

## EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y NIVELES DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE BALLICO ITALIANO (*Lolium multiflorum* Lam.)

GENARO LIZÁRRAGA <sup>1</sup>  
PABLO MÁRQUEZ <sup>2</sup>  
RICARDO GARZA <sup>3</sup>  
AMADOR ACUAYO <sup>1</sup>

### Resumen

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, de noviembre de 1974 a mayo de 1975, con objeto de determinar la densidad de siembra y nivel de fertilización más adecuados con base en rendimiento y calidad del forraje de ballico italiano (*Lolium multiflorum*, Lam.). Se emplearon 3 densidades de siembra: 20, 40 y 60 kg de semilla/ha y 4 niveles de fertilizante: 0, 20, 40 y 60 kg de N/ha, aplicados después de cada corte en un diseño de bloques al azar, analizando como factorial  $3 \times 4$  con tres repeticiones. La fertilización por ha en presiembra para todos los tratamientos fue 80-100-0 (N-P-K) y la lámina total de agua aplicada de 1.21 m. El primer corte se efectuó 82 días después de la siembra y en total se realizaron 4 cortes con intervalos de 28 días cada uno. Los factores principales (densidades y fertilización) fueron significativos ( $P < 0.01$ ). Al considerar la producción de materia seca (MS), materia seca digestible (MSD) y proteína cruda (PC) para densidades, 40 kg de semilla/ha produjeron 11.02, 8.01 y 1.9 ton/ha, respectivamente, siendo éstos el promedio de los cuatro niveles de fertilización. Estos valores resultaron estadísticamente superiores a la densidad de 20 kg/ha e iguales para 60 kg de semilla/ha ( $P < 0.05$ ). Con respecto a fertilización e involucrando las 3 densidades, el nivel de 60 kg de N/ha después de cada corte, fue estadísticamente superior ( $P < 0.05$ ) a los demás tratamientos obteniendo una producción de 12.4, 9.0 y 2.2 ton/ha de MS, MSD y PC, respectivamente. Con este nivel se logró un incremento en el rendimiento de MS de 10.0, 18.4 y 49.0% al compararlo con los tratamientos de 40, 20 y 0 kg de N/ha y además se estabilizó notablemente la producción de MS/corte. El coeficiente de regresión fue igual a 0.03516 ton/ha, lo que indica que por cada kg de N aplicado se incrementa la producción en 35.16 kg de MS.

Recientemente en la parte norte de nuestro país se ha notado una gran inquietud por lograr un conocimiento más efectivo sobre las especies forrajeras introducidas, que presentan un buen potencial para incrementar las producciones de carne por unidad de superficie, en explotaciones intensivas en praderas bajo riego, tanto para verano como para invierno. Se puede considerar que dentro de los planes de tecnificación en el manejo de las especies forrajeras bajo riego, un buen programa de fertilización y una óptima densidad de siembra son fundamentales para incrementar el rendimiento. De los nutrientes requeridos por las plantas, probablemente el nitrógeno ha

sido el más estudiado, ya que la cantidad de este nutriente en el suelo es muy baja en comparación con la necesitada por los cultivos (Brady, 1974). De acuerdo con Waite (1970), la adición de nitrógeno propicia un mayor y más rápido crecimiento a las gramíneas, eleva el contenido del nutriente en el forraje, disminuye su contenido de fibra y aumenta la digestibilidad. El nitrógeno, además (Brady, 1974), regula el grado de utilización del fósforo, el potasio y otros nutrientes. Morrison y Jackson (1976) indican que la respuesta de los zacates al fertilizante nitrogenado es variable y debe determinarse a través del incremento en rendimiento obtenido por cada unidad de nitrógeno aplicada. La variación puede ser atribuida a factores tales como: manejo, medio ambiente y en menor grado a especies o variedades utilizadas. Estos mismos autores señalan que una respuesta adecuada sería incrementar la producción arriba de 10 kg de MS por kg de N aplicado. Seamonds, 1968 (citado por Rehm *et al.*, 1975) demostró que la ferti-

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, INIP-SAG Apdo. 18, Carbo, Sonora.

<sup>2</sup> Dirección Actual: Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, Km. 21 Carretera Hermosillo-Bahía Kino, Sonora.

<sup>3</sup> Departamento de Forrajes, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.C., Km. 15.5 Carretera México-Toluca, México, D. F.

lización nitrogenada incrementa la producción de forraje y de carne con el pastoreo de zacates bajo riego. Reid (1972), encontró que el incremento en la producción de materia seca del ballico perenne (*Lolium perenne*, L.), con la aplicación de nitrógeno fue lineal entre 0 y 336 kg de N/ha/año y decreció progresivamente al aumentar la fertilización. Igualmente el incremento en proteína cruda fue lineal hasta los 673 kg de N/ha/año. Orbea y Carrillo (1969) detectaron una respuesta lineal en el rendimiento de proteína cruda del ballico inglés con la aplicación de 0, 40 y 80 kg de N/ha después de cada corte.

Otro aspecto de gran importancia que afecta los rendimientos y en cierto grado la calidad del forraje producido es la densidad de siembra. Castle y Watson (1971) aseguran que el uso de densidades de siembra altas promediaron un menor peso por planta y no aumentan los rendimientos. McGinnies (1971) demostró que el incremento en la densidad de siembra condujo a un aumento en el número de plántulas; sin embargo, decreció el porcentaje de semillas que produjeron plántulas. Martínez y Martínez (1975) no encontraron diferencia significativa en producción de forraje cuando utilizaron 25, 30 y 40 kg de semilla de ballico anual por ha. Chapman y Webb (1969) recomiendan de 22.4 a 33.6 kg de ballico por hectárea para siembras solas y de 11.2 a 16.8 kg de semilla cuando es sembrado en combinación con cereales y/o tréboles.

El objetivo principal de este trabajo fue determinar la densidad de siembra y dosis de fertilización más adecuada para elevar al punto óptimo el rendimiento y calidad del forraje producido por el ballico italiano en praderas bajo riego.

### Material y métodos

El estudio se desarrolló en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, de noviembre de 1974 a mayo de 1975. Para evaluar la producción en kg/ha de materia seca (MS), materia seca digestible (MSD) y proteína cruda (PC) se utilizó un diseño en bloques al azar, analizado como factorial  $3 \times 4$  con 3 repeticiones, siendo los factores 3 densidades de siembra (20, 40 y 60 kg/ha) de semilla de ballico italiano (*Lolium multiflorum*, Lam) y 4 niveles de fertilización nitrogenada

después de cada corte (0, 20, 40 y 60 kg de N/ha). El área total ocupada por el experimento fue de 2,160 m<sup>2</sup> con 36 parcelas de 60 m<sup>2</sup> cada una. Se preparó el terreno y se fertilizó con 80 kg de N y 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y posteriormente se sembró en seco al voleo y se regó. La lámina de riego total fue 1.21 m, con intervalos entre cada aplicación de 11 a 12 días.

El primer corte se efectuó a los 82 días a partir de la fecha de siembra y los muestreos posteriores se hicieron cada 28 días. Después de cada corte (4 en total) se aplicó la dosis de nitrógeno correspondiente a cada tratamiento y se regó. Para determinar la producción de MS/ha se tomaron 3 muestras de 1 m<sup>2</sup> c/u de la parcela útil. Las muestras fueron secadas para determinación de MS y después molidas para su análisis bromatológico.

Los análisis proximales practicados al forraje son los descritos por la AOAC (1970) y para determinación de la digestibilidad de la MS *in vitro*, se utilizó la técnica de Barnes (1970).

### Resultados y discusión

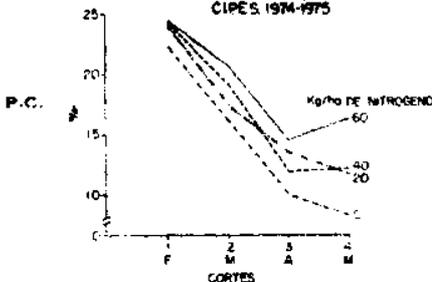
Al comparar los rendimientos de los niveles 0, 20, 40 y 60 kg N/ha utilizando el promedio de las tres densidades de siembra se observó que las ton/ha de MS, MSD y PC se incrementan al aumentar los niveles aplicados de nitrógeno. Con el nivel de 60 kg se obtuvieron 12.4, 9.0 y 2.2 ton de MS, MSD y PC, respectivamente, presentando un incremento en el rendimiento de la MS de 10, 18.4 y 49% al compararlo con los tratamientos de 40, 20 y 0 kg de N/ha; además, la producción forrajera fue más estable en cada uno de los cortes efectuados. Reid y Castle (1970) con aplicaciones de N después del corte de 0, 22.4, 44.8 y 67.2 kg/ha encontraron resultados similares a los obtenidos en este estudio. El incremento en el nitrógeno aplicado coincidió con un aumento en la producción de MS; sin embargo, dichos autores informan de incrementos en el rendimiento de 26.3, 45.5 y 68% al comparar la dosis mayor con las restantes.

Los rendimientos totales, promedio de los 4 niveles de N, con respecto al efecto de la densidad de siembra sobre la producción de MS, MSD y PC fueron superiores para la densidad de 40 kg/ha, en la cual el ballico

promedio 11.0, 8.0 y 1.9 ton/ha, seguido de 10.7, 7.5 y 1.6 ton/ha para la densidad de 60 kg/ha, siendo inferior la densidad de 20 kg/ha con 10.1, 7.2, y 1.6 ton/ha, respectivamente.

La variación estacional en el contenido de PC del ballico fertilizado con diferente dosis de nitrógeno para la densidad de 40 kg de semilla/ha se muestra en la Gráfica 1. Se aprecia claramente que a medida que transcurre el ciclo productivo del ballico, se presenta una disminución en el contenido de PC del forraje. Esto se debe probablemente a un aumento en la temperatura ambiental, el cual acelera la madurez de la planta afectando considerablemente su valor nutritivo. Es importante hacer notar que el contenido de pro-

Gráfica 1  
VARIACION ESTACIONAL EN EL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA DEL BALLICO ITALIANO A DIFERENTES DOSIS DE N (40 kg/ha SEMILLA) CIPESES 1974-1975

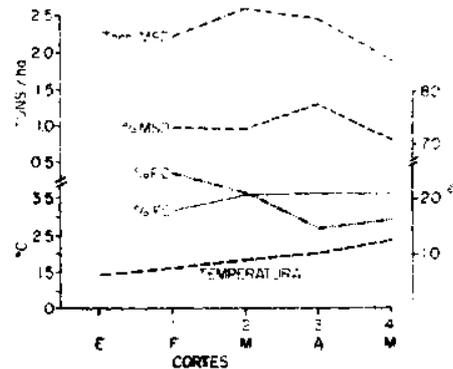


teína cruda en el primer corte fue muy similar, ya que la aplicación de N en presiembra (80 kg/N/ha) fue igual para todos los tratamientos. A partir de este corte, la proteína decrece notablemente al disminuir la cantidad de nitrógeno aplicado, observándose que la dosis de 60 kg mantiene un buen nivel proteico que varía de 18 a 25% durante el ciclo de vida del ballico italiano.

El efecto estacional sobre la calidad del forraje producido por el ballico italiano para el tratamiento de 40 kg/ha de semilla y 60 kg de N después del corte se presentan en la Gráfica 2, notándose que el rendimiento y la calidad del forraje están inversamente relacionados con la temperatura ambiental. Se aprecia que aproximadamente a partir de la segunda quincena de marzo, cuando la temperatura es superior a los 15°C, el rendimiento de MSD declina, haciéndose más notable el descenso

durante el mes de abril y parte de mayo. En cuanto al contenido de PC y MSD se refiere las curvas siguen una tendencia similar, mientras que la FC aumenta.

Gráfica 2  
EFECTO ESTACIONAL SOBRE LA CALIDAD DEL FORRAJE DEL BALLICO ITALIANO (40 kg semilla y 60 kg N/ha) CIPESES 1974-1975



Los factores principales, densidades y niveles de nitrógeno fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), sin embargo, la interacción densidad  $\times$  fertilización no fue significativa ( $P < 0.05$ ). El rendimiento de 11.02 ton/ha (promedio de los 4 niveles de nitrógeno) en la densidad de siembra de 40 kg de semilla, fue estadísticamente superior ( $P < 0.05$ ) al obtenido con la densidad de 20 kg e igual al de 60 kg (Cuadro 1). El rendimiento en promedio de las 3 densidades utilizadas, para los diversos niveles de fertilización, muestra que la producción de 12.38 ton/ha con 60 kg de N, fue estadísticamente superior ( $P < 0.01$ ) a los demás tratamientos y la diferencia en el rendimiento obtenido para el tratamiento sin N después de c/corte resultó estadísticamente inferior al compararla con los otros niveles en estudio.

En el Cuadro 2 se presenta el análisis químico y materia seca digestible del ballico italiano correspondiente a la densidad de 40 kg en diferentes dosis de fertilización. Se aprecia que a medida que se incrementa la dosis de fertilización el contenido de MSD aumentó aproximadamente 2% al comparar los resultados obtenidos con la menor y mayor dosis de N aplicada. Respecto al contenido de

CUADRO 1

Rendimiento total de ballico italiano (Rye-Grass), en tons de MS/ha  
CIPES, 1975

Niveles de nitrógeno

Semilla kg/ha	0	20	40	60	$\bar{X}$
20	8.49	8.98	10.59	12.29	10.09 <sup>b1</sup>
40	8.52	11.61	11.60	12.34	11.02 <sup>a</sup>
60	7.89	10.77	11.61	12.50	10.69 <sup>ab</sup>
$\bar{X}$	8.30 <sup>c</sup>	10.45 <sup>b</sup>	11.27 <sup>b</sup>	12.38 <sup>a</sup>	

$\bar{Sx}$  densidades = .24  $\bar{Sx}$  fertilización = .28  
Cifras con diferente literal son significativas al (P 0.01) y con literal y número al (P < 0.05).

CUADRO 2

Materia seca digestible y análisis bromatológico del ballico italiano (Rye-Grass)  
con diferentes niveles de nitrógeno y 40 kg de semilla/ha promedio de 4 cortes  
CIPES, 1975

Dosis	MSD	PC	FC	EE	Ceniza	ELN
0	71.39	14.08	18.97	2.93	13.38	50.64
20	71.78	17.15	20.17	3.10	13.71	45.87
40	72.11	16.16	19.81	2.94	13.50	47.59
60	73.50	18.75	19.92	3.39	14.89	43.05

PC éste se incrementó en una forma más notable con el aumento de N aplicado. La FC fue muy semejante para los diferentes niveles de nitrógeno y es notorio el bajo contenido en comparación con otros forrajes.

De acuerdo con el análisis estadístico efectuado, la línea de regresión estimada fue igual a  $\hat{Y} = 4.622 + 0.03516 N$ , la cual muestra que hasta la dosis estudiada el efecto del N sobre el rendimiento es lineal, indicando que para 0 kg de N se obtienen 4,622.29 kg/ha de MS pudiéndose predecir los rendimientos hasta el nivel de 260 kg de N/ha. El coeficiente de regresión obtenido fue igual a 0.03516 ton/ha el cual indica que por cada kg de N aplicado se aumenta la producción en 35.16 kg de MS. Reid (1972) informó haber obtenido 27.8 kg de MS y 4.2 kg de PC por kg de N aplicado a ballico perenne. Boyd y Needham (1976) indican que los zacates para ensilaje aumentan su producción en 22 kg de MS por kg de N aplicado.

Tomando en consideración los resultados

obtenidos se concluye que los mayores rendimientos/ha de MS, MSD y PC se obtuvieron con el tratamiento de 40 kg de semilla y 60 kg de N/ha después de cada corte. Hasta el nivel de fertilización estudiado, la respuesta en producción/ha de MS, MSD y PC del ballico italiano fue lineal al incrementar la dosis de N aplicada después del corte, sin embargo, el aumento en la densidad de siembra no conduce a mayores rendimientos. El incremento en la temperatura ambiental afectó en forma negativa la producción y calidad del forraje de ballico italiano, sin embargo, con los niveles de 40 y 60 kg de N/ha no se observó esta tendencia, manteniendo uniforme la producción por corte.

### Summary

This study was conducted at the Animal Research Center of Carbó, Sonora, Mexico from November 1974 to May 1975, to determine the optimum seeding rate and fertiliza-

tion level in relation to the yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum*, Lam). Three seeding rates: 20, 40 and 60 kg/ha and four fertilization levels: 0, 20, 40 and 60 kg N/ha (applied after each cutting) were employed using a completely randomized block design analyzed as a 3×4 factorial with three replications. An initial fertilization for all treatments of 80-100-0 (N-P-K) was given at seeding time, and the amount of water used was of 1.21 m. A total of four cuttings were made with intervals of 28 days. The first cutting was at 82 days after seeding. The seeding rate as well as the fertilization level were highly significant ( $P < 0.01$ ). Considering the dry matter production (DM); the digestibility of dry matter (DDM) and crude protein (CP)

for the seeding rate factor, 40 kg was the best with 11.02, 8.01 and 1.9 ton/ha, respectively, being these the average of the four levels of fertilization. These values are statistically superior to the seeding rate of 20 kg and equal to the 60 kg. As far as fertilization factor, the 60 kg N/ha treatment was statistically superior ( $P < 0.05$ ) to the other two levels with a production of 12.4, 9.0 and 2.2 ton/ha of DM, DDM and CP, respectively. Comparing this level of fertilization with 40, 20 and 0 kg N/ha, the DM yield was increased by 10.0, 18.4 and 49.0%, respectively, and also stabilized the DM production after each cutting. The regression coefficient was 0.03516, thus for each kg of N applied there was an increment in the DM yield of 35.16 kg.

#### Literatura citada

- A.O.A.C., 1970, Official Methods of Analysis, 11th, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C.
- BARNES, R.F., 1970, Collaborative research with the two stage *in vitro* rumen fermentation technique. Proc. Nat. Conf. Forage Quality Evaluation and Utilization, University of Nebraska, Lincoln, Neb.
- BOYD, D.A., and P. NEEDHAM, 1976, Factors governing the effective use of nitrogen, *Span. Progress in Agriculture*, 19:68-70.
- BRADY, N.C., 1974, The nature and properties of soils, 8th Ed., *McMillan Publishing Co.*, New York. p. 422.
- CASTLE, M.E., and J.N. WATSON, 1971, A comparison between a diploid and tetraploid ryegrass for milk production, *J. Agri. Sci.* 77:69-76.
- CHAPMAN, W.H., and T.E. WEBB, 1969, Florida rust resistant ryegrass. *Agr. Exp. Sta. University of Florida*, Gainesville. Circular S-169.
- MARTÍNEZ, R.A., y J.C. MARTÍNEZ, 1975, Influencia de la densidad y método de siembra sobre el rendimiento del ballico anual en la Comarca Lagunera, Subproyecto 74-75 *CIANE-Laguna*, México, pp. 9.40-9.44.
- MCGINNIES, W.J., 1971, Effects of seeding rate and row spacing on establishment and yield of crested wheatgrass, *Herb. Abst.*, 41(2):121.
- MORRISON, J., and M.V. JACKSON, 1976, The response of grass to fertilizer nitrogen, the influence of climate and soil, *Span. Progress in agriculture*, 19:34-37.
- ORBEA, J.R., and J. CARRILLO, 1969, Effect of fertilizers and seed rate on herbage yield of perennial ryegrass, *Herb. Abst.* 39(1):15.
- REHM, G.W.; J.T. NICHOLS; R.C. SORESENSEN and W.J. MOLINE, 1975, Yield and botanical composition of an irrigated grass-legume pasture as influenced by fertilization, *Agron. J.*, 67:64-68.
- REID, D., 1972, The effects of long term applications of a wide range of nitrogen rates on the yields from perennial ryegrass swards with and without white clover, *J. Agri. Sci.*, 79:291-301.
- REID, D., and M.E. CASTLE, 1970, A comparison of the effects of anhydrous ammonia and a solid ammonium nitrate fertilizer on herbage production from a perennial ryegrass sward, *J. Agri. Sci.* 75:347-353.
- WATTE, R., 1970, The structural carbohydrates and the *in vitro* digestibility of a ryegrass and a cocksfoot at two levels of nitrogenous fertilizers, *J. Agri. Sci.*, 74:457-462.