

EFFECTO DEL NITROGENO Y FOSFORO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTAS DE ZACATE BUFFEL PARA TRASPLANTE*

Jorge R. González Domínguez¹
Pablo Cantú Muñoz²

RESUMEN

El estudio se realizó en 1987 en Buenavista, Saltillo, Coahuila, utilizando la línea 414 513 de zacate buffel. El experimento fue diseñado como un factorial 3 x 2, con una distribución de los tratamientos en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Tres niveles de nitrógeno (N) y dos niveles de fósforo (P) fueron combinados para formar soluciones con la concentración de las soluciones expresada en partes por millón. Los tratamientos probados fueron 0-0-0, 0-500-0, 500-0-0, 500-500-0, 1 000-0-0 y 1 000-500-0. La respuesta se evaluó en términos de altura de planta, número de macollos por planta, materia seca total, de tallos y raíces. La altura de planta fue medida semanalmente en seis ocasiones y en el resto de las variables medidas se utilizó una muestra al azar de cinco plantas. El nitrógeno en el tratamiento 1 000-0-0 tuvo un efecto tóxico y causó la muerte de las plántulas. Se encontró un efecto favorable en el crecimiento inicial de las plántulas cuando se aplicó únicamente fósforo, pero dicho efecto no se prolongó a la fase final del experimento. El tratamiento 500-500-0 dio los mejores resultados.

INTRODUCCION

El trasplante de plantas de gramíneas forrajeras para el establecimiento de praderas artificiales a nivel comercial, es una práctica que ya se utiliza con éxito en la actualidad. En programas de mejoramiento, con mayor frecuencia es necesario recurrir al trasplante para incrementar las pequeñas cantidades de semilla de que generalmente se dispone, especialmente en el caso de germoplasma introducido y, en ocasiones, de germoplasma colectado o producido

* Trabajo derivado del proyecto de investigación "Evaluación preliminar para tolerancia a bajas temperaturas en zacate buffel"

1 Ph.D. Maestro-Investigador del Depto. de Fitomejoramiento. Div. de Agronomía. UAAAN.

2 Tesista

en los mismos programas. En este caso, la siembra de la semilla bajo condiciones ideales y el posterior trasplante de las plántulas producidas, permite un mejor establecimiento en el campo que la siembra directa de la semilla. Por la naturaleza propia de las investigaciones a realizar, el trasplante puede ser también, en ocasiones, una alternativa más conveniente para el establecimiento de poblaciones experimentales.

El trasplante constituye un "shock" fisiológico, al cual la planta debe sobreponerse para lograr su establecimiento. De la misma manera que en la siembra de semilla, es necesario que ésta sea de la mejor calidad, el trasplante requiere de plantas sanas y vigorosas para mejorar las probabilidades de éxito.

El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es una gramínea perenne que por su tolerancia a la sequía y otras características favorables, ha venido creciendo en importancia como planta forrajera para las zonas áridas y semiáridas del país. Por lo anterior, el Programa de Mejoramiento de Pastos, del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, está trabajando con dicha especie. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en la producción de plantas de zacate buffel para trasplante.

REVISION DE LITERATURA

Plantas establecidas de zacate buffel responden favorablemente a las aplicaciones de nitrógeno (N) sin mostrar mayor respuesta al fósforo (P) y al potasio (K). Faroda (1974) estudió el efecto de la aplicación de N, P y K a 0, 20, 40 y 60 kg/ha. Cada incremento en N produjo aumentos significativos en altura de planta, producción de forraje verde y de materia seca. El N no tuvo efectos sobre el amacollamiento. No se observó respuesta a las aplicaciones de P y K. Puri *et al.* (1977) en un estudio de dos años, compararon aplicaciones de P a 0, 40 y 60 kg/ha. La altura de planta, la producción de forrajes y el diámetro basal no fueron afectados por la aplicación de P. El amacollamiento incrementó 40% sobre el testigo con 40 kg P/ha.

Estudios con buffel común de temporal, durante varios años y en varias localidades de Texas, muestran una falta de consistencia en la respuesta en producción de heno a la aplicación de P, con una ligera mayoría para los casos en que se ha observado aumento en la producción (Hoverson, s.f.). Esto sugiere que la respuesta al P depende en gran parte de las condiciones particulares del sitio de prueba. Puri *et al.* (1977) reportaron que en la capa de 0-30 cm de suelo, el P a 40 kg/ha incrementó en un 60% el peso seco de raíces, y en 87% la capacidad de retención de suelo en comparación al testigo. El zacate buffel parece ser poco eficiente en su capacidad de absorción de P, característica que lo afecta adversamente, especialmente en la fase de plántula.

Skerman, citado por Humphreys (1967), encontró que en un suelo mulga (suelos pobres en P donde crece el zacate mulga (*Thyridolepsis mitchelliana*) el zacate buffel respondió muy bien al superfosfato y elementos menores. Edye *et al.*, citados por Humphreys (1967), reportaron que en un suelo rojo los principales nutrientes limitando el establecimiento y crecimiento del zacate buffel eran el P y el N.

Andrew y Robins (1971) estudiaron el efecto del P en nueve zacates tropicales. El P fue aplicado a 0, 12, 24, 48, 72, 96 y 144 kg/ha. Todas las especies respondieron a la aplicación de P en producción de materia seca. La producción de materia seca del zacate buffel cosechada a los 57 días después de la siembra (prefloración) fue incrementada 20.7, 41.2, 67.0, 77.5, 83.2 y 87.5 veces sobre el testigo por los tratamientos de P respectivamente. Los porcentajes críticos de contenido de P (porcentaje por abajo del cual se espera una respuesta a la adición de P) en base a materia seca del crecimiento aéreo, fueron determinados por Andrew y Robins (1971). El zacate buffel tuvo el porcentaje crítico más alto de todas las especies probadas con 0.26%. Schofield, citado por Humphreys (1967), encontró que el zacate buffel tenía el más alto contenido de P de cualquier zacate probado y una alta proporción P/Ca.

En un estudio con cuatro zacates, realizado por Silcock *et al.* (1976), el P produjo un incremento significativo en las tasas de crecimiento de todas las especies, aumentó el porcentaje de N y P de las plantas, redujo el tiempo entre emergencia y amacollamiento, y redujo las proporciones raíz/tallo. El efecto positivo del P observado en las tasas de crecimiento de plántulas pequeñas (cuatro hojas completamente expandidas) continuó hasta el estado de prefloración. En esta fase, únicamente el zacate buffel mostró un incremento significativo en rendimiento con la adición de P, debido principalmente a un incremento en el tamaño de hoja y tallo. El N no produjo respuestas significativas y, por el contrario, retrasó el crecimiento inicial de las plántulas considerando todas las especies. No hubo interacción entre N y P.

La facilidad de establecerse y sobrevivir en suelos pobres en P que se ha observado en el zacate mulga, y el requerimiento de concentraciones externas de P más bajas para óptimo crecimiento, en comparación al zacate Mitchell (*Astrelba elymoides*) y principalmente al zacate buffel, ha sido atribuida a un sistema superior del zacate mulga para absorber y transportar fósforo de una concentración externa baja (Christie y Moorby, 1975). Christie (1975) reportó que algunos efectos generales de la deficiencia de P fueron comunes en los zacates mulga, Mitchell y buffel. La deficiencia de P redujo significativamente la longitud de las raíces laterales primarias del eje seminal, la producción de laterales secundarias y la longitud y número de las raíces nodales (sistema radicular secundario).

En los zacates de agostadero, a menos que las plántulas establezcan su sistema radicular secundario antes de una sequía, la probabilidad de sobrevivencia es muy baja (Olmsted, 1941). Christie, citado por Christie (1975), men-

ciona que lo anterior es cierto también para zacate buffel, ya que la fertilización con P de un suelo bajo en este nutriente dio lugar a mayor peso radicular, particularmente del sistema nodal, y condujo a mayor amacollamiento, penetración radicular y sobrevivencia a la sequía.

Ebershon y Lucas, citados por Humphreys (1967), observaron colonización natural del zacate buffel en la vecindad inmediata de árboles de eucalipto estando ausente en las áreas entre árboles. El P disponible como P_2O_5 promedió 156 ppm en los primeros 2.5 cm de suelo bajo los árboles, y 51 ppm en las áreas entre árboles. Según Christie, citado por Christie y Moorby (1975), el zacate buffel requiere una concentración mínima de 25 ppm de P para establecerse bien en suelos mulga, y su establecimiento y rápida dispersión ha ocurrido solamente en suelos con concentración de P de 15 a 164 con una media de 104 ppm. En Brasil, en un estudio con cinco suelos de textura diferente el zacate buffel requirió de 50 a 100 ppm de P para establecerse (Rego *et al.*, 1985). En Sud-Africa, de acuerdo a Kelk y Donaldson (1983), para el establecimiento del zacate buffel, el contenido mínimo de P en los primeros 15 cm de suelo debe ser de 25 ppm al momento de la siembra. El N no es necesario al momento de la siembra y es mejor aplicarlo cuando el zacate empiece a amacollar. El K no debe aplicarse a menos que se tenga la seguridad de que es necesario.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en 1987. Semilla de la línea 414 513 de zacate buffel fue procesada a grano limpio y sembrada en charolas de "nieve seca" el día 21 de mayo, utilizando como medio de cultivo tierra de jardín. El experimento fue diseñado como un factorial 3 x 2, con una distribución al azar de los tratamientos en bloques completos con cuatro repeticiones. Los tratamientos se formaron combinando tres niveles de nitrógeno (N) y dos niveles de fósforo (P). El N fue aplicado a concentración de 0, 500 y 1 000 ppm, y el P a 0 y 500 ppm. Como fuente de N se utilizó nitrato de amonio, y para el P, ácido fosfórico. Ambos fertilizantes fueron aplicados en solución en el agua de riego fertilizando tres veces por semana a partir del primer día de junio. Dada la naturaleza preliminar del experimento; no se realizó previamente un análisis del suelo utilizado como medio de cultivo. Para evaluar la respuesta del zacate buffel a los tratamientos, se tomaron datos de altura de planta semanalmente a partir del día 2 de julio y hasta el 11 de agosto, tomando este dato en seis ocasiones. Al final del experimento se muestrearon al azar cinco plantas, se contó el número de macollos y se determinó el peso de materia seca de las plantas completas, del crecimiento aéreo (hojas, tallos y espigas, a las que se hará referencia como tallos) y las raíces. Se registró además el porcentaje de espigamiento al final del experimento, cantidad de follaje muerto y clorosis.

RESULTADOS Y DISCUSION

El tratamiento 1 000-0-0 tuvo un efecto tóxico y causó la muerte de las plántulas en todas las repeticiones. Esto impidió el análisis de los resultados como un experimento factorial, por lo que los resultados fueron analizados como bloques al azar con los cinco tratamientos restantes. Los resultados para altura de planta de la primera, segunda y última lecturas, y para el número de macollos por planta, se presentan en el Cuadro 1. En todos los casos el análisis de varianza respectivo indicó diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Para la primera y segunda lecturas la altura de planta fue mayor en los tres tratamientos que contenían P, en comparación a los dos tratamientos sin P. La mayor altura de planta con el tratamiento 500-500-0 sugiere un mejor balance nutritivo en este caso, que con los tratamientos 0-500-0 y 1 000-500-0. Los resultados para altura de planta en la última lectura fueron muy similares a los de la primera y segunda lecturas. El tratamiento 500-500-0 fue nuevamente superior y estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. Los tratamientos 0-500-0 y 1 000-500-0 que ocuparon el segundo y tercer lugar respectivamente en las primeras lecturas, quedaron en un orden invertido en la última lectura. Esto no alteró el hecho de que los tres tratamientos que contenían P siguieran siendo los de mayor altura de planta, pero la diferencia del tratamiento 0-500-0, con el tratamiento 500-0-0 y el testigo, ya no fue significativa. Por el contrario, la diferencia del tratamiento 1 000-500-0, con el tratamiento 500-0-0 y el testigo, siguió siendo significativa.

La gran diferencia en la altura final entre el tratamiento 500- 500-0, y los tratamientos 0-500-0, 500-0-0 y 0-0-0, se debió en parte a que en el tratamiento 500-500-0 para el 11 de agosto, las plantas habían espigado en un 55%, mien-

Cuadro 1. Altura de planta y número de macollos por planta de zacate buffel con diferentes tratamientos de nitrógeno (N) y fósforo (P). Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1987.

Tratamientos N P K	Altura de planta (cm)			Macollos por planta
	2 de julio	9 de julio	11 de agosto	
500-500-0	8.5 a ¹	9.7 a	25.4 a	5.7 a
0-500-0	5.9 b	6.3 b	11.4 bc	3.3 cd
1000-500-0	5.3 b	5.9 b	14.7 b	5.3 ab
500- 0-0	3.2 c	3.8 c	10.4 c	4.3 bc
0- 0-0	2.8 c	3.0 c	7.6 c	2.5 d

¹ Medias dentro de columnas seguidas por letras diferentes son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$)

tras que en los otros tres tratamientos mencionados el espigamiento era de 1.8, 2.8 y 0% respectivamente. El tratamiento 500-500-0 superó por 10.7 cm al tratamiento 1 000-500-0, y esta diferencia es menos probable se haya debido al porcentaje de plantas con espigas, ya que en el tratamiento 1 000-500-0 hubo un espigamiento promedio de 49.4%.

Es probable que en el tratamiento 1 000-500-0 se haya tenido también un efecto tóxico del N, pero aminorado por la presencia del P, ya que en este tratamiento se observó mayor cantidad de follaje muerto, el cual fue estimado entre 30 y 35% en las diferentes repeticiones contra estimaciones entre cinco y 15% para los otros tratamientos, con excepción del tratamiento 0-500-0, en el cual las plantas no mostraron follaje muerto, pero sí un 10% de clorosis.

Para el número de macollos por planta, nuevamente el tratamiento 500-500-0 promedió el valor más alto con 5.7 macollos sin diferencia significativa con el tratamiento 1 000-500-0, que tuvo el segundo promedio más alto con 5.3. Si en el tratamiento 1 000-500-0 se tuvo alguna toxicidad, ésta se reflejó más en la altura final de planta que en el número de macollos por planta.

La diferencia no significativa en la última lectura para altura de planta y para el número de macollos entre el tratamiento 0-500-0 y el testigo 0-0-0, indica una reducción en la importancia del P en la fase final del experimento. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Silcock *et al.* (1976) en el sentido que el P juega un papel más importante que el N en el crecimiento inicial del zacate buffel. Estos investigadores reportan un retraso en el crecimiento inicial de las plántulas debido al N. Según Wilson y Haydock, citados por Silcock *et al.* (1976), en la nutrición de zacates es común que ocurran interacciones N x P usualmente, porque las plántulas responden inicialmente al P y a medida que la planta madura, la respuesta al N incrementa.

Los resultados obtenidos para peso seco total, tallos y raíces, se presentan en el Cuadro 2. En todos los casos, el análisis de varianza respectivo indicó diferencias altamente significativas entre tratamientos. Para las tres variables, los tratamientos 500-500-0 y 1 000-500-0, ocuparon el primero y segundo lugar respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, a excepción del peso seco de raíces.

En todos los tratamientos, a excepción del testigo, la producción de materia seca de tallos fue mayor que la de raíces y, en consecuencia, la proporción de tallos/raíces fue mayor en los tratamientos que contenían uno o ambos nutrientes. La altura de planta final y el número de macollos por planta estuvieron asociados positivamente con la producción de materia seca total. Los valores calculados para los coeficientes de correlación fueron 0.95 y 1.00, siendo significativo y altamente significativo, respectivamente.

Cuadro 2. Peso seco total, peso seco de tallos y peso seco de raíces de zacate buffel con diferentes tratamientos de nitrógeno (N) y fósforo (P). Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1987.

Tratamiento			Total	Peso seco (g)	
N	P	K		Tallos	Raíces
500	500	0	4.2 a ¹	2.4 a	1.8 a
1000	500	0	2.9 ab	1.9 ab	1.0 b
500	0	0	2.2 bc	1.3 bc	0.8 b
0	500	0	1.7 bc	1.0 bc	0.7 b
0	0	0	0.8 c	0.4 c	0.4 b

¹ Medias dentro de columnas, seguidas por letras diferentes, son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$)

El poco crecimiento y desarrollo de las plantas del tratamiento testigo, señala que el suelo utilizado no contenía las cantidades mínimas necesarias de N y P. Cuando sólo se agregó N (500-0-0) no hubo un efecto favorable durante todo el experimento, pues a excepción del número de macollos por planta, no se tuvo diferencia significativa de este tratamiento con el testigo. Por el contrario, cuando sólo se aplicó P, sí hubo una respuesta favorable en el crecimiento inicial de las plantas.

La importancia del P en el crecimiento inicial de las plantas de zacate buffel, radica en su efecto sobre el desarrollo del sistema radicular secundario principalmente. La deficiencia de P reduce la longitud y el número de raíces nodales (Christie, 1975) reduciendo en consecuencia la probabilidad de establecimiento. El establecimiento de zacate buffel requiere de un contenido mínimo de P disponible en el suelo, como ha sido señalado por Christie, citado por Christie y Moorby (1975), Kelk y Donaldson (1983) y Rego *et al.* (1985).

CONCLUSIONES

1. La producción de plantas de buena calidad para trasplante del zacate buffel, requiere satisfacer oportunamente sus requerimientos de nitrógeno y fósforo, siendo esencial el fósforo en el crecimiento inicial de las plántulas con una mayor importancia del nitrógeno en fases posteriores del crecimiento y desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la participación del Sr. Rodolfo Betancourt Mota, y a la Sra. Lourdes Villarreal Saucedo se le reconoce el trabajo mecanográfico en la preparación del presente artículo.

BIBLIOGRAFIA

- Andrew, C.S. y M.F. Robins. 1971. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. *Aust. J. Agric. Res.* 22:693-706.
- Christie, E.K. 1975. Physiological responses of semiarid grasses. II. The pattern of root growth in relation to external phosphorus concentration. *Aust. J. Agric. Res.* 26:473-446.
- Christie, E.K. y J. Moorby. 1975. Physiological responses of semiarid grasses. I. The influence of phosphorus supply on growth and phosphorus absorption. *Aust. J. Agric. Res.* 26:423-436.
- Faroda, A.S. 1974. Effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potash on growth and yield of anjan grass (*Cenchrus ciliaris*). *Annals of Arid Zone.* 13:114-118.
- Hoverson, R.R. s.f. Buffel grass... establishment, culture, utilization. Texas Agricultural Extension Service.
- Humphreys, L.R. 1967. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) in Australia. *Tropical Grasslands.* 1:123-133.
- Kelk, D.M. y C.H. Donaldson. 1983. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). Roodeplaat Agricultural Research Station. Pretoria. Republic of South Africa. Leaflet 114.
- Olmsted, C.E. 1941. Growth y development in range grasses. I. Early development of *Bouteloua curtipendula* as affected by drought periods. *Bot. Gaz.* 103:531-542.
- Puri, D.N., M.L. Khybri, M.K. Paliwal y T. Singh. 1977. Preliminary studies of the effect of phosphatic fertilizers on forage yield and root development of grasses. *Annals of Arid Zone.* 16:73-78.
- Rego, M.C., J.A. Gomide y R.F. Novais. 1985. Phosphorus requirement for grass establishment in five tropical grasses. *Proceedings of the XV International Grassland Congress.* 476-477.
- Silcock, R.G., A. Noble y R.D.B. Whalley. 1976. Importance of phosphorus and nitrogen in the nutrition of grass seedlings growing in mulga soils. *Aust. J. Agric. Res.* 27:583-592.