

## EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE BAJO PASTOREO

PATRICIO SOTO O.  
NOLBERTO TEUBER K.

En los últimos años el INIA ha tenido posibilidad de implementar numerosos sistemas físicos de producción animal, tomando como base la utilización de praderas sembradas o naturales, en las diferentes zonas ecológicas del país.

La planificación de los sistemas de producción se ha realizado, por lo general, con el conocimiento previo de la distribución o de la acumulación total de materia seca en las praderas evaluadas bajo corte. Su productividad se ha medido en términos de producto animal y en la mayoría de los casos, no se ha comprobado la producción primaria de las praderas en estudio, o ésta se ha medido en forma eventual y/o poco precisa. Por otra parte, también se desconoce la disponibilidad de forraje que existe para los animales en un momento o en una época determinada.

La mayoría de estos sistemas se han establecido sobre praderas naturales, de gran superficie y variabilidad, y por lo tanto cobra mayor importancia el comprobar los antecedentes previos de producción, como también conocer la cantidad de forraje disponible para los animales en determinadas épocas, y decidir sobre la necesidad de suplementación o variación de la carga.

Los datos obtenidos sobre producción primaria, en los sistemas de producción o en ensayos puntuales que utilicen praderas, permitirán una mejor interpretación de los resultados del producto animal y serán básicas para futuros estudios de modelación.

## A- METODOS VISUALES

En los últimos años se ha dado importancia a los métodos visuales para determinar la composición botánica y disponibilidad de forraje. Estos se han perfeccionado y probado en diferentes tipos de praderas: sembradas, naturales, de zonas tropicales, de zonas templadas, con forraje verde o seco, combinación de ambos, diferencias en densidad, altura, etc.

Tohill, Hargreaves y Jones, han desarrollado un método llamado Botanal que sirve para evaluar la disponibilidad de forraje y la composición botánica, basándose en el "Método del rango de peso seco para el análisis botánico de la pradera" (t'Manntje y Haydock) y el "Método del rendimiento comparativo para estimar el rendimiento de materia seca en la pradera" (Haydock y Shaw).

### 1. Método del rango de peso seco para el análisis de la composición botánica.

El método estima el porcentaje de las especies presentes en la pradera en base a su aporte en materia seca.

Un cuadrante se coloca al azar sobre la pradera y el observador anota todas las especies presentes, y estima que especies están en primer, segundo y tercer lugar en términos de aporte de peso seco. Si no hay diferencias, en el aporte de las especies, lo cual es poco probable, el observador anota para cada especie 1/2 ó 1/3 del rangos si se trata de 2 ó 3 especies con igual aporte para un rango respectivo.

Este procedimiento se repite entre 50 - 100 veces para obtener un set de datos de la pradera. Estos datos son tabulados para dar la proporción de cuadrantes en que cada especie aparece en primer, segundo o tercer lugar. Estas proporciones son multiplicadas por los factores 70.19; 20.08 y 8.73 respectivamente y luego son sumadas para obtener el porcentaje de aporte de cada especie en base materia seca. Los coeficiente fueron derivados

a partir de la curva de De Vries.

El tamaño del cuadrante usado, no es crítico, pero debe ser lo su ficientemente grande para que al menos 3 especies queden dentro de él. Un tamaño adecuado es de 0.25 x 0,25 m para praderas de riego o zona húmeda.

La ventaja de este método es que el observador tiene que decidir solamente si el peso de una especie es mayor que el de otro.

Los resultados indican que si el rango se estima correctamente, el método es exacto para estimar la composición botánica por peso.

Los coeficientes usados para multiplicar los rangos fueron deriva dos de datos obtenidos de praderas en que la contribución de la especie do minante fue de 40 - 76% en peso seco. El máximo que puede aportar una espe cie por este método es 70.2%. Pero puede ser algo mayor si no todos los rangos son llenados en cada cuadrante.

Cuando las praderas están compuestas por gramíneas, leguminosas y malezas de hoja ancha, hay diferencias en morfología y hábito de crecimen to. Las malezas de hoja ancha tienden a ubicarse en forma horizontal mien tras que las gramíneas lo hacen verticalmente. Esto puede inducir a erro res de apreciación. Además, hay diferencias en el porcentaje de materia se ca entre gramíneas y especies de hoja ancha. La experiencia en el muestreo va corrigiendo estas diferencias en apreciación.

#### Asunciones básica

- 1- Deben haber al menos 3 especies presentes en la mayoría de los cuadrantes
- 2- Debe haber variabilidad entre los cuadrantes a fin de que todas las especies se consideren en el muestreo
- 3- No debe haber consistencia entre el rendimiento del cuadrante y la domi nancia de una especie

En el Cuadro 1 se indica el procedimiento de cálculo cuando se trata exclusivamente de la composición botánica.

## 2. Método del rendimiento comparativo para estimar producción de materia seca en la pradera

En este método la estimación del rendimiento en peso es evaluado en relación a cuadrantes de referencia. Se basa en el método del doble muestreo y en el principio de que es más fácil estimar el peso relativo que el peso absoluto en un muestreo.

### Procedimiento

Se seleccionan 5 cuadrantes de referencia que constituyen la escala contra la cual se comparan los cuadrantes muestreados.

Para construir la escala, primero se eligen 2 cuadrantes (1 y 5) ubicados en el punto de menor rendimiento y en el de mayor rendimiento, de tal manera que en el muestreo sea difícil encontrar un cuadrante que salga fuera de estos rangos.

Luego se selecciona un estándar 3 con un rendimiento intermedio entre 1 y 5. Posteriormente los estándares 2 y 4 que deberán tener rendimientos intermedios entre 1 y 3 y entre 3 y 5 respectivamente.

Después de establecer la escala se requiere de un período de entrenamiento, en que todos los observadores evalúen simultáneamente una serie de cuadrantes hasta tener un aceptable grado de uniformidad. Es necesario volver frecuentemente a observar los estándares durante el entrenamiento.

En el muestreo los cuadrantes se colocan de acuerdo a un plan a apropiado y en cada caso el observador da una evaluación del rendimiento relativo a los estándares. Estos se pueden evaluar en cuartos, por ejemplo:

CUADRO 1- EJEMPLO DE CALCULO DE LA COMPOSICION BOTANICA POR EL METODO DEL RANGO MATERIA SECA

Especies	Nº de cuadrantes con rango	Proporcion de cuadrantes con rango	Valores multipli- cados por	% BMS	
			70,2    21,1    8,7		
A	70	10	-	0,875    0,1250    -	64,1 (2)
B	4	25	29	0,050    0,3125    0,36250	0,050 + 0,3125 + 0,3625    13,3
C	6	16	20	0,075    0,2000    0,25000	0,075 + 0,2000 + 0,2500    11,7
D	-	26	23,5 (1)	-    0,3250    0,29375	- + 0,3250 + 0,2938    9,4
E	-	3	7,5	-    0,0375    0,09375	- + 0,0375 + 0,0938    1,6
T O T A L	80	80	80	1,0    1,0    1,0	100,1

(1) En el rango 3 las especies D y E hicieron igual aporte en una de las evaluaciones y por lo tanto se les asignó un medio rango a cada una.

(2)  $(0,875 \times 70,2) + (0,1250 \times 21,1) + (0,0 \times 8,7) = 64,1$

1			2			3			4			5
1,25	1,5	1,75	2,25	2,5	2,75	3,25	3,5	3,75	4,25	4,5	4,75	
Total 17 puntos												

Una vez finalizadas las estimaciones visuales, se cortan los estándares y se determina su rendimiento en materia seca. Con los valores se hace una regresión que sirve para predecir el rendimiento en todas las observaciones (50/potrero). Con este método las correlaciones entre número del rango y rendimiento no deben ser inferiores a 0,85% (Fig. 1).

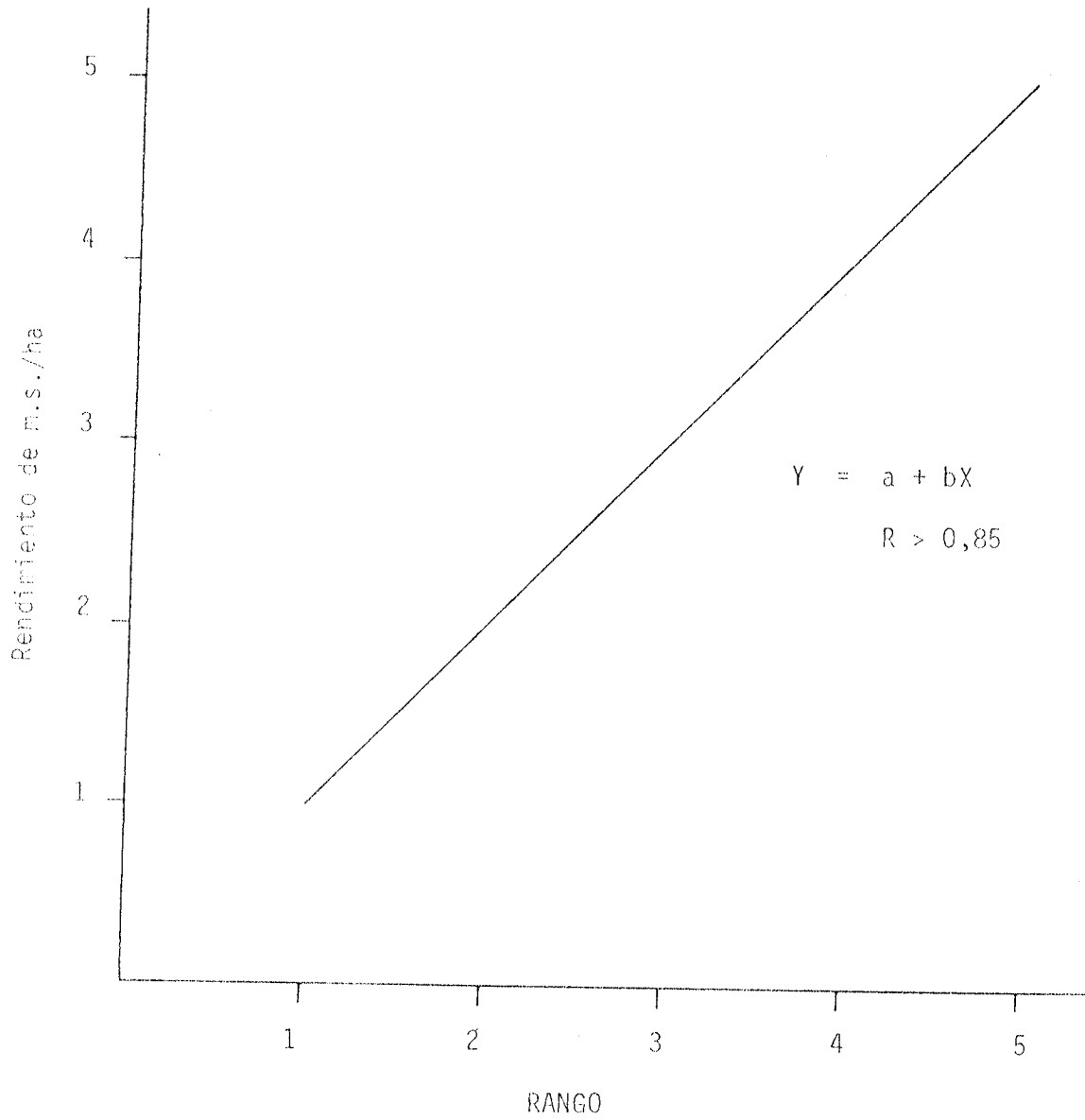


FIGURA 1- RELACION ENTRE RANGO DETERMINADOS VISUALMENTE Y RENDI-  
MIENTOS DE MATERIA SECA.

### Consideraciones prácticas

- 1- El método deber ser probado antes de usar, especialmente cuando se evalúen praderas de distintas estructura (Hay 3 métodos de calibración de tallado por Haydock y Shaw, 1975).
- 2- Es de poco valor seleccionar los estándares 1 y 5 con rendimientos muy extremos, tales que rara vez se encuentre un punto que coincida con esos estándares.
- 3- Para eliminar el sesgo de los observadores, cada uno hace un número similar de estimaciones independientes en cada parcela.

### Botanal

Este métodos considera en un mismo muestreo la composición botánica y el rendimiento de forraje usando en conjunto los métodos señalados anteriormente. Está diseñado para computarización de toda la información obtenida.

Además, pueden tomarse otras notas que sirven para determinar frecuencia y otras características de la pradera.

En el Cuadro 2 se presenta un ejemplo de anotación y cálculo de composición botánica, rendimiento y frecuencia.



CUADRO 2- EJEMPLO DE ANOTACION Y CALCULO EN UN EJERCICIO DE BOTANAL  
 POTRERO N° 1

Punto :	E S P E C I E S												Estimación Rango Visual(1) (ton m.s./ha)	
	Sp 1	Sp 2	Sp 3	Sp 4	Sp 5	Sp 6	Sp 6	Sp 6	Sp 6	Sp 6	Sp 6	Sp 6		
Rango :	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3		
1										1	1	1	4,8	14,136
2		1								1			3,0	8,160
3			1		1								1,9	4,508
4			1		1								1,5	3,180
5	0,5		1		1					0,5			3,2	8,824
6		1		1									2,8	7,496
7				1						1			1,4	2,848
8			1							0,5		0,5	1,8	4,176
9		1		1									2,9	7,828
10		0,5 0,5	0,5 0,5							1			4,5	13,140
11											1		1,2	2,184
12		1								1	1		2,5	6,500

(1) La escala usada fue dividida en décimos

Ejemplo Sp 1 que aparece en rango 1 y rango 3

$$\{70,2(14,136 + 8.160 + 4,508 + 3,180 + 7,496 + 2,849)\} + 8,7 (0,5 \times 8824) \div 82,980 = 34,59$$

Frecuencia : N°de veces que aparece Sp1 % Total de observaciones = 7/12 x 100 = 58,3%

Rendimiento: Promedio x % Sp1 = 6915 x 34,59 = 2391 kg m.s./ha

Total = 82.980 kg m.s./ha - Promedio = 6.915 kg m.s./ha

CONTINUACION CUADRO 2-

## APORTE POR ESPECIE

<u>% Sp</u>	<u>kg m.s./ha</u>	<u>Frecuencia (%)</u>
Sp <sub>1</sub> : 34,59	2,391	58,3
Sp <sub>2</sub> : 23,23	1,606	58,3
Sp <sub>3</sub> : 19,87	1,374	66,6
Sp <sub>4</sub> : 5,76	398	41,6
Sp <sub>5</sub> : 7,25	501	66,6
Sp <sub>6</sub> : 9,30	643	25,0

## B- USO DE JAULAS

El uso de jaulas depende del manejo del pastoreo usado (continuo, rotativo) y de los datos requeridos en la investigación.

Cuando se requiere conocer el rendimiento de forraje en parcelas sometidas a pastoreo continuo, es necesario usar jaulas que excluyan áreas del pastoreo.

Si el potrero o parcela es pastoreada como máximo en 48 horas, el muestreo realizado inmediatamente antes del ingreso de los animales constituye una buena estimación del rendimiento. Pese a medida que el tiempo de pastoreo aumenta, el rendimiento determinado por este método subestimará progresivamente el rendimiento real de la pradera, ya que el crecimiento lo grado durante el período de pastoreo no es considerado. Se llega al caso extremo en que bajo pastoreo continuo no es posible determinar el rendimiento sin el uso de jaulas.

La longitud del período de pastoreo debe ser decidida por el investigador. Si el período es corto, por ejemplo 4 días, y sabemos que la pradera durante 30 días de descanso produce 1.500 kg m.s./ha, el crecimiento estimado en los 4 días de pastoreo será de 200 kg m.s., suponiendo una tasa de crecimiento diario uniforme.

### Número de Jaulas

El número de jaulas que se debe emplear para obtener un grado deseado de precisión, dependerá de la variabilidad de la pradera.

Si se dispone de una estimación previa de la variación de la pradera, el número de jaulas puede ser calculado con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{k^2 \times S^2}{(\% \text{ de la media})^2}$$

n = número de muestras o jaulas

k = coeficiencia de confianza (ej.: 2 para 95%)

S<sup>2</sup> = varianza de la muestra

% de la media = precisión requerida

Si se desea estimar el rendimiento medio de una parcela por medio de jaulas, con error de  $\pm 10\%$  y 95% de probabilidad, el número de jaulas será:

$$n = \frac{4 S^2}{\frac{\bar{x}}{10}^2}$$

Para estimaciones con  $\pm 20\%$  error, la media ( $\bar{x}$ ) se divide por 5 en lugar de 10.

El número mínimo de jaulas es de 2, pero en general es un número insuficiente para la mayoría de los ensayos. Cuatro o cinco y hasta diez jaulas sería el número ideal de acuerdo con la variabilidad de la pastura. Con respecto a datos concretos relacionados con el porcentaje de error, que se producirán según la cantidad de muestras en que trabajamos, no hay información, pero se estima que deben ser similares a las que se establezcan para cualquier trabajo de investigación que utilice experiencias de campo.

#### Métodos para medir rendimiento con jaulas

1. Medición de exclusión permanente. Es la técnica más simple, aunque no la mejor y consiste en dejar la jaula siempre en el mismo lugar y hacer cortes periódicos. Este método excluye el efecto del animal sobre la pra-

dera, por lo tanto produce un área de muestreo de distinta composición botánica a la pradera bajo pastoreo.

En este caso la producción total corresponde a la sumatoria de los distintos cortes realizados a través del tiempo de ensayo.

2. Medición de la producción utilizando un corte de limpieza. En este método se elige al azar la ubicación de la jaula, bajo la cual se corta y pesa el forraje disponible (peso A). Este peso representa la cantidad de pasto disponible al comenza el experimento. Se coloca la jaula sobre la superficie cortada y luego de 3 a 4 semanas se vuelve a cortar el pasto dentro de la jaula, a la misma altura en que se cortó inicialmente; luego se pesa (peso B). Se elige una nueva ubicación y el pasto se recorta en las misma forma anterior, pero no se pesa. En este lugar se coloca la jaula y al término del segundo período se corta y pesa el pasto (peso C). La producción total =  $A + B + C + \dots$

Este método, que utiliza un corte preliminar, es el más apropiado para pasturas cortas y densas formadas por gramíneas y leguminosas de crecimiento bajo.

3. Medición de la producción utilizando jaulas movibles y una técnica diferencial. Con este método se evita el corte preliminar. Se elige al azar una parcela que servirá de muestra y otra cerca de la primera, de igual superficie y lo más similar posible. Esto se hace con el fin de reducir errores, en vista de que generalmente se dispone de un número muy limitado de jaulas. En una de estas superficies, elegida al azar, se coloca la jaula, mientras que en la otra se corta y pesa el pasto (A), luego de 3 semanas, según el ritmo de crecimiento, se corta el pasto dentro de la jaula y se pesa (B). Luego se eligen dos nuevas parcelas, en una de ellas se corta y pesa el forraje (C), cubriendo la otra con la jaula para cortar y pesar al final del segundo período (D).

Los resultados se pueden resumir del siguiente modo:

<u>Peso del pasto</u>	<u>Fuera de la jaula</u>	<u>Dentro de la jaula</u>
Al comienzo del 1er. período	A	-
Al final del 1er. período	-	B
Al comienzo del 2do. período	C	-
Al final del 2do. período	-	D

Por lo tanto, la producción de forraje durante el período experimental será:

$$\text{Producción total} = A + (B - A) + (D - C) + \dots$$

#### 4. Estimación del consumo durante el pastoreo, por el método diferencial.

En este caso las muestras fuera y dentro de la jaula se cortan al mismo tiempo.

Los resultados pueden resumirse como sigue:

<u>Peso del pasto</u>	<u>Fuera de la jaula</u>	<u>Dentro de la jaula</u>
Al final del 1er. período	A	B
Al final del 2do. período	C	D

El consumo de los animales que pertenecen al experimento será:  
(B - A) + (D - C) + ...

#### 5. Uso

El tamaño de las jaulas o exclusiones es muy variable, depende fundamentalmente del criterio de los diferentes investigadores. Un método simple y práctico para obtener las muestras es construir jaulas ligeras

mente más anchas que el ancho de corte de una máquina (barra segadora Gravelly, como ejemplo) y del largo que cada investigador estime conveniente.

- Tamaño de jaulas. En el Cuadro 3 se señalan las medidas y superficie de jaulas usadas por distintos autores.

CUADRO 3- TAMAÑO Y SUPERFICIE DE JAULAS

Autor	Medidas (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Cowlshaw (1950)	2,74 x 1,22 x 0,61	3,34
Colder (1970)	0,92 x 0,92	0,84
Waddington (1971)	0,92 x 0,92	0,84
	0,92 x 2,72	2,55
Marsh (1978)	0,90 x 0,60 x 0,50	0,45
Remehue (1982)	2,00 x 0,50 x 0,50	1,00

#### BIBLIOGRAFIA : METODOS VISUALES

BEDELL, T.E. 1973. Botanical composition of subclover-grass pastures as affected by single and dual grazing by cattle and sheep. Agron. J. 60:502-4.

CAMPBELL, N.A. and ARNOLD, G.W. 1973. The visual assessment of pasture yield. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 13:263-7.

HARGREAVES, J.N. and KERR, J.D. 1978. Botanal. a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. II. Computational package. CSIRO Aust. Div. Trop. Crops & Past. Trop. Agron. Tech. Mem. N°9.

- HAYDOCK, K.P. and SHAW, H.H. 1975. The comparative yield method for estimating yield dry matter yield of pasture. Aust. J. Exp. Agric. Husb. 15:663-70.
- MANNETJE, L.'t. 1978. Measuring quantity of grassland vegetation In "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production" In "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production" Ed. L.'t Mannelje. Commonw. Past. Fld Crops , Hurley, Borks, England, Bull. 52.
- MANNETJE, L. 't. and HAYDOCK, K.P. 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. J. Br. Grassid Soc. 18:268-75.
- MORLEY, F.H.W., BENNETT, D. and CLARK, K.W. 1964. The estimation of pasture yield in large grazing experiments. CSIRO Aust. Div. Pl. Ind. Fld Stn Rec. 3:43-47.
- TOTHILL, J.C. 1978. Measuring botanical composition of grasslands. In. "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L.'t Mannelje. Commonw. Bur. Past. Fld Crops, Hurley, Berks., England, Bull. 52.
- TOTHILL, J.C., HARGREAVES, J.N.G. and JONES, R.M. 1978. "Botanal-A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling" CSIRO, Australia, Division of Tropical Crops and Pastures, Tropical Agronomy Technical Mem. N°8.



## BIBLIOGRAFIA : USO DE JAULAS

- GARDNER, A.L. 1967. Estudio sobre métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas. Centro de investigación y enseñanza para la zona templada del IICA. Zona Sur. Impreso en Montevideo - Uruguay.
- X INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1960. Metodología en investigación sobre pasturas. Curso realizado en la Estación Experimental de Pergamino; organizado por IICA, Zona Sur auspiciado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la República Argentina. Colección Agropecuaria del INTA, Vol. II.
- KLINGMAN, D.L.; MILES, S.R.; MOTT, G.O. 1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. J. Am. Soc. Agron. 35:739-46.
- MARSH, R. 1978. Effect of enclosure cages on growth rate of pastures at different times of the year. N.Z. Journal of Exp. Agriculture 6:115-117.
- WADDINGTON, J. and COOKE, D.A. 1971. The Influence of samples size and number on the precision of estimates of herbage production and consumption in two grazing experiments. J. Br. Grassld Soc. 26:95-101
- WILSON; D.B. 1966. Variability in herbage yields from caged areas in a pasture experiment. Can. J. Pl. Sci. 46:249-55.