

INTENSIDAD DE PASTOREO, RENDIMIENTO Y TASA DE CRECIMIENTO DE BALLICO PERENNE

GRAZING INTENSITY, YIELD AND GROWTH RATE OF RYE GRASS

Eduardo D. Bolaños Aguilar¹, Víctor A. González Hernández²
y Jorge Pérez Pérez²

RESUMEN

En 1991 fue establecido un experimento sobre suelos marginales en Texcoco, México, para evaluar los efectos de las asignaciones de 3, 5, 7, y 9% (kg de materia seca de ballico perenne *Lolium perenne* L. por cada 100 kg de peso vivo animal por día), sobre el rendimiento de forraje seco e índices de crecimiento durante el periodo de descanso o recuperación de la pradera. Se estudiaron tres ciclos sucesivos, cada uno consistente en 5 días de ocupación por 35 de descanso de la pradera. En los periodos de descanso se tomaron muestras de forraje los días 1, 16 y 31 después del pastoreo, mediante cortes manuales dentro de cuadros de 25 x 25 cm. Los resultados indicaron que no hubo diferencias entre ciclos ($P \leq .01$), en cuanto al rendimiento de forraje seco, y que el forraje residual decreció al disminuir la asignación, o sea al aumentar la carga animal (intensidad de pastoreo). Ello se debió a que la eficiencia de crecimiento (tasa de crecimiento del cultivo, tasa relativa de crecimiento y tasa de asimilación neta) del ballico fue mayor en las altas intensidades de pastoreo (i.e., asignaciones de 3 y 5%) que en las bajas (7 y 9%).

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Lolium perenne L., asignación de forraje, índices de crecimiento, rendimiento de forraje.

SUMMARY

An experiment was established on marginal soils in Texcoco, México, in 1991, to evaluate the effects of four levels of forage allowance: 3, 5, 7 and 9% [kg of dry matter of ryegrass (*Lolium perenne* L.) for each 100 kg of alive animal], on the biomass production and growth rates of this grass. Three cycles were studied, each consisting of 5 grazing days and 35 non-grazing (resting) days. In the recuperation period, forage was sampled on days 1, 16 and 31 after grazing, by hand clipping samples of .25 x .25 m. No differences were found among cycles ($P > .05$), regarding dry matter production, but the residual forage decreased as the herbage allowance also decreased; that is, as the grazing pressure increased. Likewise, the growth rates (crop growth rate, relative growth rate and net assimilation rate) of ryegrass were larger in the lower allowances (3 and 5%, i.e., higher grazing intensity) than at the higher allowance levels (7 and 9%).

ADDITIONAL INDEX WORDS

Lolium perenne, herbage allowance, growth indexes, forage yield.

INTRODUCCION

En México, el pasto ballico perenne (*Lolium perenne* L.) es considerado uno de los mejores forrajes para zonas templadas, debido a su alto rendimiento, aceptable calidad nutritiva, y por crecer en una amplia gama de tipos de suelo, siempre que el agua no sea un factor limitante. El manejo óptimo para maximizar la productividad y durabilidad de esta especie en el Valle de México,

¹ Programa de Forrajes del INIFAP-CIRGOC-CIFAPTAB. Apdo. Postal No. 17. C.P. 86400 Huimanguillo, Tabasco.

² Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados, C.P. 56230 Montecillo, Texcoco, México.

ya sea como pradera de corte o de pastoreo, aún requiere de investigación experimental.

Un aspecto que amerita atención en ese sentido es la capacidad de recuperación del ballico en función de la intensidad o presión de pastoreo a la que sea sometido. Dado que dicha capacidad se refiere a la habilidad para rebrotar, crecer y producir nuevo forraje, un método muy conveniente de evaluarla es mediante un análisis de crecimiento, en el que el monitoreo periódico de la biomasa y el área foliar permite hacer una estimación de los mecanismos fisiológicos involucrados en la recuperación, a través del cálculo de índices de eficiencia de crecimiento, como son las tasas de crecimiento del cultivo (TCC), la relativa de crecimiento (TRC) y la de asimilación neta (TAN).

En esta investigación se aplicaron varias presiones de pastoreo de corta duración con borregos, a una pradera de ballico perenne para determinar la carga animal óptima en términos de la capacidad de recuperación postpastoreo de la pradera. Al respecto, se postula que la carga óptima sería aquella que maximice la eficiencia del crecimiento de recuperación y que produzca la mayor cantidad de biomasa durante el periodo de descanso de la pradera.

MATERIALES Y METODOS

Localización y descripción del área experimental

Este estudio se llevó a cabo de octubre de 1991 a marzo de 1992, en el campo experimental del Colegio de Postgraduados en Montecillo, Edo. de México, ubicado a 19° 29' de latitud Norte y a 98° 53' de longitud Oeste, a 2240 m de altitud. Según García (1968), el clima corresponde al subtipo más seco de los templados. El suelo de este sitio en los últimos años estuvo sujeto a prácticas

de desalinización; sus características físico-químicas indican que es un suelo no salino, alcalino, con contenido medio de nitrógeno y materia orgánica, y de textura migajón arcillo-arenosa.

Manejo de la pradera

La pradera de ballico perenne variedad Barlatra, fue sembrada en diciembre de 1990 y se consideró establecida en junio de 1991. Se aplicó la dosis 40-40-0, utilizando urea como fuente de nitrógeno y superfosfato triple de calcio para fósforo. Los riegos fueron por aspersión, y dos veces por semana durante el experimento. Antes de iniciar el estudio la pradera recibió dos cortes de uniformización. La superficie experimental fue de 0.25 ha, dividida en 12 potreros de 208 m² cada uno (16 x 13 m), con cercos de postes de cemento y malla "borreguera".

Tratamientos

Consistieron en cuatro asignaciones de forraje a borregos: 3, 5, 7 y 9% (kg de forraje seco por cada 100 kg de peso vivo animal), con tres repeticiones. La carga animal correspondiente a cada tratamiento se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$PVA = \frac{FS/\text{tiempo de pastoreo}}{Af}$$

donde: PVA = Peso vivo animal, en kg; FS = Forraje seco por potrero, en kg; Af = Asignación de forraje, en % (kg de forraje seco por 100 kg de PVA).

Se emplearon ovinos de las razas Corriedale y Suffolk, con peso promedio inicial de 29, 32 y 34 kg/animal en los ciclos iniciados en octubre, noviembre y diciembre, respectivamente. Antes de colocar a los borregos en cada potrero experimental, el rebaño se mantuvo durante 12 días, sin suplemento

alimenticio, en un potrero de adaptación de ballico de 0.25 ha. Tres días antes de la iniciación de los tratamientos de pastoreo, se hizo el cálculo del PVA requerido en cada potrero.

Tales tratamientos se aplicaron durante tres ciclos sucesivos de pastoreo, cada uno de 40 días: 5 días de pastoreo seguidos de 35 días de descanso. Con este tipo de pastoreo de corta duración se minimiza el sesgo debido al crecimiento continuo del pasto.

Variables

La recuperación de la pradera durante cada periodo de descanso se registró mediante las siguientes variables: Rendimiento de materia seca (MS), Tasa de crecimiento del cultivo (TCC), Tasa relativa de crecimiento (TRC) y Tasa de asimilación neta (TAN). Los muestreos se hicieron en los días 1, 16 y 31, contados a partir del final de los 5 días de pastoreo; el peso de forraje seco a los 31 días permitió un margen de 4 días para calcular el número de borregos necesarios para iniciar el siguiente ciclo.

El muestreo consistió en colocar, dentro de cada potrero y en forma aleatoria, cuadros de 0.625 m² (.25 X .25 m). El número de cuadros utilizados en cada potrero, se estimó mediante el diseño de muestreo estratificado de Sukhatme y Sukhatme (1976), el cual se basa en el área del cuadro y la varianza deseada, de manera que el número aumenta cuanto más heterogénea sea la pradera evaluada o más pequeño sea el cuadro. El ballico muestreado se pesó, una vez libre de materia muerta y malezas, para obtener el rendimiento de materia verde; del forraje verde se tomó una muestra representativa de 100 g de cada potrero y se secó en estufa de aire forzado a 55°C durante 48 h, con la finalidad de calcular el rendimiento de materia seca de la pradera.

El área foliar activa (AF) de cada muestra se midió con un integrador LI-3100 (LICOR, Inc.; Lincoln, NE), también previa eliminación de las hojas muertas y de aquellas que no correspondían al ballico (malezas). Con los datos ajustados de AF y de MS del forraje cosechado en los potreros experimentales, se estimaron los índices de crecimiento: TCC, TRC y TAN, de acuerdo con las fórmulas descritas por Hunt (1982). El ajuste de los datos observados se hizo mediante modelos polinomiales obtenidos vía regresión lineal múltiple, usando al tiempo en días como variable independiente, con la finalidad de eliminar la variación debida al error en tales índices.

Para la TCC se empleó la fórmula:

$$TC = \frac{1}{A} \cdot \frac{MS_2 - MS_1}{t_2 - t_1}$$

donde: A = unidad de área de muestreo (m²); MS₂ y MS₁ = materia seca del forraje en dos muestreos sucesivos (g); t₂ y t₁ = intervalo entre dos cortes sucesivos (días).

La TRC fue calculada con la fórmula:

$$TRC = \frac{\ln MS_2 - \ln MS_1}{t_2 - t_1}$$

donde: ln = logaritmo natural; MS₂ y MS₁ = materia seca obtenida en dos muestreos sucesivos (g); t₂ y t₁ = intervalo entre dos cortes sucesivos (días).

La TAN se estimó con la ecuación:

$$TAN = \frac{MS_2 - MS_1}{AF_2 - AF_1} \cdot \frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{t_2 - t_1}$$

donde: MS₂ y MS₁ = materia seca del forraje en dos muestreos sucesivos (mg);

AF_2 y AF_1 = área foliar del forraje en los mismos dos muestreos (cm^2); t_2 y t_1 = intervalo entre cortes (días).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos del rendimiento de MS y de los índices de crecimiento del forraje, fueron sometidos a un análisis de varianza de acuerdo a un diseño completamente al azar con tres repeticiones, con arreglo en parcelas divididas. Se consideró como parcela grande a las asignaciones de forraje y como subparcelas a los días de cosecha post-pastoreo (muestreo). Este esquema se repitió en los tres ciclos de pastoreo.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \delta_{k(i)} + \beta_j + (A\beta)_{ij} + \mathcal{E}_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta de la i -ésima asignación de pastoreo, j -ésimo día de postpastoreo y k -ésima observación.

μ = Media de la población.

A_i = Efecto de la i -ésima asignación de pastoreo.

$\delta_{k(i)}$ = Error aleatorio en parcelas grandes.

β_j = Efecto del j -ésimo día de postpastoreo.

$(A\beta)_{ij}$ = Interacción asignación x día de postpastoreo.

\mathcal{E}_{ijk} = Error experimental en parcelas chicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las variables estudiadas mostraron el mismo comportamiento en los tres ciclos; por ello aquí se presentan los resultados obtenidos con los promedios de los tres ciclos.

Rendimiento de materia seca (MS)

Como era de esperarse, el forraje residual (cantidad de forraje disponible en la pradera de ballico un día después del pastoreo) decreció significativamente ($P \leq .05$) conforme se aumentó la intensidad de pastoreo (Cuadro 1); es decir, conforme se redujo la asignación de forraje de 9 a 3%. No obstante, la MS del forraje en oferta, o sea del forraje producido en 31 días de descanso, difirió poco entre las cuatro asignaciones ($P > .05$).

Lo anterior indica que las asignaciones bajas de forraje, correspondientes a las cargas animal altas, aceleran la recuperación del pasto, lo que se atribuye al estímulo en la rebrotación y a un mejor reciclamiento de nitrógeno, puesto que las altas cargas necesariamente elevan la cantidad y la distribución de orina y heces depositadas en la pradera.

Algo similar ha ocurrido al aplicar cortes a baja altura sobre el nivel del suelo. Por ejemplo, al evaluar alturas de corte de 3, 5 y 7 cm en la acumulación de biomasa del ballico, Orr *et al.* (1988) encontraron una respuesta superior con el corte a 3 cm, atribuyéndola a la formación de un mayor número de rebrotes. Berenton y Carton (1986) también observaron que la ganancia en MS de ballico perenne se incrementó cuando se cortó a menor altura o con una carga animal alta, en ambos casos con intervalos de descanso relativamente largos. En cambio, los presentes resultados no coinciden con los obtenidos por Bircham y Hodgson (1983), quienes registraron rendimientos mayores de

Cuadro 1. Rendimiento promedio de forraje seco (kg ha^{-1}) de una pradera de ballico perenne, en función de la intensidad de pastoreo con borregos, en un suelo del ex-Lago de Texcoco. Promedio de tres ciclos de pastoreo.

Asignación ¹ (%)	Días-postpastoreo			
	1	16	31	Promedio ²
3	109.1 g	394.2 cd	743.3 a	415.5 B
5	211.2 fg	428.4 cd	713.0 a	450.8 B
7	311.3 ef	518.3 bc	713.9 a	514.4 A
9	368.5 de	535.9 b	660.8 ab	521.7 A
Promedio	250.0 C	469.2 B	707.7 A	

¹ Kg de MS por cada 100 kg de peso vivo.

² Medias con distinta letra mayúscula en los promedios, o con minúscula en el recuadro, son diferentes entre sí (Tukey, $P \leq 0.01$).

forraje conforme se incrementó la cantidad de forraje residual.

Cabe señalar que los bajos rendimientos de MS obtenidos en el presente estudio, en comparación con el promedio general de esta gramínea (3 t MS ha^{-1}), se atribuyen a que el rendimiento fue calculado con base en la materia verde, excluyendo las partes secas o muertas y la maleza. Por último, debe tomarse en cuenta que el estudio se realizó durante el período invernal, cuyas bajas temperaturas propician un crecimiento vegetal lento.

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

Hubo efectos significativos ($P < .01$) de los tratamientos de asignación de forraje en la TCC del ballico, ya que esta tasa mostró un comportamiento creciente en las asignaciones bajas (3 y 5%), mientras que fue decreciente en las asignaciones altas (7 y 9%), durante los 31 días de recuperación de la pradera (Figura 1a).

Dado que la tasa de crecimiento durante el rebrote depende de la cantidad y posición

de yemas axilares en el forraje residual, además de la presencia de carbohidratos de reserva en la raíz, estos resultados permiten inferir que las altas intensidades de pastoreo (i.e., asignaciones de 3 y 5%) no sólo no dañaron a las estructuras mencionadas, sino que las estimularon. Conviene agregar que el forraje residual en las asignaciones 7 y 9%, estuvo compuesto por una alta proporción de hojas senescentes, en relación a las asignaciones bajas. También en ballico, Korte y Watking (1984) encontraron tendencias en la TCC semejantes a las aquí registradas, ya que la baja asignación de forraje por animal promovió una mayor velocidad de crecimiento.

Debe recordarse que este estudio se efectuó durante la época invernal, cuando hay reducción en la temperatura y en la radiación solar (ésta apenas fue de $431 \text{ cal cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$, en promedio), lo que debió haber disminuído la actividad fotosintética y demás procesos metabólicos de la planta, en comparación con las épocas de primavera y verano. Por tanto, sería necesario que durante el invierno se diera un período de descanso más largo para que la planta de

ballico alcanzara un mayor tamaño, como se hace en alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Tasa relativa de crecimiento (TRC)

En este caso, las asignaciones bajas de 3% y 5% aceleraron más ($P \leq .01$) a la TRC (Figura 1b), sobre todo la de 3%, que las asignaciones altas (7 y 9%). Tal superioridad de las bajas asignaciones estuvo directamente asociada con su mayor capacidad de recuperación durante el periodo post-pastoreo, indicado por las tasas de crecimiento de cultivo antes mencionadas. En cambio, en alfalfa, Hernández *et al.* (1992) observaron que altas TCC y altos rendimientos de forraje no están necesariamente asociados con una alta TRC. De esta forma, en ballico perenne la TRC parece ser un buen indicador del estado fisiológico de la planta. Las asignaciones 7 y 9% no difirieron ($P > .05$) entre sí en cuanto a TRC.

En todos los tratamientos, la TRC disminuyó ($P < .05$) con la edad del rebrote, debido a que aumenta la cantidad de tejidos maduros y, consecuentemente, disminuye la proporción de tejidos meristemáticos. Por esta razón, González *et al.* (1986) consideraron a la TRC como un indicador de la proporción de tejidos en activo crecimiento, o sea de tejidos meristemáticos. Otros autores, como Gardner *et al.* (1985), también han evidenciado la disminución de la TRC con la edad de la planta.

Es de hacerse notar que los valores de TRC aquí obtenidos concuerdan con los de Burboa *et al.* (1992), quienes reportaron tasas de 69.7, 53.4 y 41.0 mg g⁻¹ d⁻¹ en ballico perenne sometido a asignaciones de 3, 6 y 9%, respectivamente.

Tasa de asimilación neta (TAN)

Al igual que la TRC, la TAN decreció significativamente ($P < .05$) al aumentar la

asignación de pastoreo, o sea al reducir la intensidad de pastoreo, así como al avanzar la planta en edad (Figura 1c). Las altas TAN observadas en la primera mitad del periodo de recuperación (i.e., 1 a 16 días), particularmente en las asignaciones bajas, sugieren que las hojas de esta especie adquieren desde jóvenes una actividad fotosintética alta con capacidad de producir y exportar fotoasimilados hacia tejidos no fotosintéticos, posiblemente en respuesta a la demanda ejercida por el crecimiento activo de los brotes. En cambio, en plantas con suficientes hojas maduras, las hojas jóvenes funcionan más como demanda que como fuente de asimilados (Daie, 1985).

La tendencia descendente de la TAN conforme aumenta la edad de la planta, ha sido también enunciada por varios autores (Hunt, 1982; Hernández *et al.*, 1992; Talavera, 1992) en otras especies forrajeras. Según Hernández (1990), con el crecimiento en la magnitud del aparato fotosintético (área foliar) ocurre una disminución en la actividad fotosintética por unidad de área foliar, en alfalfa.

Se puede deducir también que la disminución en la TAN conforme aumentó la asignación de forraje, se debió a que al reducir la intensidad de pastoreo por los borregos, hubo más hojas viejas y senescentes en el forraje residual, ya que la rebrotación se redujo.

CONCLUSIONES

En un sistema de pastoreo de corta duración aplicado en una pradera de ballico perenne, con borregos, se concluyó que el rendimiento de materia seca registrada a los 31 días del periodo de descanso, no fue diferente entre las asignaciones de forraje de 3, 5, 7 y 9%, aunque sí lo fue en cuanto a cantidad de forraje residual. Lo anterior se debe a que los índices de eficiencia de creci-

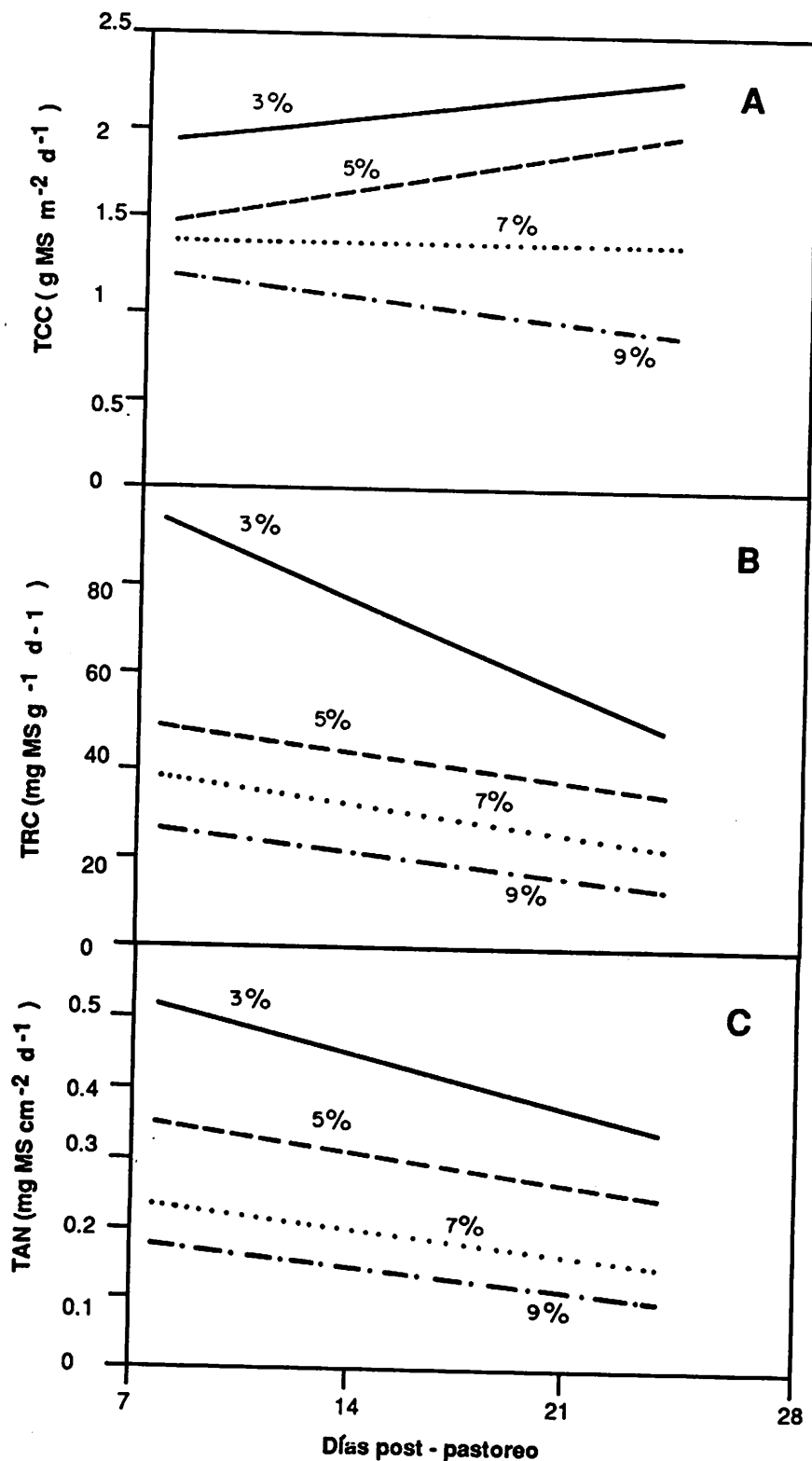


Figura 1. Eficiencia de crecimiento en ballico perenne durante la recuperación postpastoreo, en función de la asignación de forraje. El porcentaje de asignación es inversamente proporcional a la intensidad de pastoreo.

miento (TCC, TRC y TAN) del ballico aumentaron conforme se redujo la asignación de forraje (i. e., conforme aumentó la intensidad de pastoreo), principalmente durante los primeros días de descanso de la pradera.

BIBLIOGRAFIA

- Berenton, A.J. and D.T. Carton. 1986. Analysis of the seasonal changes in the structure of a perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) sward under different defoliation managements. *J. Agric. Res.* 35(2):97-109.
- Bircham, S.J. and J. Hodgson. 1983. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. *Grass and Forage Sci.* 38:323.
- Burboa C., F.R., J. Pérez P., R. Herrera S. y V.A. González H. 1992. Crecimiento y producción de tres variedades de *Lolium perenne* L. bajo tres presiones de pastoreo. *Téc. Pec. Méx.* 30(2):164-171.
- Daie, J. 1985. Carbohydrate partitioning and metabolism in crops. *Hort. Res.* 7:69-108.
- García, E. 1968. Los climas del Valle de México. Serie de sobretiros, No 6. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México.
- Gardner, P.F., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants*. Ames, Iowa. The Iowa State Univ. Press. 246 pp.
- González H., V.A., M. Livera M., L.E. Mendoza O., y C. Barrera C. 1986. Crecimiento y desarrollo de sorgos contrastantes en vigor y precocidad. *Fitotecnia* 8:95-110.
- Hernández G., A. 1990. Crecimiento, fotosíntesis y rendimiento de la alfalfa en respuesta a la defoliación. Tesis MC. Centro de Ganadería, C.P. Montecillo, México. 68 pp.
- _____, J. Pérez P. y V.A. González H. 1992. Crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferentes regímenes de cosecha. *Agrociencia serie Ciencia Animal* 2 (3): 131-144.
- Hunt, R. 1982. *Plant Growth Curves. The Functional Approach to Plant-Growth Analysis*. Edward Arnold Limited. London. 248 pp.
- Korte, J.C. and B.R. Watking. 1984. Effects of the timing and intensity of spring grazings on reproductive development, tillering and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. *New Zealand J. Agric. Res.* 27:135
- Orr, R.J., A.J. Parsons, T.T. Treacher, and P.D. Penning. 1988. Seasonal patterns of grass production under cutting or continuous stocking managements. *Grass and Forage Sci.* 43: 199-207.
- Sukhatme, P.V. and B.V. Sukhatme. 1976. *Sampling Theory of Surveys with Applications*. ISV Press. Ames, Iowa. 452 pp.
- Talavera M., D. 1992. Componentes del rendimiento y análisis de crecimiento de *Atriplex canescens* (Puh) Nutt en tres tipos de suelo y diferentes grados de humedad. Tesis de Maestría. Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 88 pp.