



# *Efecto de la Fertilización sobre el Rendimiento del Sorgo Granero Sorghum bicolor (L.) en un Suelo Laterítico\**

PUBLIO SANTIAGO\*\*

## RESUMEN

Se realizó un ensayo de fertilización de sorgo granero (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) en un suelo laterítico correspondiente a la serie Asentamiento Rojo, en el Asentamiento campesino Burro Negro, en el Distrito Bolívar, Estado Zulia (Venezuela).

Se utilizó el híbrido de sorgo granero AKS 614. Los elementos y dosis empleados fueron: Nitrógeno: 0 - 75 - 150 - 225 Kg/Ha; Fósforo ( $P_2O_5$ ): 0 - 100 - 200 Kg/Ha; Potasio ( $K_2O$ ) 0 y 100 Kg/Ha. El diseño utilizado fue de bloques al azar en arreglo factorial  $4 \times 3 \times 2$ , con 24 tratamientos y 3 repeticiones.

Las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio provocaron diferencias significativas en la producción de grano. Las respuestas al nitrógeno y

---

\* Recibido para su publicación el 15-2-70.

\*\* Ing. Agr. Profesor de Suelos. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo, Venezuela.

fósforo fueron altamente significativas. La respuesta al potasio apenas si fue significativa.

Dado el carácter exploratorio del ensayo, los resultados obtenidos constituyen una información preliminar y por tanto no permiten dar una recomendación final sobre la fertilización del sorgo, pero tentativamente se podría sugerir que para suelos lateríticos de la serie Asentamiento Rojo, la aplicación de 75 Kg/Ha. de nitrógeno, 100 Kg/Ha. de fósforo ( $P_2O_5$ ) y 100 Kg/Ha. de potasio ( $K_2O$ ) en forma de nitrato de amonio, superfosfato simple y cloruro de potasio, respectivamente, servirían como guía hasta que se realicen otros experimentos incluyendo dosis de los elementos dentro del rango donde se detectó el rendimiento máximo, así como también estudios económicos que permitan recomendar el uso de fertilizantes en el cultivo, con buenas garantías para el agricultor.

#### ABSTRACT

A fertilization assay on grain sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.), hybrid AKS 614, is described.

The assay was carried out at Burro Negro, Distrito Bolívar, Estado Zulia, Venezuela. The soil was a lateritic one of the series "Asentamiento Rojo". The levels of fertilizer used were: nitrogen: 0-75-150-225 Kg/Ha; phosphorus ( $P_2O_5$ ) 0-100-200 Kg/Ha; potassium ( $K_2O$ ) 0-100 Kg/Ha. The layout was a randomized complete block design in a 4 x 3 x 2 factorial arrangement, with 24 treatments and 3 replications.

Statistically, yield was significant when nitrogen, phosphorus and potassium were applied. Nitrogen and phosphorus effects were highly significant. Potassium had almost no significant effect.

The following levels of nitrogen, phosphorus, and potassium are suggested in fertilizing grain sorghum in lateritic tropical soil: 75 Kg/Ha nitrogen, 100 Kg/Ha phosphorus ( $P_2O_5$ ), 100 Kg/Ha potassium ( $K_2O$ ).

#### INTRODUCCION

Actualmente el cultivo del sorgo granero (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) está colocado en el tercer lugar entre las cosechas de mayor importancia en el mundo, después del trigo y del arroz. La producción mundial registró durante 1969 un aumento equivalente al 134 por ciento sobre el promedio obtenido trece años antes, que fue de 13.440.000 toneladas<sup>28</sup>.

El sorgo granero tiene las mismas aplicaciones industriales que el maíz, aventajándolo por su mayor resistencia a la sequía y una mayor res-

puesta, en igualdad de condiciones de clima y suelo, a la aplicación de nitrógeno y de otros elementos nutrientes<sup>6, 22, 28</sup>.

En Venezuela el cultivo del sorgo granero promete ser de gran futuro económico, sobre todo en las zonas semiáridas del occidente, en donde la escasez e irregularidad de las lluvias dificulta el crecimiento de otros cultivos; algunas de esas zonas se encuentran en los Estados Zulia, Falcón y Lara<sup>23, 24</sup>.

En 1966 se cultivaron en Venezuela 5.000 hectáreas con sorgos de grano y es posible que en 1969 esa área haya alcanzado las 50.000 hectáreas, en vista de que este grano tiene mucha demanda en la producción de alimentos concentrados para animales<sup>5</sup>. A pesar del gran incremento en el área cultivada, es poco lo que se conoce sobre el efecto de su fertilización.

En vista de la posibilidad de aumentar la rentabilidad de este cultivo con el uso adecuado de fertilizantes, se realizó este experimento con el objeto de determinar los aumentos en el rendimiento del sorgo granero producidos con la utilización de varias dosis de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados a un suelo franco-arenoso de la serie Asentamiento Rojo.

El ensayo se llevó a cabo durante el año de 1967 en parcelas del Asentamiento Campesino Burro Negro, en el Distrito Bolívar, Estado Zulia (Venezuela).

#### REVISION BIBLIOGRAFICA

Numerosas investigaciones realizadas en diferentes países del mundo y en diferentes clases de suelos han demostrado que el sorgo granero responde en forma muy satisfactoria a la fertilización con nitrógeno, hasta el punto de que se ha llegado a afirmar que responde a dicho elemento en forma espectacular<sup>6</sup>. En cambio, se ha reportado que es poca la respuesta al fósforo y casi nula al potasio<sup>7, 9</sup>.

En ensayos de fertilización de sorgo realizados en la Estación Experimental de Nuevo Méjico (EE.UU), Pack y Buchanan<sup>16</sup> demostraron que aplicaciones de 40 Kg/Ha, tanto de nitrógeno como de fósforo, eran adecuadas para el cultivo del sorgo; Leamer<sup>7</sup>, en la misma Estación, comprobó que se necesitaban 60 Kg/Ha de nitrógeno, que la necesidad de fósforo variaba con la localidad y que no había respuesta al potasio. Malm y Finkner<sup>9</sup>, en la misma localidad, adelantaron posteriormente ensayos más completos para probar el efecto de 25 dosis diferentes de nitrógeno, fósforo y potasio.

Burleson, Cowley y Dacus<sup>3</sup> en Texas recomiendan de 60 a 120 Kg/Ha de nitrógeno; Ross y Webster<sup>21</sup>, afirman que el sorgo es muy exigente en nitrógeno y recomiendan aplicar solamente de 40 a 80 Kg/Ha de nitrógeno, no obstante hacen la observación de que cualquier recomendación debe basarse en la fertilidad natural del suelo.

Mathers *et al*<sup>10</sup> en ensayos de fertilización de sorgo en EE.UU. usaron diferentes dosis de nitrógeno entre 0 y 240 Kg/Ha, con 30 Kg/Ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, en suelos arenosos de muy baja fertilidad y encontraron altos valores de correlación entre la cantidad de nitrógeno y la producción de sorgo; las máximas producciones las obtuvieron con 140 Kg/Ha de nitrógeno, pero con la observación de que sin irrigación las pruebas de respuesta pueden ser limitadas.

Nelson<sup>12</sup>, también en EE.UU., en trabajos de fertilización de diferentes variedades de sorgo, en un suelo arcillo-arenoso, verificó que las aplicaciones de 80 y 160 Kg/Ha de nitrógeno aumentaban la producción de grano en 31 y 41 por ciento, respectivamente, en comparación con los testigos, no ocurriendo lo mismo con una aplicación de 240 Kg/Ha de nitrógeno.

En trabajos realizados recientemente en la India, con el híbrido CSHI, Murty<sup>11</sup>, con aplicaciones de diferentes dosis de nitrógeno, a suelos poco fértiles, encontró que había una respuesta lineal a este elemento, con aplicaciones hasta de 200 Kg/Ha y Ramachandra *et al*<sup>20</sup> utilizando 112, 140, 168 y 196 Kg/Ha de nitrógeno y tres densidades de siembra, encontraron un aumento en la producción de grano y reducción del número de días de floración por efecto del nitrógeno, pero no encontraron interacción entre dosis de nitrógeno y densidad de siembra. Porter, Jensen y Slehen<sup>19</sup>, sin embargo, encontraron interacción entre ambas variables y por efecto de la densidad de siembra, no obtuvieron diferencias en la respuesta al aplicar 100 y 200 Kg/Ha de nitrógeno.

Un estudio más completo fue el realizado por Baser *et al*<sup>1</sup> en la India, quienes investigaron en cinco suelos diferentes el efecto del superfosfato aplicado en varias dosis, con adición de microelementos. Los resultados indicaron disminución en el contenido de manganeso, cobre y boro en la planta, con dosis altas de superfosfato aplicadas en algunos suelos, mientras que la absorción de hierro aumentó.

Los resultados de investigaciones en fertilización de sorgo especialmente con nitrógeno, expuestos en los párrafos anteriores, fueron comprobados ampliamente por Littler<sup>8</sup> en Australia, al hallar que es frecuente que en suelos relativamente fértiles el sorgo granero aumente su producción con la adición de nitrógeno, siendo igualmente buenos para tal fin, el sulfato de amonio y la urea. Blum<sup>2</sup> afirma que la alta fertilidad del suelo y la baja competencia entre plantas son suficientes para incrementar el número de granos y peso por panícula.

En trabajos realizados en Venezuela, en la región de Araure (Estado Portuguesa), Oropeza<sup>15</sup> encontró muy buena respuesta del sorgo a la aplicación de 75 Kg/Ha de sulfato de amonio y 75 Kg/Ha de superfosfato triple al momento de la siembra, los rendimientos obtenidos fueron de 3.340 Kg/Ha, es decir, casi el triple que sin fertilizante. En Barinas, Nelson<sup>13</sup> obtuvo con aplicaciones de 25 Kg/Ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 Kg/Ha de nitrógeno rendimientos de

1.225 Kg/Ha; al aumentar la dosis de nitrógeno a 100 Kg/Ha no obtuvo aumentos económicos. Según el mismo autor, la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos lateríticos de Barinas puede depender de la fuente de los elementos, dosis, época y modo de aplicación de ellos. También afirma que la respuesta al nitrógeno puede depender de la cantidad de fósforo disponible en el suelo.

En el Distrito Maracaibo, Estado Zulia (Venezuela), el autor, en ensayos preliminares sobre fertilización de sorgo granero en suelos arenosos de baja fertilidad, utilizó dosis de 75, 150 y 225 Kg/Ha de nitrógeno; 50, 100 y 150 Kg/Ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 75, 150 y 225 Kg/Ha de K<sub>2</sub>O y 20 Kg/Ha de cada uno de los siguientes compuestos; sulfato de cinc, sulfato de magnesio, sulfato de hierro y bórax. Solamente encontró respuesta a aplicaciones de más de 150 Kg/Ha de nitrógeno.

#### MATERIALES Y METODOS

El sitio donde se realizó el ensayo está aproximadamente al nivel del mar, con una precipitación anual que oscila entre 800 y 1000 mm y una temperatura media aproximada de 28°C.

El suelo es de origen laterítico, clasificado de acuerdo con la Séptima Aproximación en el orden Ultisol<sup>26</sup> y comprendido de acuerdo con la clasificación de 1949, en el orden Zonal, Gran Grupo Lateríticos Pardo Rojizos<sup>25, 27</sup>. Pertenece a la serie Asentamiento Rojo<sup>27</sup>. Es una terraza posiblemente del cuaternario inferior. Algunas características físicas y químicas del suelo, aparecen en la Tabla 1.

TABLA 1. Algunas propiedades químicas y físicas del suelo serie Asentamiento Rojo

Propiedad	Valor	Método utilizado
pH	4.7	Suspensión 1:1 <sup>17</sup>
Materia orgánica	2.2%	Walkley and Black <sup>18</sup>
Capacidad de intercambio	10.9 me/100 gr	NH <sub>4</sub> Ac Ac <sup>4</sup>
Fósforo	11.0 ppm	Carolina del Norte <sup>14</sup>
Potasio	160.0 ppm	NH <sub>4</sub> Ac, una sola extracción <sup>18</sup>
Arena	64.0%	
Limo	23.0%	
Arcilla	13.0%	
Clasificación textural	Franco arenoso	Bouyucus <sup>18</sup>

La descripción del perfil del suelo es la siguiente:

- A<sub>1</sub> 0-14 cm. Pardo oscuro (10YR3/3 en húmedo), franco arenoso, pardo (7.5YR5/4 en seco); estructura blocosa subangular, mediana, débil; ligeramente duro en seco, muy friable en húmedo, no adherente, no plástico en mojado; límite plano.
- A<sub>21</sub> 14-32 cm. Pardo oscuro (7.5YR4/2 en húmedo), franco-arcillo-arenoso, pardo (7.5YR5/4 en seco); estructura en bloques angulares, mediana, moderada; ligeramente duro en seco, muy friable en húmedo, no adherente y no plástico en mojado; límite gradual plano.
- A<sub>22</sub> 32-50 cm. Pardo rojizo (5YR4/4 en húmedo), franco-arcillo-arenoso, pardo rojizo (5YR5/4 en seco); estructura en bloques angulares, mediana, moderada; ligeramente duro en seco, muy friable en húmedo, no adherente, ligeramente plástico en mojado; límite plano.
- B<sub>1</sub> 50-72 cm. Rojo (2.5YR4/6 en húmedo), franco arcilloso, rojo claro (2.5YR6/6 en seco); estructura en bloques angulares, mediana, moderada; duro en seco, muy friable en húmedo, no adherente, ligeramente plástico en mojado; límite plano.
- B<sub>21</sub> 72-91 cm. Rojo oscuro (2.5YR3/6 en húmedo), franco arcilloso, rojo (2.5YR4/6 en seco); estructura en bloques angulares, mediana, moderada; duro en seco, friable en húmedo, no adherente, ligeramente plástico en mojado; límite plano.
- B<sub>22</sub> 91-138 cm. Rojo (2.5YR4/6 en húmedo); franco arcilloso, rojo (2.5YR5/8 en seco); estructura en bloques angulares, mediana, moderada; duro en seco, muy friable en húmedo, no adherente, plástico en mojado; límite difuso.
- B<sub>23</sub> 138-190 cm. Rojo (2.5YR4/6 en húmedo); franco arcilloso, rojo claro (2.5YR6/6 en seco); estructura en bloques angulares, mediana, moderada, dura en seco, friable en húmedo, no adherente, plástico en mojado.

El ensayo se realizó con el híbrido de sorgo granero AKS 614, que fue el utilizado ese año en las siembras comerciales de la localidad<sup>23</sup>.

Solamente se cosechó el hilo central de cada parcela, excluyéndose los 2 metros correspondientes a las borduras de los extremos, en tal forma que el área efectiva por parcela fue de 5.6 metros cuadrados.

Las dosis de nutrientes en Kg/Ha, fueron: nitrógeno, 0, 75, 150 y 225; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0, 100 y 200; K<sub>2</sub>O, 0 y 100.

Se utilizaron las siguientes fuentes de nutrientes: de nitrógeno, nitrato de amonio cálcico al 20.5%; de fósforo, superfosfato simple al 20% y de potasio, cloruro de potasio al 60%.

La mitad del nitrógeno y todo el fósforo y el potasio se aplicaron en el momento de la siembra, en bandas laterales colocadas entre 8 y 10 centímetros de profundidad y 8 centímetros de distancia de la semilla. El resto del nitrógeno se aplicó 25 días más tarde. No se utilizó riego.

El control de malezas se realizó con escardilla y el raleo de las plantas se efectuó a mano. Para controlar las plagas se hicieron aplicaciones de Dipterex (80% PS) con una frecuencia de 15 días, a razón de un litro del producto comercial en 500 litros de agua.

La cosecha se efectuó a mano a los 90 días de la siembra, cuando el grano presentaba un porcentaje promedio de humedad de 14%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Efecto del nitrógeno.

El efecto promedio de la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de grano de sorgo fue altamente significativo, comparándolo con la no adición de este nutriente. No hubo diferencias significativas entre las dosis aplicadas.

En la Tabla 2 se resume el efecto de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en la producción de grano de sorgo y la magnitud del aumento de la cosecha a las distintas dosis.

TABLA 2. Efecto de la aplicación de varias dosis de nitrógeno en la producción de grano de sorgo

Dosis Kg/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Aumento sobre el testigo
0	2.676	0.00%
75	3.213	20.00%
150	3.251	21.50%
225	3.249	21.40%

Tal como lo indican los datos de la Tabla 2, el aumento en la producción con la aplicación de 75 Kg/Ha de nitrógeno fue prácticamente similar

al obtenido con la dosis de 150 y 225 Kg/Ha de nitrógeno. Estos datos se ajustaron a una ecuación de segundo grado, la cual se puede observar en la figura 1.

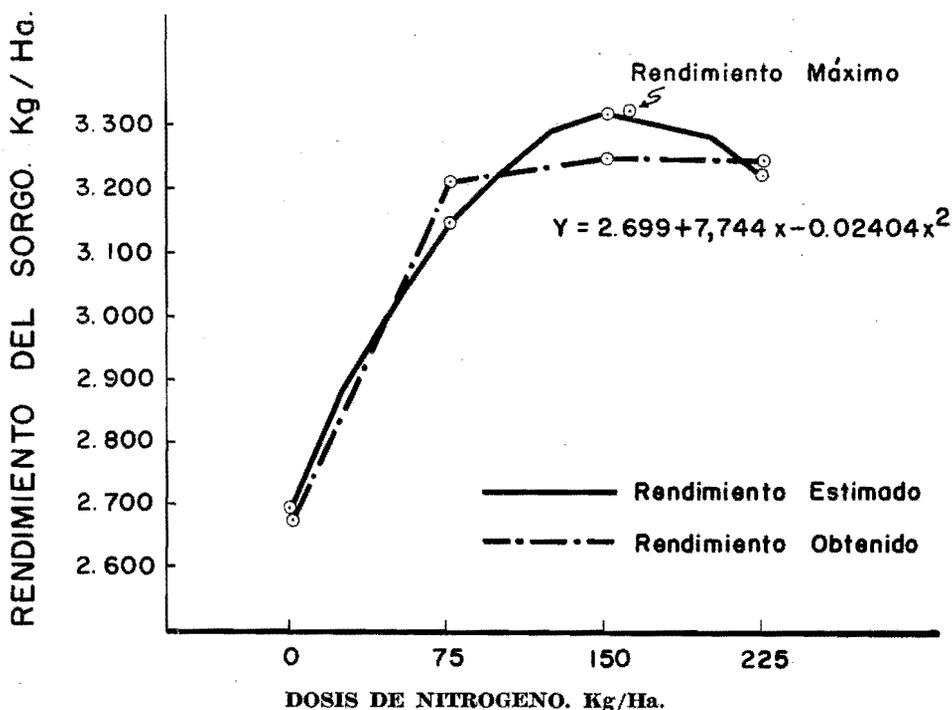


FIG. 1. Respuesta del sorgo granero a la aplicación de 4 dosis de nitrógeno.

El rendimiento máximo posible determinado por medio de la ecuación cuadrática fijada a los datos es de 3.323 Kg/Ha de grano, que se alcanza con una dosis de 161 Kg/Ha de nitrógeno.

En esta figura también puede observarse que al aumentar la dosis de nitrógeno por encima de 161 Kg/Ha los rendimientos disminuyen, hecho que se aprecia en los rendimientos obtenidos en el experimento, aun cuando no existen diferencias significativas entre las respectivas dosis, lo que puede sugerir que 161 Kg/Ha de nitrógeno no es la dosis óptima. En este caso específico, la dosis óptima pudiese estar alrededor de 75 Kg/Ha de nitrógeno. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros investigadores en diferentes condiciones de suelo<sup>3, 7, 15, 21</sup>.

## II. Efecto del fósforo

El efecto promedio de la aplicación del fósforo sobre el rendimiento de grano de sorgo fue altamente significativo comparado con la no aplicación.

Como en el caso del nitrógeno, no se observaron diferencias significativas entre las dosis usadas, pero los incrementos en la producción fueron mayores que el caso del nitrógeno, tal como puede apreciarse en la Tabla 3.

TABLA 3. Efecto de la aplicación de fósforo en el rendimiento de grano de sorgo

Dosis Kg/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Aumento sobre el testigo
0	2.486	0,00%
100	3.303	38,80%
200	3.503	40,90%

Tal como en el caso del nitrógeno, el análisis estadístico reveló diferencias significativas para los efectos lineal y cuadrático del fósforo, por lo tanto los datos también se ajustaron a una ecuación cuadrática la cual aparece en la figura 2.

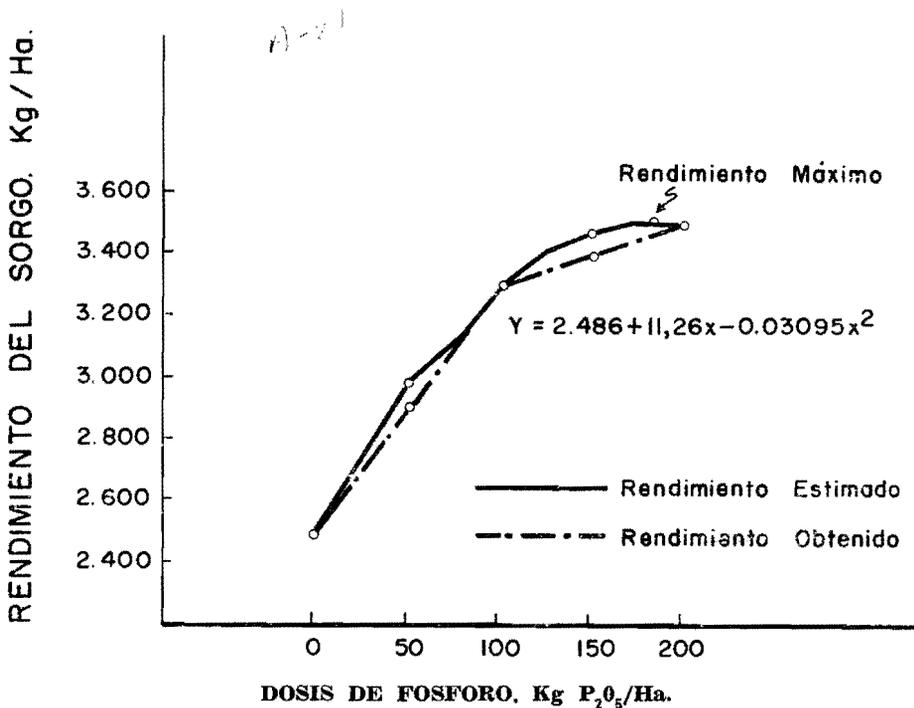


FIG. 2. Respuesta del sorgo granero a la aplicación de 3 dosis de fósforo en forma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

El rendimiento máximo posible que se obtuvo por medio de la ecuación cuadrática fue de 3.510 Kg/Ha de grano, que se logra con una dosis de 182 Kg/Ha de fósforo.

En la figura 2 se observa que al aumentar la dosis de fósforo por encima de 182 Kg/Ha los rendimientos bajan, este hecho no se aprecia en los rendimientos obtenidos en el experimento, posiblemente debido a que la dosis máxima experimentada está muy cerca de la que produce los rendimientos máximos. De acuerdo con el análisis realizado, la dosis óptima pudiera estar alrededor de 100 Kg/Ha de fósforo, ya que no se detectó diferencias significativas entre esa dosis y la de 200 Kg/Ha de fósforo.

Observaciones realizadas a través del ensayo indicaron una mayor importancia del fósforo sobre los demás elementos en la fertilización del sorgo, puesto que en las parcelas donde no se aplicó fósforo las plantas mostraron síntomas de deficiencia de este elemento, ello seguramente debido a la condición tan ácida del suelo que provoca una alta fijación del mismo.

### **Interacción nitrógeno x fósforo**

El análisis estadístico reveló significación para los componentes de interacción: nitrógeno lineal x fósforo lineal y nitrógeno cuadrático x fósforo lineal.

En la figura 3 se representa gráficamente el resultado anterior. Como puede observarse en dicha figura, en ausencia del fósforo el efecto del nitrógeno tiende a ser depresivo y su tendencia es cuadrática. Por el contrario, en presencia de fósforo el efecto del nitrógeno es positivo o sea que tiende a aumentar la producción en forma significativa, siendo más pronunciado este efecto con la dosis de 100 Kg/Ha que con la de 200 Kg/Ha.

### **III. Efecto del potasio**

La aplicación del potasio tuvo apenas un efecto significativo en el incremento de la producción de grano de sorgo. En la Tabla 4 aparece la comparación entre la aplicación y no aplicación de este elemento.

**TABLA 4.** Efecto de la aplicación de potasio en la producción de grano de sorgo

Dosis Kg/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Aumento sobre el testigo %
0	2.987	0,00%
100	3.207	7,40%

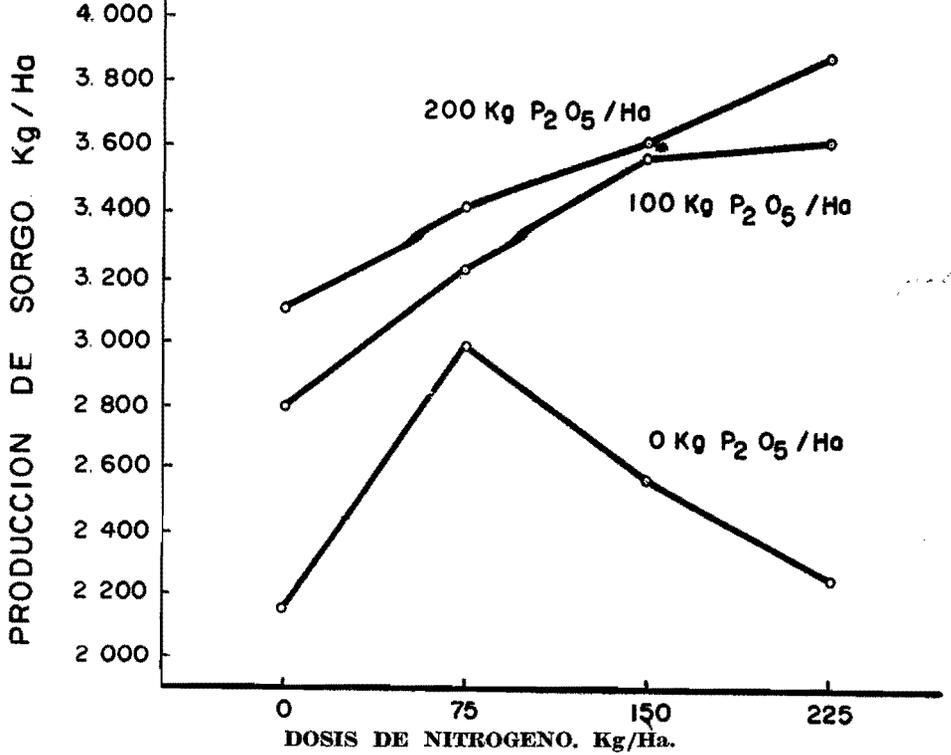


FIG. 3. Respuesta del sorgo granero al nitrógeno, en presencia de 3 dosis de fósforo ( $P_2O_5$ ).

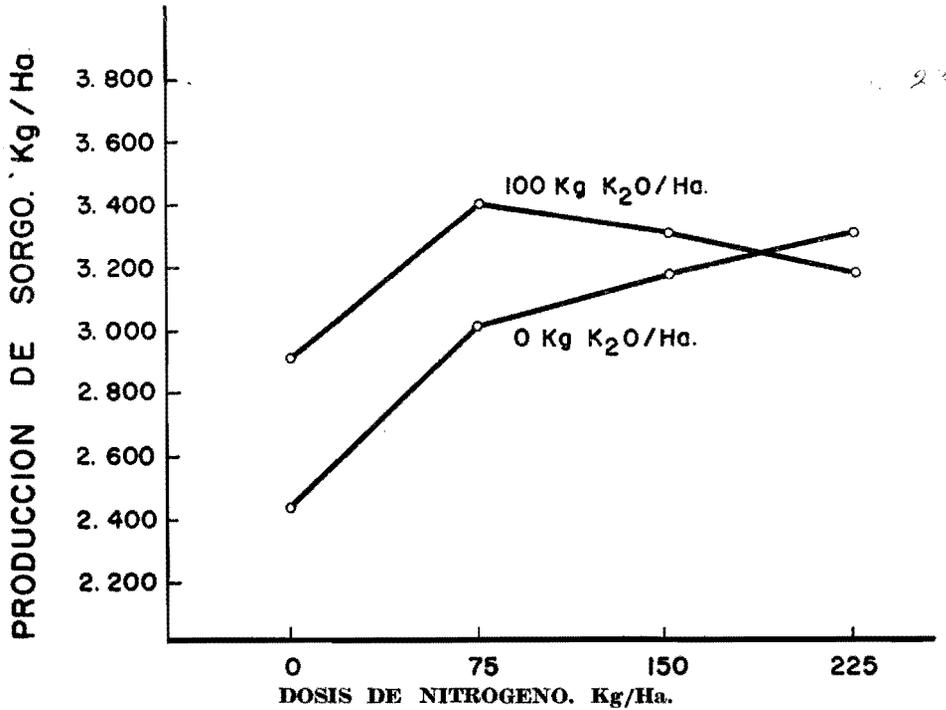


FIG. 4. Respuesta del sorgo granero a las aplicaciones de nitrógeno, en presencia y ausencia de potasio ( $K_2O$ ).

El resultado presentado en la Tabla 4, corrobora los obtenidos por otros autores<sup>7, 9</sup> en el sentido de que el potasio en general no es limitante para el cultivo del sorgo; además no era de esperarse mucha respuesta a su aplicación, por tratarse de un suelo con buen contenido del elemento.

### Interacción nitrógeno x potasio

El componente de interacción nitrógeno lineal x potasio fue significativo. Los coeficientes de regresión  $K_0 = 15,6$  y  $K_1 = 4,0$  indican que el incremento en la producción al aplicar nitrógeno es mayor en ausencia que en presencia de potasio; este efecto puede apreciarse en la figura 4.

Por su parte, el potasio y el fósforo actuaron en forma independiente. En ambos casos el efecto fue incrementar la producción de sorgo.

### LITERATURA CITADA

- 1 — Baser, B. L. *et al.* Effect of superphosphate on the uptake of micronutrients by sorghum and maize plants. *Journal Indian Society of Soil Science* 15(4):245-249. 1967.
- 2 — Blum, A. Effect of soil fertility and plant competition on grain sorghum panicle morphology and panicle weight components. *Agronomy Journal* 59(5):400-406. 1968.
- 3 — Burleson, C. A., Cowley, W. R. y Dacus, A. C. Fertilizing grain sorghum in the Lower Rio Grande Valley. College Station, Texas, Texas Agricultural Experiment Station. Bulletin MP-362. 1959.
- 4 — Chapman, H. D. Total exchangeable bases, p. 902-904. In Black, C. A. [ed], *Methods of soils analysis. Part 2.* Wisconsin, American Society of Agronomy. 1965.
- 5 — Chacón, O. Determinación del rendimiento y otras características agronómicas en híbridos de sorgo para grano. *Oriente Agropecuario (Venezuela)* 1(1):45-54. 1968.
- 6 — Kornerup, J. O. El cultivo de sorgo de grano. *Agricultura Tropical (Colombia)* 24(12):836-848. 1968.
- 7 — Leamer, R. W. Fertilizer trials on alfalfa, cotton and sorghum in New Mexico. State College, New Mexico State University. Agricultural Experiment Station. Bulletin 408. 1956.
- 8 — Littler, J. W. Nitrogen raises grain sorghum yield and proteins. *Queensland Agricultural Journal* 93(4):193-196. 1967.
- 9 — Malm, N. R. y Finkner, M. D. Fertilizer rates for irrigate grain sorghum on the High Plains. College Station, New Mexico State University. Agricultural Experiment Station. Bulletin 523. 1968.
- 10 — Mathers, A. C. *et al.* Relationship of nitrogen and grain sorghum yield under three moistened regions. *Agronomy Journal* 52(8):443-446. 1960.
- 11 — Murty, B. R. Response of hybrids of sorghum (Jowar) and *Penisetum* (Tagra) to nitrogen. *Indian Agricultural Research Institute* 5(1):149-157. 1967.
- 12 — Nelson, C. E. Effects of spacing and nitrogen applications on yield of grain sorghum under irrigation. *Agronomy Journal* 44(6):303-305. 1952.
- 13 — Nelson, Ch. F. Ensayo sobre el cultivo de sorgo granifero en Barinas. Proyecto MO-NACA, Venezuela, Consejo de Bienestar Rural. 1967.

- 14 — Olsen, S. R. y Dean, L. A. Phosphorus. p. 1035-1049. In Black, C. A. [ed], Methods of soil analysis. Part. 2. Wisconsin, American Society of Agronomy. 1965.
- 15 — Oropeza, H. Cultivo del Sorgo en Venezuela, progresos logrados con su cultivo. El agricultor venezolano 21(191):27. 1956.
- 16 — Pack, M. R. y Buchanan, D. E. Fertilization of grain sorghum in Cuny Country. New Mexico. Agricultural Experiment Station Research Report. 1955.
- 17 — Peech, M. Hydrogen-ion activity. p. 914-926. In Black, C. A. [ed], Methods of soil analysis. Part 2. Wisconsin, American Society of Agronomy. 1965.
- 18 — Piper, C. S. Soil and Plant Analysis. New York, Interscience. 1950.
- 19 — Porter, K. B., Jensen, M. E. y Slehen, W. H. The effect of row spacing fertilizer and planting rate on the yield and water use of irrigated grain sorghum. Agronomy Journal 52(8):431-434. 1960.
- 20 — Ramachandra, R. P. *et al.* Influence of nitrogen level and plant density on yield and yield components in hybrid sorghum "CSHI". Indian Journal of Agricultural Science 38(2):408-415. 1968.
- 21 — Ross, W. M. y Webster, O. J. Culture and utilization of grain sorghum. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture. Agriculture Information Bulletin 218. 1964.
- 22 — Salazar, A. Cómo cultivar sorgo para grano en Nicaragua. Managua, Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Servicio de Extensión en agricultura y ganadería. Circular 55. 1966.
- 23 — Taborda, F. Cuatro años de observaciones en sorgo granero en el Zulia. Maracaibo. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. 1966.
- 24 — Taborda, F. Avila, R. y Márquez, P. J. Observaciones sobre sorgos africanos en el Zulia, Venezuela. Variaciones en el contenido de humedad en sorgos graneros en el Zulia, Maracaibo. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. 1965.
- 25 — Thorp, J. y Smith, G. D. Higher categories of soil classification: Order, Suborder, and Great Soil Groups. Soil Science 67(2):117-126. 1949.
- 26 — U. S. Department of Agriculture. Soil classification. A comprehensive system 7th approximation. Washington, D. C., 1960.
- 27 — Venezuela. Ministerio de Obras Públicas. División de Edafología. Estudio agrológico complementario Asentamiento "Burro Negro", Estado Zulia. Caracas, 1965.
- 28 — Voight, R. L. El sorgo: planta alimenticia milenaria. La Hacienda 64(3):29-31. 1969.