

**VALIDACION DEL METODO BOTANAL EN UNA PASTURA
DE *Phalaris aquatica* Y *Trifolium subterraneum*.
IV. EVALUACION DEL COSTO EN TIEMPO Y PRECISION
DE MUESTREO, EN LA ESTIMACION DE DISPONIBILIDAD
DE MATERIA SECA Y DE COMPOSICION BOTANICA¹**

**Validation of the Botanal method in a *Phalaris aquatica* and
Trifolium subterraneum pasture. IV. Time required and
precision in the estimation of dry matter availability
and botanical composition**

**Mario Silva G.², Fernando Squella N.³,
Alberto Mansilla M.² y Carolina Márquez G.⁴**

S U M M A R Y

The present study had the objective to evaluate the time required and the precision of the cutting and the comparative yield methods to estimate dry matter availability, and of the hand separation and weight rank methods, to estimate botanical composition, in a *Phalaris aquatica* (hardinggrass) and *Trifolium subterraneum* (subclover) pasture.

This research was conducted at the Hidango Field Station (INIA) (34° 07' S lat., and 71° 44' W long), from July 1983 to February 1984, in pastures grazed by cattle or sheep or deferred for hay.

The coefficient of variation was used to analyze the precision and the time required.

Results indicated that increasing the number of samples from 5 to 10 strongly increased precision. In general, the comparative yield method was better than the cutting method in the estimation of dry matter availability. Botanical composition was satisfactorily estimated by the dry weight rank method; but under many situations, the hand separation method seems to be superior.

INTRODUCCION

Cada vez que se estudia un nuevo método, es necesario validarlo respecto a la realidad en que se aplicará, tomando como comparación aquel método que se pretende sustituir. Por ello, dentro de esta serie de artículos acerca del Botanal, se han validado previamente las estimaciones de disponibilidad de la materia seca y de la composición botánica. También se ha calculado los multiplicadores que se usan para el método de rango de

peso y se han comparado con aquellos encontrados por otros autores. El presente trabajo tiene por finalidad determinar el costo en tiempo y la precisión de muestreo en la estimación de la disponibilidad de m.s. y de la composición botánica, a través de los métodos de corte y de rendimiento comparativo y de separación manual y de rango de peso seco, respectivamente.

MATERIALES Y METODOS

La metodología empleada en este trabajo, para la evaluación del método de rendimiento comparativo y del rango de peso seco, se describió en los artículos publicados por Squella y otros, 1989a y b, y Mansilla y otros, 1989. No obstante esto, con el fin de dar mayor claridad a esta presentación, se volverá a incluir los períodos y fechas de muestreo y el manejo de utilización de las pasturas (Cuadro 1).

¹Recepción de originales: 30 de noviembre de 1988.
Parte de la Tesis presentada por Carolina Márquez C., para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Católica de Valparaíso. Presentado a la X Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Valparaíso, Chile, 1985.

²Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

³Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

⁴Pericles 1213, Depto. 203, Santiago, Chile.

CUADRO 1. Períodos y fechas de muestreo y manejo de utilización de las pasturas bajo estudio

TABLE 1. Periods and dates of sampling and management for the utilization of the pastures under study

Muestreo (Nº)	Período	Fecha	Manejo
1	Mínima	29.07.83	Pastoreo con bovinos
2	tasa de	03.08.83	Pastoreo con ovinos
3	crecimiento	04.08.83	Rezago
4	Máxima	09.11.83	Pastoreo con bovinos
5	tasa de	10.11.83	Pastoreo con ovinos
6	crecimiento	11.11.83	Rezago
7		07.02.84	Pastoreo con bovinos
8	Latencia	08.02.84	Pastoreo con ovinos
9	estival	09.02.84	Rezago

Con el fin de tener un patrón para evaluar el costo en tiempo y la precisión de los métodos visuales mencionados en el párrafo anterior, estos se compararon con el método de corte y separación manual en el caso de la disponibilidad de la m.s. y de la composición botánica, respectivamente.

El error estándar (EE) para estimar la precisión del muestreo en la disponibilidad de la m.s., se calculó de acuerdo a la ecuación 1.

$$EE = [(SM ** 2)/NM] ** 0,5 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

SM ** 2 : variancia muestral
NM : número de muestras

La precisión de la evaluación de la composición botánica por su parte, se evaluó a través de la siguiente ecuación:

$$EE = [(SPi * Pcomp.i)/NM] ** 0,5 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

SPi : porcentaje de contribución de la especie i
Pcomp.i : porcentaje complementario
NM : número de muestras.

En la evaluación del costo en tiempo, en el método de corte que estima la disponibilidad de la m.s., se consideró el tiempo que se utilizó para realizar el corte y recolección de cada uno de los cuadrantes y el pesaje en verde. En el caso del método del

rendimiento comparativo, que estima esta misma variable, se tomó en cuenta el tiempo empleado en la calibración general del método, calibración personal de los observadores y la evaluación visual de las 40 unidades muestrales.

En la valoración del costo en tiempo para el método de separación manual que estima la composición botánica, se consideró el tiempo ocupado en separar las muestras; y en el método de rango de peso seco, que tiene el mismo propósito, se contabilizó el tiempo ocupado en asignar los rangos a las especies en cada una de las unidades muestrales consideradas.

Esta información, al igual que en el caso del error estándar, se analizó a través de una regresión calculada con el programa MINITAB (Ryan, Joner y Ryan, 1976). En base a estas funciones y tomando en cuenta los promedios de disponibilidad y composición botánica, se calculó en cada caso la precisión de muestreo en términos de coeficiente de variación (PMCV), con la finalidad de poder hacer comparaciones entre poblaciones diferentes.

En cada figura las funciones de costo tienen diferente escala, con el objeto de hacer coincidir en cada caso, los puntos máximos y mínimos de estas funciones con los correspondientes a las de la variable precisión de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La información obtenida en este experimento, se presentará primero en relación a la disponibilidad de la m.s. (figura 1 a 3) y, luego, respecto a la composición botánica (figura 4 a 12), haciendo en cada caso un análisis conjunto de la influencia de los factores que estuvieron involucrados durante la investigación.

Estimación de la disponibilidad

La respuesta del valor del coeficiente de variación correspondió en todos los casos a una función logarítmica negativa y la de costos a una línea recta que pasa por el origen. Estos hechos indican que la precisión, independiente de las circunstancias, siempre mejoró al aumentar el número de muestras, en este caso entre 1 y 10 muestras, para luego ser muy poco sensible al acrecentar el número de ellas. Los costos por su parte, siempre aumentaron en forma proporcional, al presentar un coeficiente angular constante. Si bien en la mayor parte de los casos, el costo del método del rendimiento comparativo fue ligeramente menor que el del método

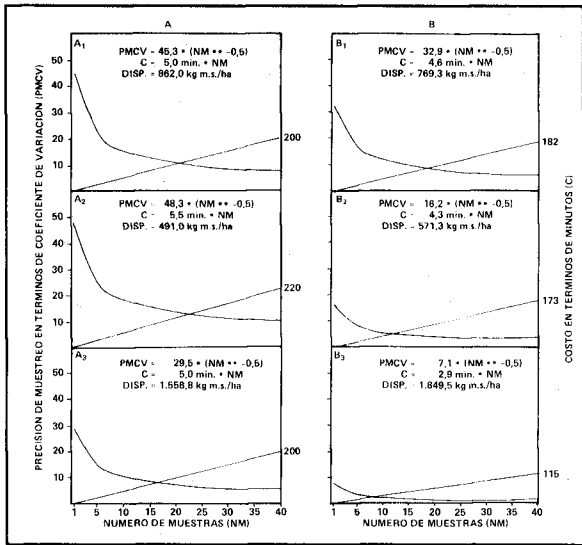


FIGURA 1. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto al número de muestras (NM) para disponibilidad (DISP.) uno, dos y tres obtenidas por corte (A) y por rendimiento comparativo (B) en el período de mínima tasa de crecimiento de una pastura pastoreada por bovinos (A₁, B₁), ovinos (A₂, B₂) y para conservación de forraje (A₃, B₃).

FIGURE 1. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect of sample number (NM) for dry matter yield (DISP.) in sampling one, two and three estimated by cutting (A) and comparative yield (B) in the minimal rate of growth in a pasture grazed by cattle (A₁, B₁), sheep (A₂, B₂) and rested for hay (A₃, B₃).

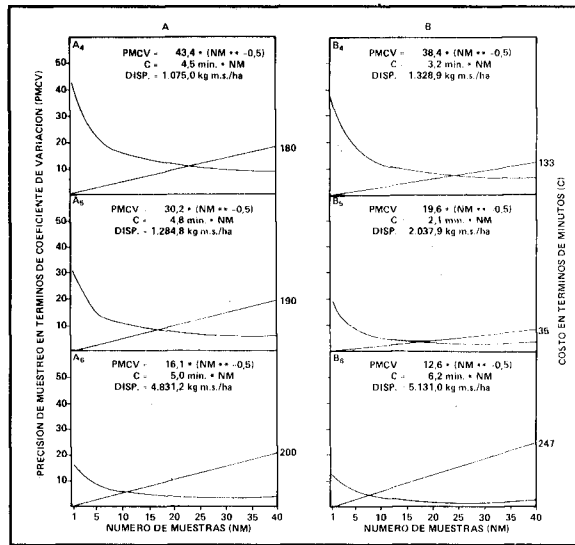


FIGURA 2. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto al número de muestras (NM) para disponibilidad (DISP.) cuatro, cinco y seis obtenidas por corte (A) y por rendimiento comparativo (B) en el período de máxima tasa de crecimiento de una pastura pastoreada por bovinos (A₄, B₄), ovinos (A₅, B₅) y para conservación de forraje (A₆, B₆).

FIGURE 2. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for dry matter yield (DISP.) in sampling four, five, and six estimated by cutting (A) and comparative yield (B) in the maximum rate of growth in a pasture grazed by cattle (A₄, B₄), sheep (A₅, B₅) and rested for hay (A₆, B₆).

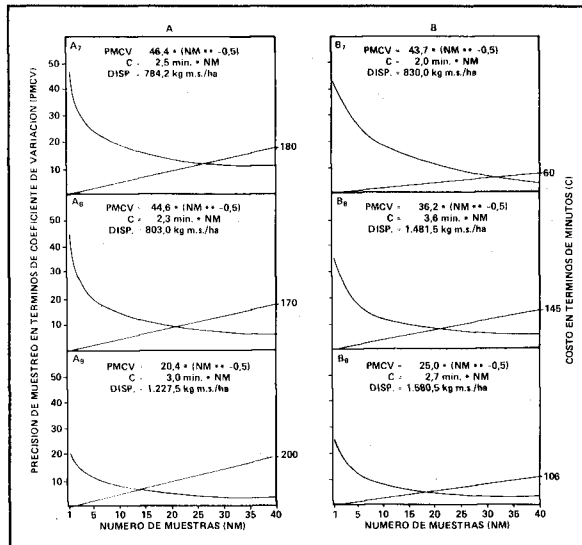


FIGURA 3. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto al número de muestra (NM) para disponibilidad (DISP.) siete, ocho y nueve obtenidas por corte (A) y rendimiento comparativo (B) en el período de latencia estival de una pastura pastoreada por bovinos (A₇, B₇), ovinos (A₈, B₈) y para conservación de forraje (A₉, B₉).

FIGURE 3. Coefficient of variation (PMCV) of timing (C) and precision respect to sample number (NM) for dry matter yield (DISP.) in sampling seven, eight, and nine estimated by cutting (A) and comparative yield (B) in the dry season in a pasture grazed by cattle (A₇, B₇), sheep (A₈, B₈) and rested for hay (A₉, B₉).

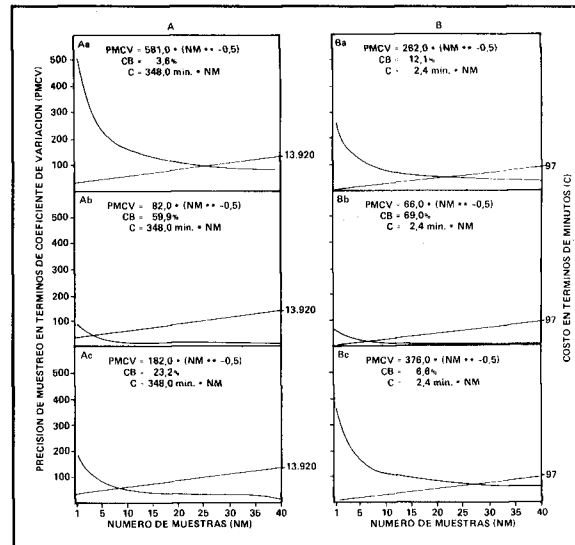


FIGURA 4. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto al número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B) para *T. subterraneum* (Aa, Ba), *P. aquatica* (Ab, Bb) y *V. dertonensis* (Ac, Bc) en el período de mínima tasa de crecimiento de una pastura pastoreada por bovinos.

FIGURE 4. Coefficient of variation (PMCV) of timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB), by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *T. subterraneum* (Aa, Ba) *P. aquatica* (Ab, Bb) and *V. dertonensis* (Ac, Bc) in the minimal rate of growth in a pasture grazed by cattle.

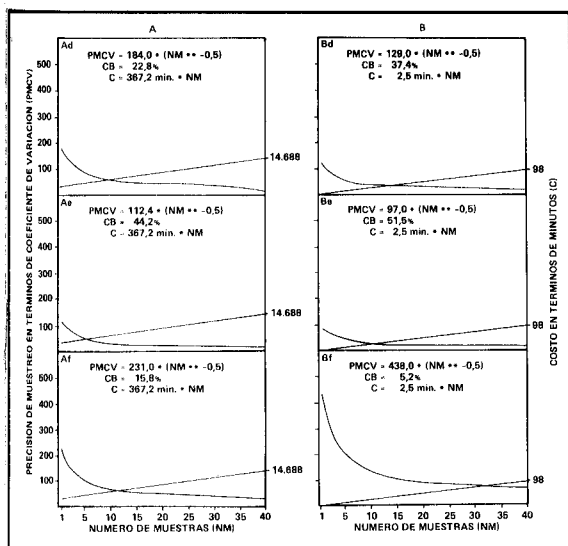


FIGURA 5. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto del número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B) para *T. subterraneum* (Ad, Bd), *P. aquatica* (Ae, Be) y *V. dertonensis* (Af, Bf) en el período de mínima tasa de crecimiento de una pastura pastoreada por ovinos.

FIGURE 5. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB), by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *T. subterraneum* (Ad, Bd), *P. aquatica* (Ae, Be) and *V. dertonensis* (Af, Bf) in the minimal rate of growth in a pasture grazed by sheep.

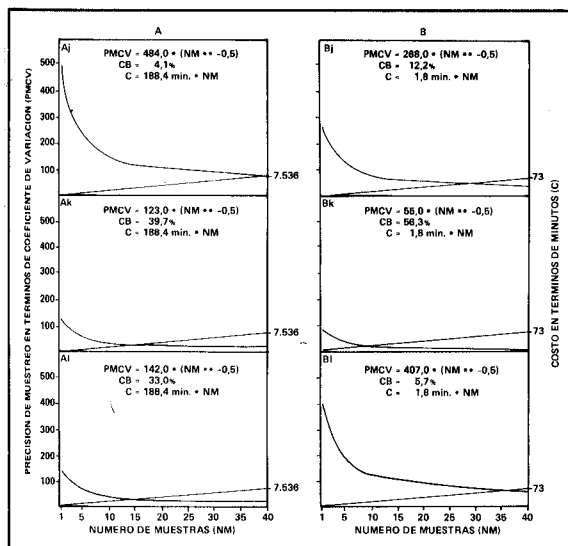


FIGURA 7. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto del número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B) para *T. subterraneum* (Aj, Bj), *P. aquatica* (Ak, Bk) y *V. dertonensis* (Al, Bl) en el período de máxima tasa de crecimiento de una pastura pastoreada por bovinos.

FIGURE 7. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB) by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *T. subterraneum* (Aj, Bj), *P. aquatica* (Ak, Bk) and *V. dertonensis* (Al, Bl) in the maximum rate of growth in a pasture grazed by cattle.

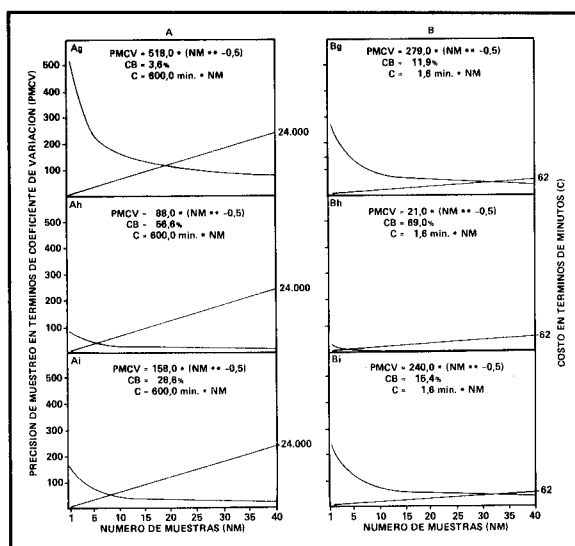


FIGURA 6. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto del número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B) para *T. subterraneum* (Ag, Bg), *P. aquatica* (Ah, Bh) y *B. mollis* (Ai, Bi) en el período de mínima tasa de crecimiento de una pastura para conservación de forraje.

FIGURE 6. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB), by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *T. subterraneum* (Ag, Bg), *P. aquatica* (Ah, Bh) and *B. mollis* (Ai, Bi) in the minimal rate of growth in a pasture rested for hay.

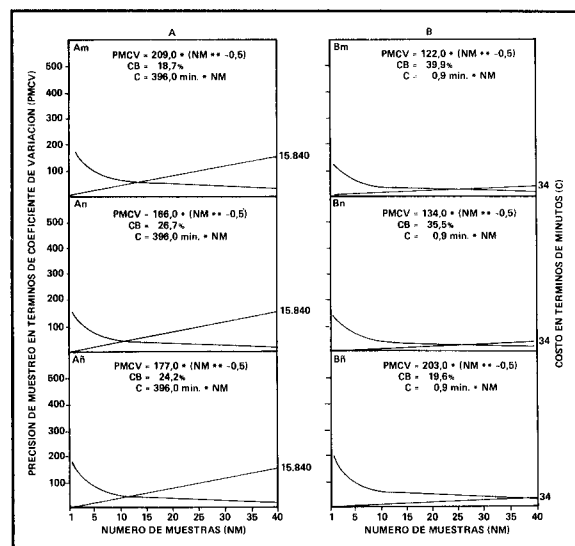


FIGURA 8. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto del número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B) para *T. subterraneum* (Am, Bm), *P. aquatica* (An, Bn) y *B. mollis* (Añ, Bñ) en el período de máxima tasa de crecimiento de una pastura pastoreada por ovinos.

FIGURE 8. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB) by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *T. subterraneum* (Am, Bm), *P. aquatica* (An, Bn) and *B. mollis* (Añ, Bñ) in the maximum rate of growth in a pasture grazed by sheep.

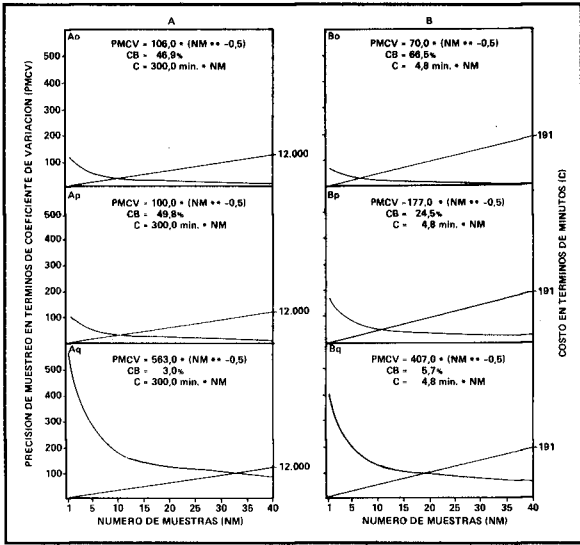


FIGURA 9. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto del número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B) para *P. aquatica* (Ao, Bo), *B. mollis* (Ap, Bp) y *V. dertonensis* (Aq, Bq) en el período de máxima tasa de crecimiento de una pastura destinada a conservación de forraje.

FIGURE 9. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB) by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *P. aquatica* (Ao, Bo), *B. mollis* (Ap, Bp), and *V. dertonensis* (Aq, Bq) in the maximum rate of growth in a pasture rested for hay.

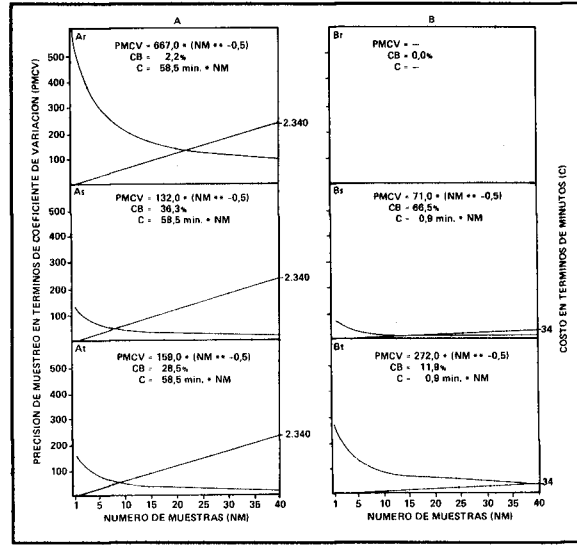


FIGURA 10. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto del número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B), para *T. subterraneum* (Ar), *P. aquatica* (As, Bs) y *V. dertonensis* (At, Bt) en el período de latencia estival de una pastura pastoreada por bovinos.

FIGURE 10. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB) by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *T. subterraneum* (Ar), *P. aquatica* (As, Bs) and *V. dertonensis* (At, Bt) in the dry season in a pasture grazed by cattle.

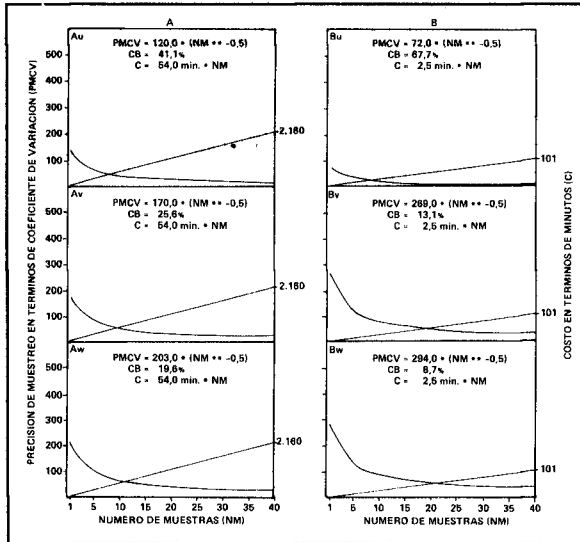


FIGURA 11. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto del número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B) para *P. aquatica* (Au, Bu), *B. mollis* (Av, Bv) y *V. dertonensis* (Aw, Bw) en el período de latencia estival de una pastura pastoreada por ovinos.

FIGURE 11. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB) by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *P. aquatica* (Au, Bu), *B. mollis* (Av, Bv) and *V. dertonensis* (Aw, Bw) in the dry season in a pasture grazed by sheep.

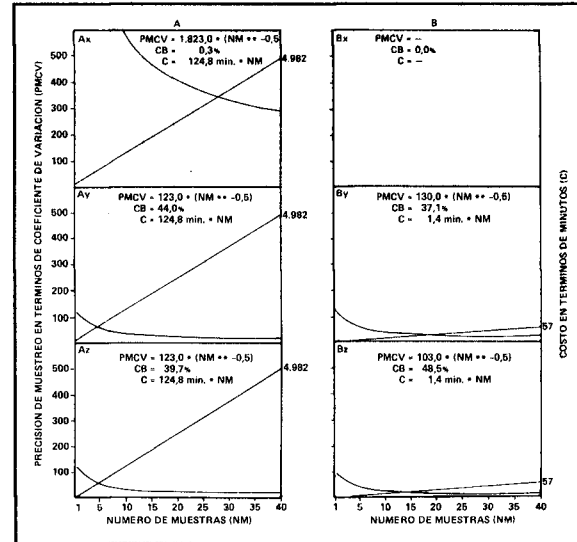


FIGURA 12. Costo (C) y precisión de muestreo como coeficiente de variación (PMCV) respecto del número de muestras (NM) para composición botánica (CB), por separación manual (A) y por rango del peso seco (B), para *T. subterraneum* (Ax), *P. aquatica* (Ay, By) y *B. mollis* (Az, Bz) en el período de latencia estival de una pastura destinada a conservación de forraje.

FIGURE 12. Coefficient of variation (PMCV) for timing (C) and precision respect to sample number (NM) for botanical composition (CB) by hand separation (A) and dry weight rank (B) in *T. subterraneum* (Ax), *P. aquatica* (Ay, By) and *B. mollis* (Az, Bz) in the dry season in a pasture rested for hay.

por corte, es necesario hacer hincapié en el hecho de que los potreros utilizados, al ser sólo de 0,5 ha, los magnificó, ya que por las características del rendimiento comparativo es necesario calibrar el método y adiestrar y calibrar a los observadores, costo en tiempo que será fijo al aumentar el tamaño de los potreros.

Al analizar los métodos comparados a la luz de los tipos de utilización a que fue sometida la pastura, se pudo establecer que la precisión fue siempre superior en el método del rendimiento comparativo, en relación al de corte, para un mismo número de muestras. Esta diferencia fue mayor cuando la pastura fue pastoreada con ovinos y con bovinos o cortada para heno. También debe hacerse resaltar el hecho de que estas diferencias en las pasturas con ovinos y, en general, para todos los tipos de utilización empleados en este trabajo, disminuyen en la medida que esta pastura aumenta en edad fenológica, independientemente de la disponibilidad de forraje presente.

Los resultados obtenidos en este estudio parecerían indicar, que en praderas de falaris y trébol subterráneo, el método del rendimiento comparativo es más recomendable que el de corte, ya que ha mostrado igual o mayor precisión que este último, con la ventaja ya mencionada anteriormente, en relación a que sus costos disminuirían bastante al trabajar con potreros de tamaños superiores, como son los usados normalmente en los sistemas físicos de producción.

La información obtenida permite indicar que, para evaluar la disponibilidad, con cualquier método es suficiente usar alrededor de 10 muestras para potreros de 0,5 ha, ya que desde este número, la curva sobre la precisión aumenta muy poco, en relación al esfuerzo. Es necesario hacer resaltar que, en general, con este tamaño de muestra presenta mayores ventajas el método de rendimiento comparativo. Sin embargo, si se desea alcanzar una precisión similar al de este último método, con el de corte deberían aumentarse significativamente el número de muestras.

Estimación de la composición botánica

En este análisis se consideró en cada muestreo, sólo las tres especies con mayor contribución y en todas ellas, al igual que en el caso de la disponibilidad de la m.s., la función que describe la precisión del muestreo obedeció a una del tipo logarítmica negativa. El costo, por su parte, quedó representado nuevamente por una línea recta.

En la época de mínima tasa de crecimiento de la pastura cuando ésta fue pastoreada por bovinos, el comportamiento de los dos métodos estudiados no fue igual para todas las especies, mostrando ambos una mayor precisión para *Phalaris aquatica* y *Vulpia dertonensis* que para trébol subterráneo, advirtiéndose en los dos primeros casos una ventaja o un comportamiento similar, del método de rango de peso seco sobre el de separación manual. El caso contrario se presentó con *V. dertonensis*, en el que el método de separación manual se desempeñó en mejor forma. Cuando la pastura fue pastoreada por ovinos la precisión de ambos métodos con las dos gramíneas analizadas fue semejante. Pero lo mismo no ocurrió con trébol subterráneo. En este caso la utilización con bovinos disminuyó la precisión en los dos métodos estudiados, siendo más notorio este efecto con el método de separación manual. Sin embargo, hay que destacar que las proporciones de trébol subterráneo, *P. aquatica* y *V. dertonensis* fueron distintas y, al parecer, la conducta de los métodos también pudo haber estado asociada a estos cambios. Al aplicar estos métodos durante este período de mínima tasa de crecimiento a una pastura destinada a la conservación de forraje, se obtuvo los mismos resultados que en el caso de la pastura pastoreada por bovinos; el único factor común en estas situaciones fueron las proporciones de trébol, *P. aquatica* y gramíneas anuales. Aparentemente, este hecho pareciera haber contribuido en los resultados obtenidos.

Durante la máxima tasa de crecimiento de la pastura, los resultados con bovinos u ovinos en pastoreo, fueron similares a los encontrados durante la mínima tasa de crecimiento, existiendo sólo ventaja del método de rango de peso seco, al evaluar la gramínea anual. Esta, en el caso de la máxima tasa de crecimiento, estuvo representada por *Bromus mollis* y en la fase de mínima tasa de crecimiento, por *V. dertonensis*. Al comparar el comportamiento de los métodos durante los períodos de la mínima y máxima tasa de crecimiento cuando las pasturas se destinaron a la conservación de forraje, se pudo apreciar que se manifestó una fuerte interacción entre los métodos y las especies presentes. Cabe destacar que la única especie distinta en ambas etapas, fue la gramínea anual, que en el caso de mínima tasa de crecimiento estaba representada por *B. mollis* y en el de máxima tasa de crecimiento por *V. dertonensis*.

Durante el período de latencia estival, la situación se planteó diferente; ya que, mientras el método de separación manual detectó presencia de trébol

subterráneo, el método de rango de peso seco no fue capaz de hacerlo, ni en presencia de bovinos ni cuando la pastura se destinó a conservación de forraje. Debe destacarse sí, que en ambos casos, el método de separación manual presentó para esta especie una alta variabilidad. En el resto de las especies, ambos métodos mostraron una alta precisión, advirtiéndose una pequeña ventaja para el método de rango de peso seco.

En general, al igual que en la estimación de la disponibilidad de la m.s. estudiada, fue factible apreciar que, al evaluar la composición botánica, el gran

aumento de precisión se produjo al usar entre 5 a 10 muestras en potreros de 0,5 ha. Como con mayor cantidad de muestras la precisión aumenta muy poco y el costo sigue subiendo a un ritmo constante, no se hace aconsejable un esfuerzo mayor.

Al evaluar la composición botánica no es posible indicar, como en el caso de la disponibilidad que el método visual muestre en general mayor precisión, pues existen mayor número de circunstancias en que hay excepciones que están más bien asociadas a *B. mollis* y a *V. dertonensis*.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por finalidad evaluar en una pastura de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*, la precisión y el costo en tiempo de los métodos de corte y del rendimiento comparativo, para estimar la disponibilidad de la m.s., y los métodos de separación manual y de rango de peso seco, para estimar la composición botánica.

El estudio se llevó a cabo en la Subestación Experimental Hidango, INIA (34° 07' lat. S y 71° 44' long. W), entre julio de 1983 y febrero de 1984, en pasturas utilizadas por bovinos de carne o por ovinos o destinadas a la conservación de forraje.

Con el fin de realizar esta evaluación, se usó el coeficiente de variación, para analizar la precisión de los métodos, y el tiempo gastado en cada actividad, para definir el costo en tiempo. Los resultados indicaron que, en todos los casos, la precisión aumentó fuertemente al variar el tamaño del muestreo, en un rango entre 5 y 10 muestras. En disponibilidad de m.s., el método de rendimiento comparativo en general presentó ventajas. Sin embargo, al analizar la composición botánica, si bien el método de rango de peso seco tuvo un comportamiento satisfactorio, el de separación manual pareciera tener ventaja, en algunas situaciones.

LITERATURA CITADA

RYAN, T.A.; JONER, B.L. y RYAN, B.F. 1976. Minitab Student Handbook. Massachusetts, Nort Scituate. Duxbury Press. 34 p.

SQUELLA, FERNANDO, MARQUEZ, CAROLINA, SILVA, MARIO y MANSILLA, ALBERTO. 1990a. Validación del método Botanal en una pastura de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*. I. Evaluación del método del rendimiento comparativo en la estimación de la disponibilidad de la materia seca. Agricultura Técnica (Chile) 50 (3): 200-207.

SQUELLA, FERNANDO, MARQUEZ, CAROLINA, SILVA, MARIO y MANSILLA, ALBERTO. 1990b. Validación del método Botanal en una pastura de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*. II. Evaluación del método del rango de peso seco en la estimación de la composición botánica. Agricultura Técnica (Chile) 50 (3): 208-215.

MANSILLA, ALBERTO, SILVA, MARIO, SQUELLA, FERNANDO y MARQUEZ, CAROLINA. 1990. Validación del método Botanal en una pastura de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*. III. Estimación y validación de los multiplicadores. Agricultura Técnica (Chile) 50 (3): 216-221.