilizar el nivel de 20 muestras que también presenta un nivel de seguridad razonable, como patrón para evaluar a los otros métodos.

Es importante recalcar que aún utilizando una oferta homogénea, el coeficiente de variabilidad no resultó en ningún momento inferior a 23,8%, para una oferta de 990 KgMS/Ha.

El mismo trabajo realizado sobre el remanente de la parcela considerada incide significativamente en el incremento de la necesidad de aumentar el muestreo. Por otro lado pasar de una oferta de 1800 KgMS/Ha a una de 990 Kg/MS/Ha exige la necesidad de aumentar de 20 a 28 muestras para poder conservar el margen de error.

CUADRO N° 18.- Cálculo del número de muestras a tomar según el volumen de forraje.

NUMERO DE MUESTRAS							
PROBABILID.(%)	UNIDAD	20 %	10 %	5 %	2 %	1 %	0,5 %
METODO	Kg MS/Ha						
CORTES (20n)	1746,8	8	13	19	28	36	66
CORTES (80n)	988,7	12	20	28	40	49	81

De modo que, aún con un nivel de oferta aceptable del orden de los kg/MS/Ha y considerando un escenario uniforme de oferta de forraje en praderas, la evaluación utilizando 13 cortes nos ubicaría en un nivel de error del 13% y, si realizamos menos de 8 cortes sistemáticos, el riesgo de error sube a niveles superiores al 20%.

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE MÉTODOS INDIRECTOS DE MEDICIÓN

Teniendo en cuenta que, aún con un nivel de muestreo muy intenso, es sumamente dificultoso reducir el error de estimación por debajo del 13%, se compararon varios métodos indirectos sobre igual oferta de forraje.

CUADRO N° 19.- Diferencias entre métodos de evaluación indirecta de disponibilidad de forraje.
ESTABLECIMIENTO: LA ANGELITA - RECURSO: PRADERA BASE ALFALFA. 3° AÑO - AÑO 2000.

FECHA	CORTES (20n)	BASTON	PLATO	CORTES	2n	5n	10n	15n	M.S.
	KgMS/Ha	KgMS/Ha	BALCARCE KgMS/Ha	ORIENTADOS KgMS/Ha	(al azar) KgMS/Ha	(al azar) KgMS/Ha	(al azar) KgMS/Ha	(al azar) KgMS/Ha	(%)
14/09/2000	1746,8	2006,3	1552	1850	2050,3	2064,4	1839,2	1744,6	20,4%
DIF (%)		14,9%	11,2%	5,9%	17,4%	18,2%	5,3%	0,1%	
19/09/2000	1534,2	1671,6		1791,7	1424,1	1407,9	1543,3	1525,1	22,3%
DIF (%)		9,0%		15,8%	7,2%	-8,2%	0,6%	0,6%	
21/09/2000	1648,8	1754,7		1841,7	1318	1361,5	1476,6	1616,7	22,1%
DIF (%)		6,4%		11,7%	20,1%	-17,4%	-10,4%	-1,9%	
25/09/2000	1887,8	1827,1	1704	1858,3	1713,5	1527,2	1702,0	1800,9	23,0%
DIF (%)		-3,2%	-9,7%	-1,6%	-9,2%	-19,1%	-9,8%	-4,6%	
PROM. DIFERENCIAS (%)		+10,1 a -3,2	-10,4	+11,5 a -1,6	+17,4 a -12,2	+18,2 a -14,9	+2,95 a -10,1	-1,8	

El Cuadro muestra que cualquiera de los métodos indirectos utilizados fue capaz de estimar la disponibilidad de forraje de una oferta aceptable (1700 KgMS/Ha) con un rango de error del orden del 10 al 13% excepto la estimación realizada con pocos cortes al azar que eleva demasiado el margen de error aceptable

* El corte del 14/9 correspondiente al bastón se hizo con elevada humedad ambiente.

ESTIMACIÓN OCULAR

Teniendo en cuenta que ningún método indirecto de medición pareció aventajar el resto se decidió evaluar comparativamente la estimación ocular de disponibilidad de forraje, ajustada de acuerdo a la metodología del sistema Botanal. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

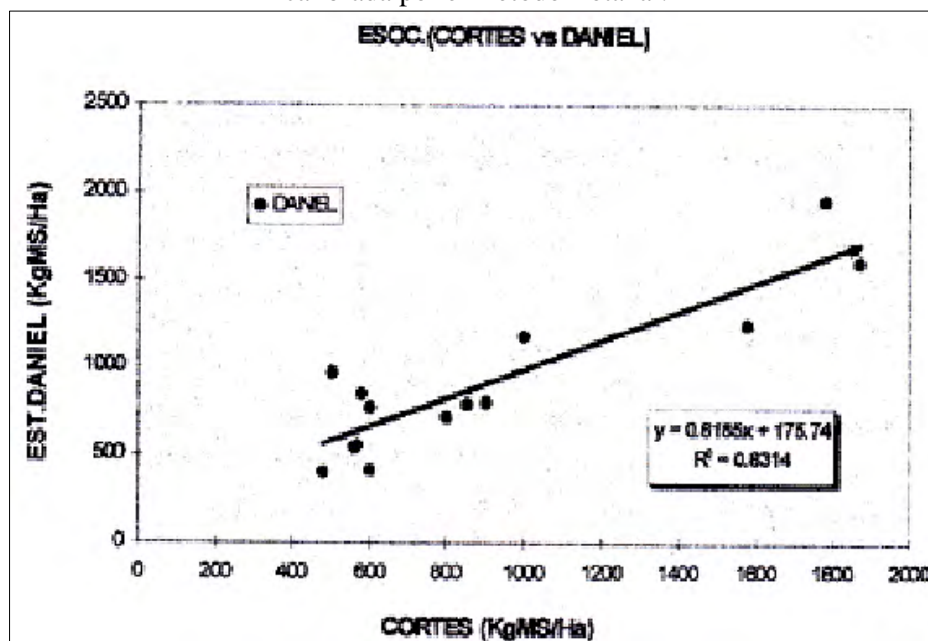
CUADRO N° 20: Evaluación comparativa de métodos de medición indirecta de forraje.
EVALUACIÓN COMPARATIVA DE MÉTODOS: PRADERAS DE 3° AÑO - SANTA TERESA -
27/09/97

TRATAMIENTO	OFERTA (kgMS/Ha)	DIFER. (kgMS/Ha)	DIFER (%)
CORTES	1166,4	0	100
OCES.(24.1%)	1138,7	-27,7	97,6
BASTON	1245	78,6	106,7
DISCO	1268,6	102,2	108,8

El Cuadro N° 20 muestra los resultados de la comparación en la que puede verse que la estimación ocular correctamente calibrada estimó la oferta disponible de forraje con un error del 2,4% frente a un error del 6,7% del bastón y del 8,8% del disco.

Los coeficientes de R² de las estimaciones oculares realizadas siguiendo el método indicado se ubicaron valores de 0.83.

GRAFICO N° 18.- Coeficiente de correlación de la estimación visual de forraje de una persona calibrada por el método Botanal.



COMPARACIÓN DE DISCOS

Durante el período de medición se utilizaron dos discos de medición diferentes, basados en el mismo criterio de evaluación: la medición del "volumen de forraje" como una función de la altura, densidad de plantas y comprensibilidad del forraje, resultante de la presión ejercida por el disco.

- Disco de 5 kg/m²: Se trata de un disco de 0,20 m de diámetro de aluminio, telgopor o acrílico que se desliza sobre una varilla interna de 1,5 m de altura graduada. Cuando el disco se deja caer desde el extremo de la varilla, ejerce una presión uniforme sobre la masa de forraje de 5 kg/m² y marca una altura sobre la varilla graduada. (Spada y Cangiano - 1991)
- Disco de 2,5 kg/m²: En este caso, se trata de una base de aluminio de 0.16 x 0.16 m se desliza sobre una cremallera graduada. A diferencia del disco anterior, la base se apoya sobre la masa de forraje y es desplazada hacia arriba por la cremallera a medida que se hace presión para que el extremo de la varilla toque la superficie del suelo.

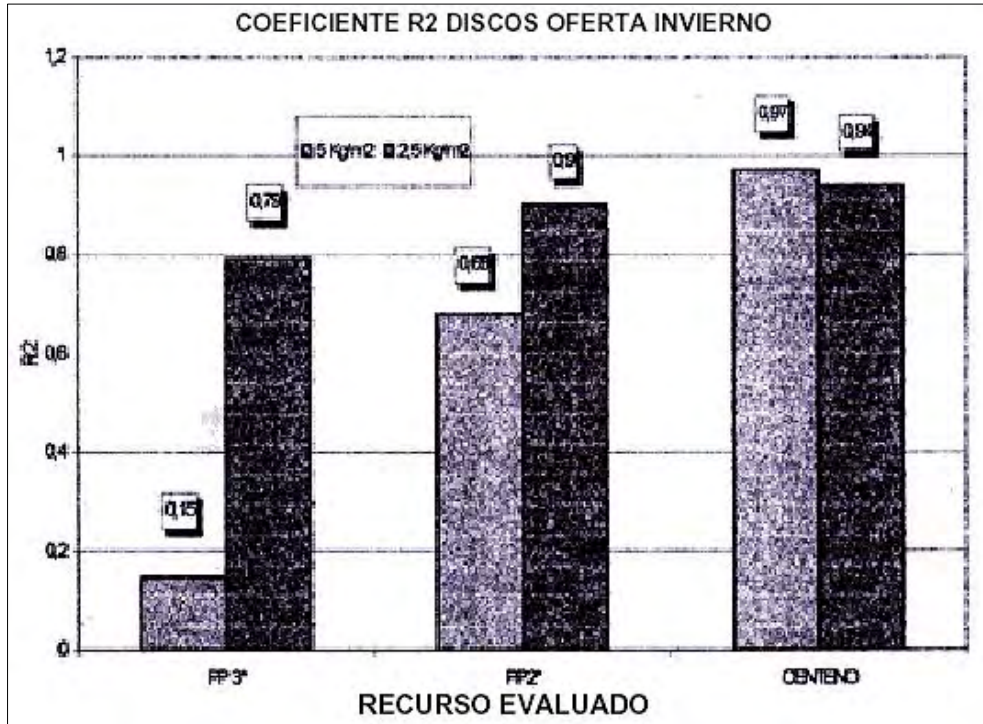
En ambos casos se logran correlaciones sumamente aceptables, del orden de 0.71 a 0.87 durante todo el período de evaluación, (Cuadro N° 21), sin embargo, no ha sido posible establecer ecuaciones comunes para períodos prolongados de tiempo, aún para un mismo tipo de recurso, ni estaciones de crecimiento similares.

CUADRO N° 21.- Ecuaciones de calibración del disco de (5 kg/m²) en otoño

OTOÑO											
RECURSO	AÑO	CAMPO	LOTE	FECHA	ALTURA 100 n	PRODUC CORTES	M.S. (%)	ECUACION DEL CORTE	R2	ECUACION DEL OTOÑO	R2
								a + bx			
PP2*	1995	LAMARI	5	6/4	12,3	2630	31	1128+131	0,71		
PP3*	1995	MARNE	11	29/3	12,96	1965	25,4	882,7+92,5	0,87	685,24+131,5	0,7
PP3*	1995	MARNE	11	31/5	8,74	1460	26,5	359,9+144,7	0,75		
PP2*	1996	LAMARI	5	23/3	7,04	2207,5	25	1232+134	0,72		
PP2*	1996	LAMARI	9	25/4	7,43	1122,5	19	429,6+93,6	0,47	425,3+114,26	0,7
PP3*	1996	LAMARI	5	17/5	7,97	1420	18,6	501+113	0,78		
PP3*	1997	LAMARI	5	10/4	12,61	1507,5	25,9	435,92+79,8	0,54		
PP2*	1997	LAMARI	9	10/4	10,35	1025	21,6	297,7+71,8	0,74	112,3+96,65	0,7
PP3*	1997	LAMARI	9	19/6	7,45	1008	25,3	330,73+68,6	0,78		
PP3*	1998	LAMARI	9	9/3	13,21	1280	19,8	22,25+88,04	0,79		
PP2*	1997	MARGA	B	26/6	10,64	925	24,7	351,77+56,97	0,57	-266,1+121,5	0,8
PP2*	1998	MARGA	B	30/3	16,82	2093	27,6	545,21+87,8	0,71		
PP2*	1998	MARGA	B	13/5	19,7	2008	28,4	-6563+445,2	0,48		

Las correlaciones empeoran para la medición de remanentes anulando la posibilidad de utilizar este método en sus evaluaciones. Los coeficientes de correlación mejoran cuando se utiliza el disco más liviano (2,5 kg/m²) que además es más agradable, maleable y fácil de transportar que el primero.

GRAFICO N° 19.- Evaluación comparativa de mediciones realizadas por el disco de 2,5 kg/m² v s el disco pesado de 5 kg/m².



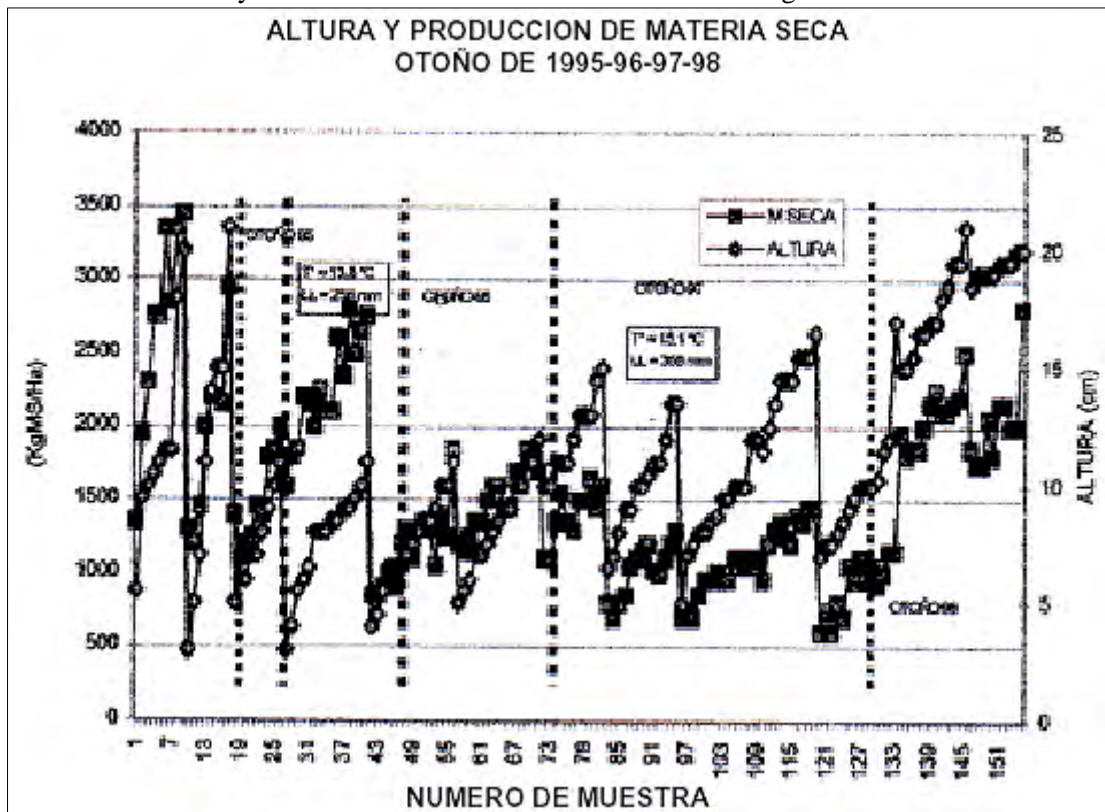
FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN

El método indirecto de evaluación que se elija, deberá ser calibrado con muy alta frecuencia debido a que las condiciones en las que se efectúan las mediciones son extremadamente cambiantes.

Se estima que esta frecuencia debería ser por lo menos quincenal en el caso de estimaciones oculares y en el caso del uso de discos se hará necesario calibrar cada vez que se ingrese a un potrero nuevo y a un corte distinto.

El Gráfico N° 19 muestra curvas de altura y volumen de materia seca de praderas de 2° - 3° año medidas en otoño con diferentes características climáticas:

GRAFICO N° 20.- Altura y contenido de materia seca de las muestras según condiciones climáticas del año



Si se compara el patrón que relaciona la altura medida por el disco en el otoño de 1995, (con características secas y de bajas temperaturas), se observan mediciones de altura más bajas para mayores volúmenes de materia seca que en el otoño de 1997, (más cálido y húmedo), en el que, el contenido de materia seca del forraje es diferente y se detectan mediciones de mayor altura relativa para volúmenes de materia seca medidos inferiores.

SECADO DE LA MUESTRA EN HORNO MICROONDAS

Las determinaciones de contenido de Materia Seca de las muestras se realizaron en todos los casos utilizando un horno a microondas.

Para acotar el error que pudiera cometerse por el uso de este método indirecto, se realizaron muestreos en los que se determinó el contenido de Materia Seca de una misma muestra por ambos métodos. Los resultados arrojaron una diferencia del orden de los 3 puntos menos cuando la determinación se realizó en estufas. Esta diferencia aplicada a las mediciones de una parcela en particular generaron los siguientes resultados.

CUADRO N° 22.- Diferencias en la determinación de Materia Seca por el método de estufas u Hornos Microondas.

	MICROONDAS			ESTUFA			
	PESO	PESO	M. SECA	PESO	PESO	M. SECA	
MUESTRA	VERDE	SECO	(%)	MUESTRA	VERDE	SECO	(%)
2	218	57	26,11%	1	133	32	24,1%
4	74	21	28,4%	3	164	40	24,4%
6	96	28	29,2%	5	128	31	24,2%
8	102	29	28,4%	7	141	36	25,5%
10	130	34	26,2%	9	93	24	25,8%
11	110	30	27,3%	15	109	27	24,8%
12	145	39	26,9%	17	106	25	23,6%
13	128	34	26,6%	19	155	37	23,9%
14	130	36	27,7%	21	153	37	24,2%
16	91	27	29,7%	22	129	30	23,3%
18	118	31	26,3%	23	181	39	24,2%
20	109	29	26,6%	25	99	25	25,3%
24	108	31	28,7%	27	119	29	24,4%
26	108	30	27,8%	29	144	36	25,0%
28	95	28	29,5%	30	141	33	23,4%
			27,7%				24,4%
		C.V. (%)	4,5%			C.V. (%)	3,1%
		M. SECA (kgMS/Ha) 1613,3				M. SECA (kgMS/Ha) 1603,3	

CONCLUSIONES PARA LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN

En función de lo observado, se estima sumamente dificultoso encontrar un método de estimación de forraje que convenga alta precisión con un nivel, de practicidad, necesario para que pueda ser utilizado en forma ágil y frecuente.

Aceptando un error del orden del 10 al 13 % es factible recurrir a diversos sistemas de evaluación indirecta siempre que se lo calibre con muy alta frecuencia teniendo en cuenta la muy alta variabilidad del sustrato a medir.

No es factible medir con error aceptable las situaciones de remanente. En estos casos, es preferible calcularlo a partir de la estabilidad de los datos de Eficiencia de Cosecha o bien, solamente, estimar el consumo a partir de la realización sistemática de no menos de 30 cortes.

La estimación ocular es un método válido para estimar la disponibilidad de forraje en la medida en que sea calibrado con la frecuencia necesaria.

Las necesidades de calibración no admiten flexibilidad ni tolerancia, ya que las variaciones en la relación de fitomasa/estimador indirecto son sumamente importantes.

El único método que resultó seriamente cuestionado es el de la toma de pocas muestras de cortes al azar.

[Volver a: Pasturas cultivadas](#)