

# Evaluación de un Método no Destructivo para Estimación de Biomasa Forrajera<sup>1</sup>

L. G. Hidalgo\*, M. A. Cauhepe\*\*, E. M. Viviani\*, A. Galatoire\*\*\*, I. Meijome\*, M. Colabelli\*

## ABSTRACT

A non-destructive indirect method for estimation of plant total biomass and botanical composition was analysed in two locations: a native pasture characteristic of the Depression del Salado area Buenos Aires, Argentina; and a cultivated pasture composed of alfalfa (*Medicago sativa*), rescue grass (*Bromus catharticus*), reed grass (*Phalaris aquatica*) and white clover (*Trifolium repens*). In both locations the method was calibrated for biomass and botanical composition estimations. Samples were cut at ground level, hand separated and oven dried. Regression analysis was carried out with estimated and hand-separated values. In the native pasture, besides the ranking of the three main species, grouping and other data in the same sampling unit were estimated. The correlation between biomass estimation and cut samples were around 0.90. The estimation of the botanical composition was satisfactory in both native and cultivated-pasture grasses and generally with greater accuracy than other components. Herbs were always over estimated. White clover was under estimated because the visual estimation did not take account of their creeping stolons. The method gave a fair estimate of the botanical composition of the cultivated pasture. In native pastures it was feasible to rank species although it would be necessary to do more research with larger sampling number. The method utilized allows the handling of other data, besides biomass and species composition. The use of computer facilities is necessary because of the abundant data processed.

## COMPENDIO

Se realizaron el ajuste y la aplicación del método Botanal en un pastizal natural perteneciente a la Depresión del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina, y en una pastura cultivada compuesta por alfalfa (*Medicago sativa*), cebadilla criolla (*Bromus catharticus*), falaris (*Phalaris aquatica*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). En ambas pasturas se calibró el método para disponibilidad y composición botánica. Para ello se cortaron las muestras estimadas a ras del suelo, se separaron manualmente los componentes y se secaron en estufa. Se hizo una regresión de los valores estimados versus los de la separación manual. En el pastizal natural, además del "ranking" de especies se computaron grupos de especies y observaciones adicionales que se estimaron en la misma muestra. Los resultados de la calibración de disponibilidad para las dos pasturas responden a las exigencias presentadas en la bibliografía. La correlación fue de alrededor de  $r = 0.90$ . La comparación de la composición botánica estimada visualmente, versus la separación manual, fue satisfactoria en la pastura natural y en la cultivada. En general las gramíneas fueron evaluadas con la mayor precisión por los observadores. En cambio las dicotiledóneas de estructura planófila fueron sobreestimadas. La especie trébol blanco (de hábito rastrero) fue subestimada debido al peso de los estolones considerados en la separación manual. Se concluye que: a) el método podría permitir una estimación confiable de la composición botánica relativa de pasturas cultivadas; b) es factible atribuir "ranking" a las especies en un pastizal natural, a pesar de que se requeriría mayor investigación aumentando el número de muestras; c) el método admite evaluaciones adicionales de importancia forrajera y d) es indispensable el procesamiento de los datos por computación, dada la abundante información que se maneja.

## INTRODUCCION

A causa de la complejidad florística y estructural, la evaluación de pasturas cultivadas polifíticas y de pastizales naturales requiere de métodos expeditivos y no destructivos para la determinación de la disponibilidad, la composición botánica y otros atributos de importancia ecológica, agronómica o zootécnica

1 Recibido para publicación el 8 de agosto 1988.

Los autores agradecen a los participantes de la materia Evaluación de Pasturas del III Curso de Postgrado en Producción Animal, por la colaboración en la obtención y procesamiento de parte de la información utilizada en este trabajo

\* Facultad de Ciencias Agrarias, C.C. 276 (7620) Balcarce.

\*\* E. E. A. Balcarce, C.C. 276 (7620) Balcarce.

\*\*\* Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) (Ex-becaria). C.C. 276 (7620) Balcarce

Botanal es un método no destructivo que permite estimar visualmente la disponibilidad forrajera y la composición botánica en la misma unidad de muestra.

La estimación visual de la composición botánica evita la separación manual por especie, operación muy costosa por el tiempo y la mano de obra especializada que demanda

La determinación de la disponibilidad y la composición botánica asociada a otras metodologías permite evaluar el impacto del hombre y los animales sobre los diferentes recursos forrajeros.

Considerado lo expuesto anteriormente, se planteó este trabajo con los siguientes objetivos: a) experimentar un método expeditivo para determinar la dis-

ponibilidad de forrajes y la composición botánica y b) aplicar y calibrar el método en un pastizal natural y en una pastura cultivada

#### MATERIALES Y METODOS

El pastizal natural está ubicado en la Estancia "La Delfina", en el partido de Ayacucho, y está integrado en su mayor parte por comunidades de terrenos bajos y húmedos e intermedios, que se asemejan a las comunidades c y b definidas por León (3). La pastura cultivada pertenece al campo experimental Reserva 7, de la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce (provincia de Buenos Aires, Argentina), y está compuesta por alfalfa (*M. sativa*), cebadilla criolla (*B. catharticus*), falaris (*P. aquatica*) y trébol blanco (*F. repens*). La aplicación y evaluación del método se realizaron siguiendo estas etapas: a) búsqueda de patrones de referencia, b) calibración de la estimación de la disponibilidad, c) estimación de la composición botánica relativa, d) calibración de la estimación botánica, e) cálculo de los "rankings exactos", según Mannetje y Haydock (4). Esta última etapa se cumplió sólo en la pastura cultivada

#### Búsqueda e identificación de patrones de referencia para la estimación de disponibilidad.

Para ello se siguió el procedimiento propuesto por Haydock y Shaw (2). Se utilizó como unidad de muestreo un marco de 50 x 20 cm con subdivisiones (1).

#### Calibración de disponibilidad.

Una vez finalizados los muestreos, se estimó la disponibilidad en diez muestras, las cuales se cortaron posteriormente con tijeras a ras del suelo. En laboratorio se secaron en estufa y se pesaron. Con estos datos se realizaron las curvas de regresión y se calcularon las correlaciones entre las muestras cortadas y estimadas

#### Estimación de la composición botánica por "ranking" de peso seco.

Las observaciones se realizaron en el mismo marco en el que se estimó visualmente la disponibilidad. Para establecer "un ranking" de dichos grupos, las especies se clasificaron en gramíneas, latifoliadas, leguminosas, y ciperáceas y juncáceas. Luego se realizó el "ranking" de las especies de acuerdo con su contribución estimada en peso seco. En el pastizal natural se realizaron observaciones adicionales al "ranking", que consistían en computar otras especies presentes (hasta cinco), grado de uso, porcentaje de suelo desnudo, de mate-

rial muerto y de heces. El grado de uso de las especies registradas se estimó de acuerdo con la siguiente escala:

- 0: no pastoreada.
- 1: despuntada.
- 2: pastoreada hasta la mitad de la altura normal de la planta.
- 3: pastoreada a ras del suelo.

Se tomó siempre, como referencia, la planta entera según el desarrollo que adquiriría en el potrero evaluado

Se estimó el porcentaje de suelo desnudo de material muerto y de heces, de acuerdo con la escala de Daubenmire (1)

#### Calibración para la estimación de la composición botánica.

Se cortaron con una tijera eléctrica a ras del suelo, 20 muestras en el pastizal y 60 muestras en la pastura cultivada. Estas se procesaron en el laboratorio separando manualmente los componentes específicos. Se pesaron en verde y se llevaron a la estufa y se tomó luego el peso seco. Se calculó el porcentaje de contribución en peso seco de cada especie y para cada muestra. Al igual que para la calibración de disponibilidad, se realizó la regresión entre los valores de separación manual y los estimados por los observadores en cada especie, y se obtuvo la correlación para cada uno de ellos

#### Cálculo de los "rankings exactos".

Se desarrolló un programa para microcomputador que permitió, con los resultados obtenidos de la separación manual de la pastura cultivada, calcular los "rankings exactos" para cada una de las especies, mediante la utilización de los multiplicadores presentados por Mannetje y Haydock (4).

#### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Comparación del método de separación manual con el método de "ranking" por peso seco en una pastura cultivada.

Los porcentajes obtenidos mediante el cálculo de "ranking exacto" fueron similares para todas las especies (Cuadro 1). Al compararlos con los de la separación manual no se observaron diferencias respecto al "ranking" exacto.

Los porcentajes obtenidos por ambos procedimientos se compararon realizando un análisis de regresión

Cuadro 1. Cálculo de los "rankings exactos" utilizando los multiplicadores de Mannelje y Haydock (4) y su relación con los porcentajes de separación manual.

| Especie   | Número de muestras por "ranking" <sup>1</sup> |                 |                 | Proporción de muestras por "ranking" <sup>2</sup> |      |      | Cálculos                                    | "Ranking exacto" (%) | Separación manual (%) |
|-----------|---|-----------------|-----------------|---|------|------|---|----------------------|-----------------------|
|           | R1 <sub>a</sub>                               | R2 <sub>b</sub> | R3 <sub>c</sub> | R1  | R2   | R3   |   |                      |                       |
| Cebadilla | 48  | 9               | 3               | 0.80  | 0.15 | 0.05 | 0.80 x 70.2* + 0.15 x 21.1* + 0.05 x 8.7* = | 59.76                | 58.50                 |
| Falaris   | 4   | 13              | 18              | 0.06  | 0.21 | 0.3  | 0.06 x 70.2 + 0.21 x 21.1 + 0.3 x 8.7 =     | 11.25                | 12.06                 |
| T Blanco  | 8   | 34              | 11              | 0.13  | 0.56 | 0.18 | 0.13 x 70.2 + 0.56 x 21.1 + 0.18 x 8.7 =    | 22.50                | 21.37                 |
| Alfalfa   | -   | 4               | 16              | -   | 0.06 | 0.26 | 0.06 x 21.1 + 0.26 x 8.7 =                  | 3.53                 | 5.53                  |
| Malezas   | -   | 1               | 7               | -   | 0.01 | 0.11 | 0.01 x 21.1 + 0.11 x 8.7 =                  | 1.17                 | 2.49                  |
| Poa       | -   | -               | 1               | -   | -    | 0.02 | 0.02 x 8.7 =                                | 0.17                 | 0.03                  |

R = "Ranking"

1 = Número de muestras por especie presentes en R1<sub>a</sub>, R2<sub>b</sub> y R3<sub>c</sub>

2 = En cada especie R se calcula como R1<sub>a</sub> = R1<sub>a</sub>/R1<sub>a</sub> + R2<sub>b</sub> + R3<sub>c</sub>; R2<sub>b</sub> = R2<sub>b</sub>/R1<sub>a</sub> + R2<sub>b</sub> + R3<sub>c</sub>; R3<sub>c</sub> = R3<sub>c</sub>/R1<sub>a</sub> + R2<sub>b</sub> + R3<sub>c</sub>

\* = Multiplicadores de Mannelje y Haydock (4)

lineal, y se obtuvo un r = 1.0 Este análisis mostró la correspondencia entre ambos procedimientos, ya que los valores de la ordenada y de la pendiente fueron 0.95 y 0.96 respectivamente.

**Calibración de disponibilidad y composición botánica de una pastura cultivada.**

Los resultados de la calibración de disponibilidad obtenidos se pueden observar en la Fig. 1. Las correlaciones fueron de 0.88 y 0.89 para los observadores A y B respectivamente, y de 0.93 para el observador C. Estos valores responden a las exigencias presentadas en la bibliografía (5), (Fig. 1).

Con respecto a la composición botánica de la pastura, las especies establecidas por "ranking" fueron seis. Este número coincidió con el obtenido en la separación manual.

Los "rankings" estimados por cada observador se presentan en el Cuadro 2. Se puede ver que hubo errores de diferentes orígenes en las evaluaciones de las especies falaris y trébol blanco. La especie falaris fue sobreestimada en la misma magnitud por todos los observadores (Cuadro 2).

Esto es explicable, ya que en la separación manual no se pudo identificar el material muerto correspondiente a esa especie, el cual se estimó en la pastura al realizar el "ranking". El aporte del material muerto a la biomasa total fue de un 33%. El método de corte utilizado facilitó el desprendimiento de hojas y vainas de las plantas cortadas.

El trébol blanco, a diferencia de falaris, fue subestimado por los observadores. En este caso fue la estructura de la planta la que dificultó la estimación, ya que en la observación visual no se valoró el peso de los estolones, detectado luego en la separación manual. Mannelje y Haydock (4) encontraron que hábitos de crecimiento muy diferentes entre especies pueden producir errores al establecer el "ranking"

Cuadro 2. Comparación de la composición botánica relativa obtenida por cada observador versus la separación manual.

| Especie       | Separación manual (%) | Estimación visual (%) |        |        |
|---------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|
|               |                       | Obs. A                | Obs. B | Obs. C |
| Cebadilla     | 59.0                  | 59.0                  | 59.0   | 58.0   |
| Falaris       | 12.0                  | 25.0                  | 24.0   | 24.0   |
| Trébol blanco | 21.0                  | 6.0                   | 11.0   | 9.0    |
| Alfalfa       | 6.0                   | 8.0                   | 5.0    | 7.0    |
| Malezas       | 2.0                   | 1.0                   | 1.0    | 1.0    |
| Poa           | 0.03                  | 0.04                  | 0      | 0.5    |

Las ecuaciones de regresión para cada observador se pueden ver en la Fig. 2. Las correlaciones para los tres observadores fueron superiores a r = 0.90, lo que indicaría que la estimación fue correcta. Con excepción de falaris y trébol blanco, el resto de las especies coinciden con la recta ideal (Fig. 2).

Para evitar lo ocurrido en el presente trabajo es recomendable considerar el método de corte cuando se

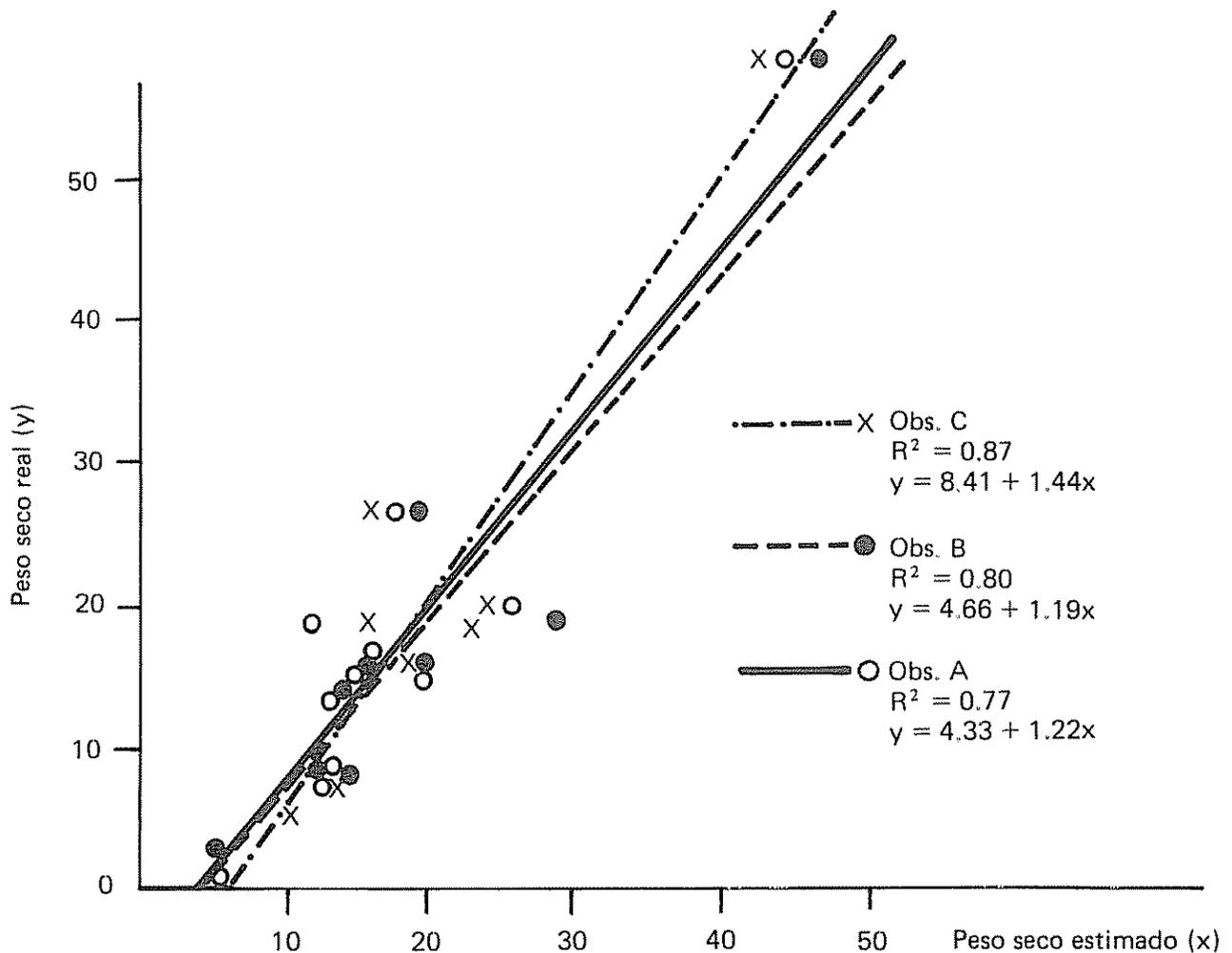


Fig. 1. Calibración de estimación de disponibilidad para tres observadores de una pastura cultivada.

analiza la calibración con separación manual. Asimismo, cuando las plantas presentan estructuras rastroeras se debe poner especial cuidado en la estimación visual.

#### Calibración del método en un pastizal natural.

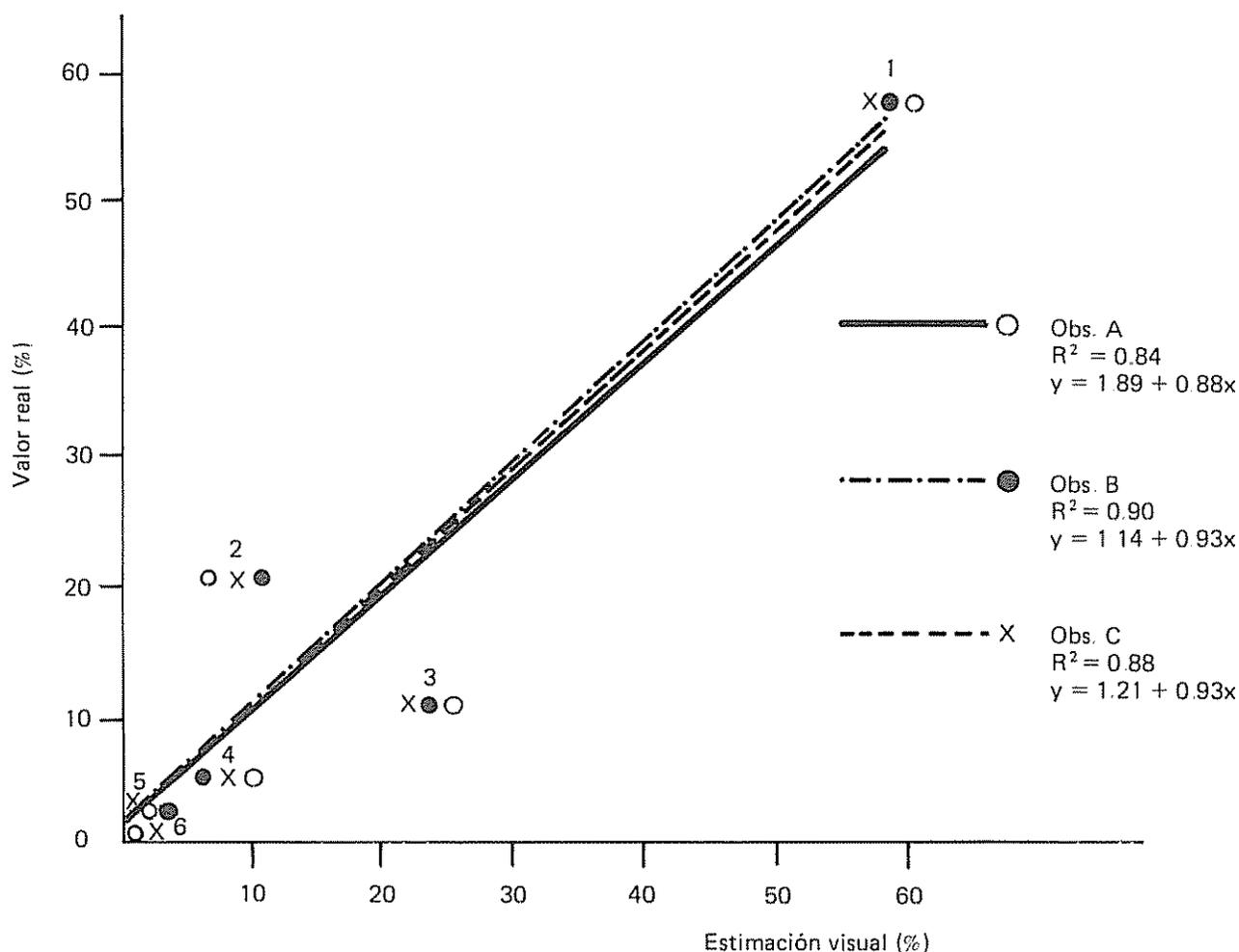
La correlación para la calibración de disponibilidad fue de  $r = 0.95$ . Se observó en el ajuste lineal una tendencia general a subestimar los valores de disponibilidad.

En cuanto a la composición botánica, las especies establecidas por "ranking" fueron diecinueve. Al establecer los "ranking" y realizar la comparación de los

resultados con la separación manual, se calculó, sobre el total de muestras, el porcentaje de aquellas en las cuales las especies fueron ubicadas correctamente en cada puesto.

| "Ranking" | Porcentaje sobre 20 muestras |
|-----------|------------------------------|
| 1         | 70                           |
| 2         | 45                           |
| 3         | 30                           |

La correcta ubicación de las especies fue de 70% en el primer puesto, de 45% en el segundo y de sólo 30% en el tercero. Esto indicaría que las especies



## Referencias:

1. *Bromus cartharticus*, 2. *Trifolium repens*, 3. *Falaris aquatica*, 4. *Medicago sativa*, 5. Malezas, 6. *Poa* sp.

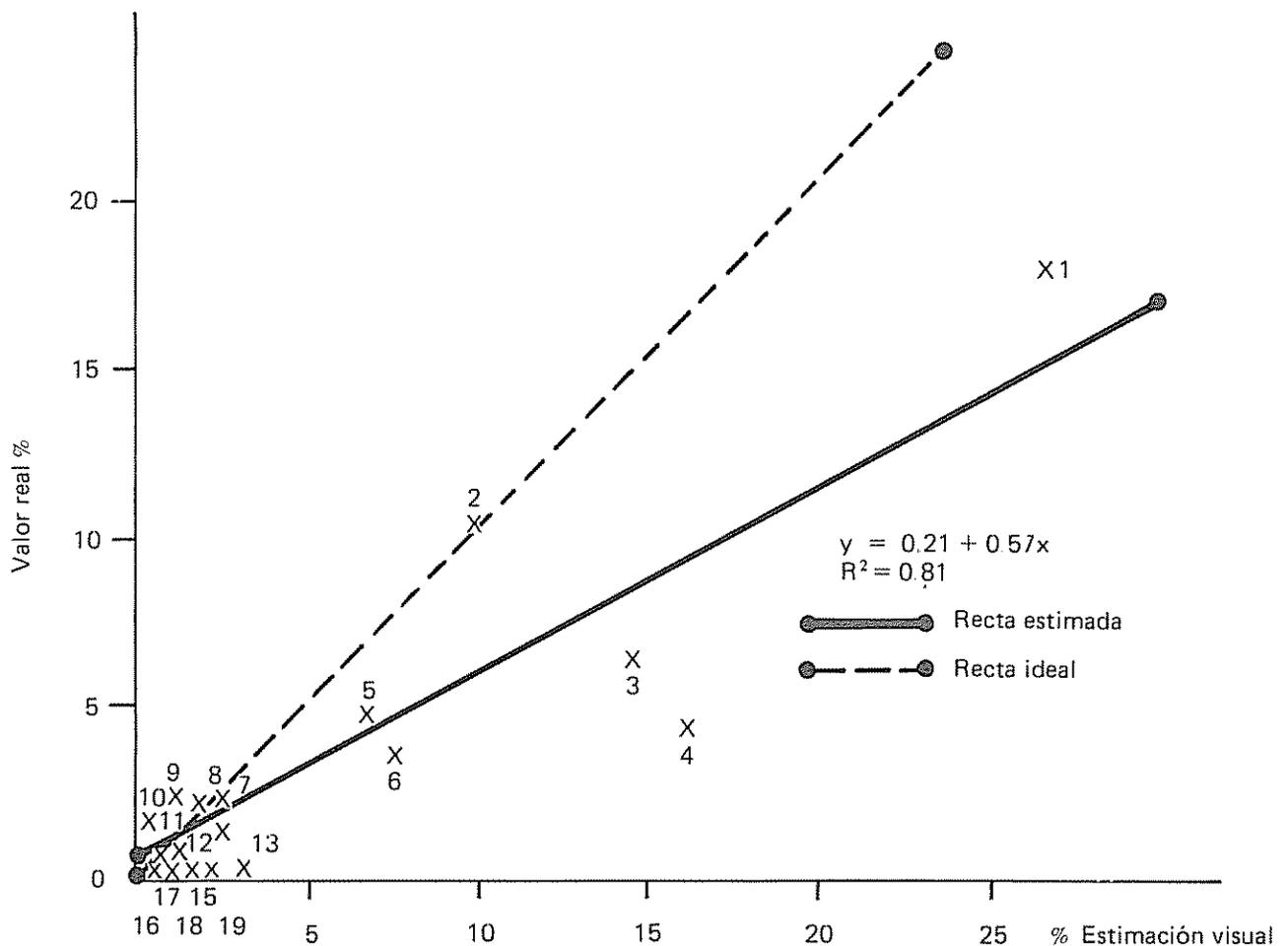
Fig. 2. Correlación entre porcentajes reales y estimados de la composición botánica promedio de una pastura cultivada.

que ocupan el "ranking" serían las ubicables con menor dificultad. Al hacer la correlación de los porcentajes reales con los estimados de composición, se obtuvo un  $r = 0.90$  (Fig. 3).

Es importante destacar que el número de muestras cortadas y separadas manualmente en las especies componentes fue de 20. Este número es escaso, máxime tratándose de un pastizal natural, donde la riqueza florística es mayor que en una pastura cultivada. Debido a la baja biomasa disponible presente en el pastizal, la separación manual presentó dificultades y, en

consecuencia, del total de peso seco un 41% correspondió a material no identificado. Por esta causa no pudieron aplicarse los multiplicadores para calcular "ranking exacto", tal como se hizo en la pastura cultivada.

Las especies gramilla (*Cynodon dactylon*), pasto colchón (*Stenotaphrum secundatum*) y paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) fueron sobreestimadas en la regresión, ya que parte del material cortado no pudo ser identificado al encontrarse en fracciones muy pequeñas.



## Referencias:

- 1 *Cynodon dactylon*, 2 *Lolium multiflorum*, 3 *Paspalum quadrifarium*, 4 *Leontodon nudicaulis*, 5 *Paspalum dilatatum*, 6 *Stenotaphrum secundatum*, 7 *Poa* sp., 8 *Distichlis scoparia*, 9 *Hordeum* sp., 10 *Plantago lanceolata*, 11 *Adesmia bicolor*, 12 *Mentha pulegium*, 13 *Stipa papposa*, 14 *Trifolium repens*, 15 *Sisytinchium* sp., 16 *Piptochaetium bicolor*, 17 *Ambrosia tenuifolia*, 18 *Alophia* sp., 19 *Hypochaeris radicata*

Fig. 3. Correlación entre porcentajes reales y estimados de la composición botánica promedio de un pastizal natural en el partido de Ayacucho

En el caso de las dicotiledóneas leontodon (*Leontodon nudicaulis*) y menta (*Mentha pulegium*), la separación manual fue precisa, de lo que se deduce que hubo sobreestimación por parte de los observadores. Es posible que la estructura de esas especies (planófilas) y el porcentaje de materia seca, dificulten la estimación visual.

Las especies cuyos valores coinciden con la recta de regresión esperada fueron raigras criollo (*Lolium multiflorum*), poa (*Poa* spp.) y pasto salado (*Distichlis* spp.) (gramíneas).

## Evaluación adicional.

En el total de las especies, la estimación de grano de uso y la relación frecuencia de planta comida/número de plantas totales, permitieron detectar tres especies que en esa época del año (setiembre), son consumidas consistentemente por el ganado: sporobolus (*Sporobolus indicus*), flechilla (*Stipa neesiana*) y flechilla (*Stipa papposa*). Se encontraron valores muy bajos de material muerto (5.4%), suelo desnudo (1.5%) y heces (0.9%).

## CONCLUSIONES

El método, junto con las evaluaciones adicionales, permite la toma de datos de importancia forrajera, tales como grado de uso de especies y frecuencia de plantas comidas/número de plantas totales para cada especie. La complementación de los datos de composición botánica con los de valor forrajero de cada especie, permite una eficaz manera de calcular el valor zootécnico.

Es factible atribuir "ranking" a las especies del tipo de pastizal y pastura evaluados, utilizando los multiplicadores de Manneije y Haydock (4).

Sin embargo, el ajuste en "ranking" y composición botánica real requiere una investigación que incluya mayor número de muestras en el caso de los pastizales.

En pasturas cultivadas los multiplicadores que utiliza el método permitirán una estimación confiable de la composición botánica relativa.

Dada la abundante información que se maneja, y la cantidad de muestras que se obtienen, es indispensable procesar los datos por computación.

## LITERATURA CITADA

1. DAUBENMIRE, R A 1959. Canopy-coverage method for vegetational analysis. Northwest Science 33(1):43-64.
2. HAYDOCK, K P.; SHAW, H H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture Animal Husbandry 15:663-670.
3. LEON, R.J.C. 1975. Las comunidades herbáceas de la región Castelli - Pila. Monografía no 5. La Plata, Arg., Comisión de Investigaciones Científicas.
4. MANNEIJE, L.I.; HAYDOCK, K.P. 1963. The dry-weight-rank for the botanical analysis of pasture. Journal of British Grassland Society 18:268-275.
5. TOTHILL, J.C.; HARGREAVES, I.N.G.; JONES, R.N. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure to estimating pasture yield and composition I. Field sampling. CSIRO, Div Trop. Crops and Past. Trop. Agron. Tech. Mem. no 8.