

INFLUENCIA DE LA ADICION DE NITROGENO Y FOSFORO EN EL RENDI-
MIENTO DEL SORGO (Sorghum vulgare Pers.) PARA GRANO, EN LA
REGION DE CARBO, SONORA.

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Angel Sergio Tirado Maldonado.

Como requisito parcial para obte-
ner el título de Ingeniero Agróno
mo especialista en Fitotecnia.

Marzo de 1970.



EL SABER DE MIS DIJOS
HARA MI GRANDEZA
BIBLIOTECA DE LA
ESCUELA DE AGRICULTURA
Y GANADERIA

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	7
RESULTADOS.....	10
DISCUSION.....	15
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	17
BIBLIOGRAFIA.....	20

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Rendimiento del sorgo en kilogramos por parcela útil.....	10
Cuadro 2. Interpretación estadística. Método por totales.....	12
Cuadro 3. Diferencia entre totales de producción de los tratamientos con distintas dosis de nitrógeno y su valor estadístico de significación.....	12
Cuadro 4. Influencia de la fertilización nitrogenada en el porcentaje de proteína del grano.....	14

INTRODUCCION

El sorgo de grano es un cultivo cuya importancia económica no debe menospreciarse, pues representa una nueva fuente de ingresos para los agricultores además de contribuir a la diversificación de los cultivos.

La facilidad del sorgo para adaptarse a los trabajos agrícolas mecanizados, su resistencia a plagas y enfermedades, su exigencia de humedad igual que la del trigo y menor que la del algodón y su ciclo vegetativo corto, son cualidades que lo convierten en un valioso recurso para el mejor aprovechamiento de la tierra.

Las características vegetativas específicas de las distintas variedades de sorgo, hacen que algunas sean aprovechadas por su grano, otras como forraje, o bién de doble propósito y otras para la fabricación de escobas.

El grano de sorgo se utiliza principalmente para engorda de ganado y aves de corral, aunque también puede utilizarse en la alimentación humana ya que el valor nutritivo del grano del sorgo producido por los nuevos híbridos es semejante o casi igual a la del maíz (1).

La región agrícola de Carbó, Sonora, se ha caracterizado principalmente como buena área productora de sorgo, aunque también se cultiva trigo, algodón, alfalfa y recientemente el cultivo de la vid.

No obstante que la práctica de fertilización nitrogenada es común, no existe una base experimental sobre dosis

de aplicación. Por otra parte, no se tiene ninguna experiencia sobre los resultados que se pueden tener con aplicaciones de fósforo tanto solo como combinado.

De acuerdo con lo anterior, se planeó el presente trabajo con el fin de determinar la influencia de las aplicaciones de nitrógeno y fósforo en el rendimiento de sorgo para grano, bajo las condiciones existentes en la región de Carbó, Sonora.

LITERATURA REVISADA

Las necesidades nutricionales del sorgo para una producción promedio de cuatro toneladas de grano por hectárea han indicado que requiere alrededor de 123 Kgs. de nitrógeno, 48 Kgs. de fósforo y 118 Kgs. de potasio por hectárea (5). Como se observa, el sorgo es un cultivo que requiere altas cantidades de nitrógeno y el cual en algunas ocasiones ha respondido a aplicaciones de fósforo. El nitrógeno, es el elemento fertilizante más usado. Este puede aplicarse antes de la siembra o al momento de la misma, colocando el fertilizante a ambos lados de la semilla y ligeramente abajo o mezclado en el agua de riego. Sin embargo, en el cultivo del sorgo, la mayoría de los fertilizantes son más efectivos si se aplican cuando las plantas están pequeñas o en desarrollo activo. La colocación del fertilizante es un factor que hay que tomar en consideración puesto que las semillas en germinación pueden ser dañadas si se aplican concentraciones muy altas de fertilizante y muy cerca de éstas.

Así mismo se ha indicado que el sorgo para grano no ha respondido a aplicaciones de fertilizantes en suelos muy productivos como los del Oeste de Kansas, Nebraska y Colorado en Estados Unidos, excepto en años húmedos (10).

En la estación experimental cerca de Denton, Texas, los resultados de cuatro años de estudio indicaron que los rendimientos de sorgo de grano se incrementaron mediante

la aplicación de 30 a 60 kilogramos de nitrógeno por hectárea y que la combinación de 30 Kgs. de fósforo por hectárea con 30, 60 y 90 Kgs. de nitrógeno dió como resultado incrementos adicionales en el rendimiento (9).

En Oklahoma, E.U.A., se efectuó un experimento para estudiar la influencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de sorgo para grano variedad OK-612; encontrándose que la combinación 80-90-40 fue la que dió máximo rendimiento. Esta aplicación se hizo en banda, al momento de la siembra y a un lado de la semilla (2).

En pruebas de campo realizadas durante un período de 3 años en Nuevo Mexico con la variedad RS-610 y en las cuales se hicieron aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio y la combinación de ellos, se encontró que los máximos rendimientos se obtuvieron con 180 Kgs. de nitrógeno por hectárea. El rendimiento se aumentó a medida que se aumentaron las dosis de fósforo de 0 a 70 Kgs. por hectárea (6).

En Kansas, se han obtenido los rendimientos más altos con aplicaciones de 80 a 90 Kgs. de nitrógeno por hectárea y la fertilización fosfórica no ha tenido ningún efecto significativo en el rendimiento. Los resultados de estos experimentos indican que la máxima respuesta a la aplicación de nitrógeno se obtiene si el sorgo al cual no se le hace ninguna aplicación de este elemento produce menos de 3 toneladas por hectárea. Si la producción de sorgo al cual no se le adiciona ninguna cantidad de nitrógeno es mayor de 4 toneladas por hectárea, la aplicación de nitró-

geno produce solamente un pequeño incremento en el rendimiento (4).

Pancholy y Singh establecen que bajo las condiciones de la India la absorción de fósforo por el sorgo se incrementa mediante la aplicación de nitrógeno arriba de 75 Kgs. por hectárea y de fósforo arriba de 45 Kgs. por hectárea, ya que la máxima absorción de fósforo es entre los 15 y 30 días después de la germinación (11).

Una serie de pruebas efectuadas en Texas para estudiar la época y cantidad de nitrógeno en suelos de textura migajón-arenoso y migajón-arcilloso se obtuvieron los siguientes resultados: El amoniaco aplicado en un suelo migajón-arenoso, se convierte en nitrato pudiéndose lixiviar cantidades muy apreciables de la zona radicular por efecto del agua. Consecuentemente, en suelos migajón-arenoso el nitrógeno deberá ser aplicado después del riego de pre-siembra o en banda a un lado del surco y ligeramente abajo. Las aplicaciones divididas no fueron tan efectivas como cuando se aplicó la totalidad del nitrógeno en banda a un lado del surco y ligeramente abajo. La aplicación de nitrógeno en un suelo de textura migajón-arcilloso antes de la incorporación del rastrojo del sorgo es tan efectiva como cuando se aplica en banda a un lado del surco y ligeramente abajo. Los resultados de varios experimentos han indicado que en este tipo de suelos no hay lixiviación muy grande de nitrógeno de la zona radicular y de hecho el nitrógeno que no es utilizado por las plantas se acumula año

con año (8).

En Nuevo Mexico utilizando la variedad NK-310 se han obtenido los máximos rendimientos con una aplicación de 213 Kgs. de nitrógeno por hectárea y con fósforo el máximo se ha obtenido con 40 Kgs. por hectárea (13).

En experimentos efectuados en Nuevo Mexico se ha encontrado que a medida de que la dosis de nitrógeno se aumentaba se incrementaba el rendimiento hasta un máximo pero a partir de este punto los aumentos subsecuentes de este elemento dieron como resultado disminuciones en el rendimiento (10).

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Rancho "Atiba" localizado a 8 kilómetros al noroeste de la población de Carbó, Sonora.

El terreno en el que se efectuó este experimento se analizó previamente de acuerdo con las técnicas requeridas (5). Los resultados del análisis indicaron una textura migajón-arenosa (Arena=62%, limo=21%, arcilla=17%) con 27% de saturación; un pH=7.4, materia orgánica 1.0%, C.E. 1.2 mmhos/cm. a 25°C. Esto nos indica que se trata de un suelo ligeramente alcalino y sin problemas de sales. Su contenido de nitrógeno fue de 18 ppm. y fósforo 61 ppm., lo que se considera un suelo moderadamente fértil. Es necesario mencionar que el terreno en que se llevó a cabo este experimento estaba recién abierto al cultivo no habiéndose hecho anteriormente siembra de ningún tipo.

Las labores de cultivo se efectuaron de acuerdo con una explotación comercial; la siembra se efectuó el 19 de abril de 1969 habiéndose hecho a mano cuando el terreno presentó las condiciones adecuadas de humedad. La variedad utilizada fue el híbrido NK-Savanna con una densidad de siembra de 18 Kgs. por hectárea. La aplicación del fertilizante se efectuó a los 20 días después de la emergencia, a mano, en banda, a un lado del surco y a una profundidad de 15 cms.

En el transcurso de este experimento se efectuaron un

total de 5 riegos; uno de pre-siembra y cuatro de auxilio.

Los tratamientos que se compararon fueron: Nitrógeno en dosis de 0, 60, 120, 180, 240, 300 y 360 Kgs. por hectárea; fósforo en dosis de 0, 100 Kgs. por hectárea y sus combinaciones. Las fuentes de los fertilizantes usados fueron Urea (46% N) y Superfosfato triple (46% P).

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con catorce tratamientos y cuatro repeticiones. Se formaron un total de cincuenta y seis parcelas, cada una de ellas con cinco surcos de 8 Mts. de longitud y una separación entre surcos de 0.75 Mts. Para el rendimiento se consideró como parcela útil a los tre surcos centrales eliminándose 1 metro de cada extremo.

En el tiempo que duró el experimento se presentó problema de quelite (Amaranthus sp.) utilizándose para su control el herbicida Gesaprim (2-cloro-4-etilamino-6-isopropilamino-5-triazine) en dosis de 1.5 Kgs. de ingrediente activo por hectárea. Sin embargo, fue necesario hacer dos cultivos con gente para eliminar el problema de esta maleza.

A principios de estación se tuvo una infestación leve de gusano cogollero Spodoptera frugiperda (Smith), pero no se ameritó aplicación de insecticida. Posteriormente después de la emergencia de las panojas se tuvo una infestación de pulgón (Homóptera:Aphididae) utilizándose para su control malathion 57%, concentrado emulsificable (0,0-dimetil-S-1,2,dicarboxietil-fosforoditioato) en dosis de 3 li-

tros por hectárea del compuesto comercial.

Durante la emergencia de las panojas se presentó en forma aislada la enfermedad conocida como carbón de la panoja causada por el hongo Sphaceloteca reiliana.

Una vez obtenidos los rendimientos de grano se procedió a hacer el análisis estadístico para la comparación de los tratamientos.

Como un complemento de este trabajo se hizo análisis de proteína en el grano.

RESULTADOS

Después de efectuarse la cosecha se pesó la semilla por parcela útil, obteniéndose los valores comprendidos en el Cuadro 1. Con estos valores se procedió a la interpretación estadística por el método de los totales.

Cuadro 1. Rendimiento del sorgo en kilogramos por parcela útil.

Tratamientos	I	II	III	IV	Total Tratamientos
0-0-0	4.915	3.610	5.820	5.620	19.965
60-0-0	5.385	4.840	3.630	11.070	24.925
120-0-0	4.330	5.520	4.010	7.060	20.920
180-0-0	4.090	2.700	5.100	3.835	15.725
240-0-0	5.710	2.290	4.420	3.430	15.850
300-0-0	4.150	3.515	3.390	4.470	15.525
360-0-0	2.090	2.280	3.530	4.680	12.580
0-100-0	9.570	7.671	6.510	6.935	30.686
60-100-0	4.085	5.809	7.447	5.895	23.236
120-100-0	5.391	5.385	5.060	5.730	21.566
180-100-0	3.423	3.630	2.810	3.830	13.693
240-100-0	3.415	3.400	5.370	4.485	16.670
300-100-0	5.810	2.375	4.520	4.365	17.070
360-100-0	3.880	4.835	3.400	2.450	14.565
Total Repeticiones	66.244	57.860	65.017	73.855	262.976

El análisis estadístico del experimento (Cuadro 2) nos indica que la varianza del factor tratamientos es altamente

significativa. Esto indica que existe 99% de confianza de que hay diferencia entre los tratamientos y que las diferencias observadas en la producción de los distintos trata mientos no son debidas al azar, sino a la diferencia entre ellos.

En el mismo cuadro podemos observar que hay diferencias altamente significativas con respecto al nitrógeno. Esto significa que las diferencias observadas en la producción son debidas a las diferentes dosis utilizadas.

Como no hubo diferencias significativas entre las par celas tratadas y las no tratadas con fósforo, podemos concluir que las diferencias observadas entre ellas son debidas única y exclusivamente al azar.

Debido a que la interacción nitrógeno-fósforo no fue significativa, se puede concluir que las diferencias obtenidas entre las distintas combinaciones de nitrógeno y fós foro no son debidas a las diferencias entre los tratamien tos. Además como no hay significancia entre bloques nos indica que no hay mucha heterogeneidad en el suelo y que las diferencias que pudieran existir entre ellas son debidas al azar.

Cuadro 2. Interpretación estadística. Método por totales.

Factor	SC	GL	Varianza	F	0.05	0.01
General	162'414,071	55				
Bloques	9'194,594	3	3'064,864	1.696	2.85	4.34
Tratam.	82'772,035	13	6'367,079	3.524	2.02	2.69
N	66'602,316	6	11'100,386	6.145	2.35	3.32
P	2'569,715	1	2'569,715	1.422	4.10	7.35
Int. NXP	13'600,004	6	2'266,667	1.25	2.35	3.32
Error	70'447,442	39	1'806,344			

Respecto a la influencia de la dosis de nitrógeno en la producción de sorgo se puede observar claramente en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Diferencia entre totales de producción de los tratamientos con distintas dosis de nitrógeno y su valor estadístico de significación.

Dosis de N Kg./Ha.	Totales	\bar{X}	0.05
0	50.651	6.331	
60	48.161	6.020	
120	42.486	5.310	
300	29.418	4.074	
240	32.520	4.065	
180	32.595	3.677	
360	27.145	3.393	

Al observar el Cuadro 3 se puede notar que las producciones obtenidas en los tratamientos con 0, 60 y 120 Kgs. de nitrógeno por hectárea, son máximas y estadísticamente iguales entre sí pero diferentes significativamente a los tratamientos 180, 240, 300 y 360 Kgs. de nitrógeno por hectárea siendo éstos últimos a su vez estadísticamente iguales entre ellos.

Como un complemento para este trabajo se hicieron análisis de proteína en el grano para los diferentes tratamientos, habiéndose notado que la fertilización tuvo bastante influencia en el aumento del porcentaje de proteína (Cuadro 4). En el tratamiento en que no se hizo aplicación de fertilizante se tuvo un porcentaje de proteína de 7.0 habiendo aumentado conforme iban aumentando las dosis de nitrógeno hasta obtener un máximo de 14.8% con la dosis más alta de nitrógeno.

Cuadro 4. Influencia de la fertilización nitrogenada en el porcentaje de proteína del grano.

Lote	Tratamientos		% de Proteína
	N	P	
A	0	0	10.7
B	60	0	11.6
C	120	0	10.9
D	180	0	12.2
E	240	0	11.2
F	300	0	13.5
G	360	0	14.4
H	0	100	7.0
I	60	100	9.6
J	120	100	11.3
K	180	100	13.3
L	240	100	13.5
M	300	100	14.0
N	360	100	14.8

DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede observar que la producción máxima se obtuvo en el tratamiento al que no se le hizo ninguna aplicación de nitrógeno. Notándose además que conforme iban aumentando los niveles de nitrógeno los rendimientos iban disminuyendo. Estos resultados no están de acuerdo con los obtenidos por Rich (1967); Chrudimsky et al (1966) y Ross y Webster (1960) quienes han encontrado que las adiciones de nitrógeno no han dado como resultado aumentos en la producción. Sin embargo concuerdan en parte con los obtenidos por Turner y Page (12) y Méndez (7), los cuales han encontrado que en lechuga, conforme se iban aumentando los niveles de nitrógeno los rendimientos no resultaban concordantes con las cantidades aplicadas de fertilizante, dando la impresión que se llegaría a un punto en el cual el cultivo no respondería a niveles más altos de fertilización.

Respecto a la influencia del fósforo en la producción, en este trabajo no hubo diferencias entre aplicar y no aplicar. Estos resultados difieren de los obtenidos por Rich (1967); Malm y Finkner (1969) y Williams Gledhill (1968) los cuales reportan que la adición de fósforo ha aumentado los rendimientos de grano.

El hecho de que no se hayan obtenido aumentos en producción mediante la aplicación de nitrógeno y fósforo se

debe probablemente a que el experimento se llevó a cabo en un suelo recién abierto al cultivo y consecuentemente fértil. Esto puede confirmarse por los resultados obtenidos en el análisis de suelo el cual nos indica, que las cantidades de nitrógeno y fósforo presentes (18 ppm. y 61 ppm. respectivamente) corresponden a las de un suelo sin deficiencia de estos elementos.

Estos resultados pueden ser reforzados por los obtenidos por Ross y Webster (1960) los cuales han encontrado que el sorgo de grano generalmente no responde a la aplicación de fertilizante en suelos muy productivos como los del oeste de Kansas, Nebraska y Colorado.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo experimental fue el de tratar de determinar cual es la dosis óptima de nitrógeno así como también el efecto de la adición de fósforo en la producción de sorgo de grano bajo las condiciones existentes en la Región de Carbó, Sonora.

Este experimento se efectuó en el Rancho "Altiba", propiedad del Sr. Alfonso Tirado B. durante el ciclo agrícola 1969.

El suelo indicó una textura migajón-arenoso (Arena=62%, limo=21%, arcilla=17%), pH=7.4, M.O.=1.0% y una C.E. 1.2 mmhos/cm. a 25°C; el contenido de nitrógeno en el suelo fue de 18 ppm. y el de fósforo de 61 ppm. La siembra se efectuó el 19 de Abril de 1969 habiéndose hecho a mano cuando el terreno presentó las condiciones adecuadas de humedad. La variedad utilizada fue el híbrido NK-Savanna con una densidad de siembra de 18 Kgs. por hectárea. La aplicación de fertilizante se efectuó 20 días después de la emergencia a mano, en banda a un lado del surco y a una profundidad de 15 cms. Las fuentes de los fertilizantes usados fueron Urea (46% N) y Super fosfato triple (46% P).

Los tratamientos probados fueron: Nitrógeno en dosis de 0, 60, 120, 180, 240, 300 y 360 Kgs. por hectárea; fósforo en dosis de 0 y 100 Kgs. por hectárea y sus combinaciones.

El diseño experimental fue de bloques al azar con 14

tratamientos y 4 repeticiones; con el fin de mantener libre de malezas el cultivo se hizo una aplicación del herbicida Gesaprim y posteriormente dos deshierbes. Para controlar el pulgón se hizo una aplicación de insecticida con Malathion 57%. Durante la emergencia de las panojas se presentó en forma aislada la enfermedad conocida como carbón de la panoja.

Los resultados obtenidos según la interpretación del análisis estadístico del experimento indica que hay diferencias significativas entre ellos; es decir las diferencias observadas en la producción de los distintos tratamientos no son debidas al azar sino a la acción de las diferentes cantidades de nitrógeno aplicadas. Como no hubo diferencia significativa entre las parcelas tratadas y las no tratadas con fósforo se puede concluir que las diferencias observadas entre ellos son debidas exclusivamente al azar.

Las producciones máximas se obtuvieron con los tratamientos de 0, 60 y 120 Kgs. de nitrógeno por hectárea siendo éstos estadísticamente iguales entre sí pero significativamente diferentes a los tratamientos 180, 240, 300 y 360 Kgs. de nitrógeno por hectárea, siendo éstos a su vez estadísticamente iguales entre ellos.

Se observó también que a medida que se iban aumentando los niveles de nitrógeno, los rendimientos iban disminuyendo. La producción máxima se obtuvo en el tratamiento con 0 Kgs. de nitrógeno y la mínima producción se obtuvo

con el tratamiento en el que se aplicó la dosis más alta.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento se concluye que:

1ª) La aplicación de nitrógeno no tuvo ningún efecto en el aumento de la producción de grano de sorgo.

2ª) La adición de fósforo al suelo no tuvo ningún efecto en la producción.

3ª) Los mejores niveles de nitrógeno fueron 60 y 120 Kgs. de nitrógeno por hectárea, pero éstos a su vez fueron estadísticamente iguales al testigo (0 Kgs. de nitrógeno por hectárea).

Se recomienda efectuar experimentos semejantes al presente trabajo con el fin de tener conocimiento más preciso sobre la influencia de los fertilizantes en el rendimiento de sorgo para grano. Sin embargo debe evitarse el establecimiento de futuros experimentos en suelos recién abiertos al cultivo para determinar con exactitud la influencia real de los fertilizantes.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Angeles, H. H., E. Zerpa y G. Palacios. Sorgo para la Región Lagunera. Agricultura Técnica en México, Vol. II(2):64-68. 1962.
- 2) Chrudimsky, W. W., R. Foraker and W. Fuller. Sorghum fertilization Research Progress Report. Oklahoma State University. Agric. Exp. Sta. Still Watter. P-564. 1966.
- 3) De La Loma, J. L. Experimentación agrícola. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México, D.F.
- 4) Herron, G. M. and A. B. Erhart. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on the yield of irrigated grain sorghum in Southwestern Kansas. Agronomy Journal, 52(9):499-501. 1960.
- 5) Huerta, R. Apuntes de fertilización. (Mimeografiado sin publicar). E.A.G. Universidad de Sonora. 1967.
- 6) Malm, N. R., M. D. Finkner. Fertilizer rates for irrigated grain sorghum in the high plains. New Mexico State University. Agric. Exp. Sta. Bull. 523. 1968. (Original no consultado, Extractado de Field Crop Abstracts, 22(1): 36. 1969.).
- 7) Méndez, P., P. Respuesta de la lechuga (Lactuca sativa L.) a diferentes niveles de nitrógeno. (Tesis mimeografiada) E.A.G. Universidad de Sonora. p. 12. 1969.
- 8) Onken, A. B. and W. Robertson. Time and rate of nitrogen application on grain sorghum. Progress Report Texas A&M University. Texas Agric. Exp. Sta. PR-2534. 1968.
- 9) Rich, P. A. Nitrogen and phosphate effects on sorghum grain yields. Texas A&M University. Texas Agric. Exp. Sta. PR-2507. 1967.
- 10) Ross, W. M. and O. J. Webster. Culture and utilization of grain sorghum. U. S. Department of Agriculture. Agriculture Information. Bull. 218. 1960.

- 11) Singh, R. M. and S. K. Pancholy. Uptake of phosphorus by Sorghum vulgare Pers. as affected by nitrogen and phosphorus application. Madras Agric. J. 54(10):512-517. (Original no consultado, Extractado de Field Crop Abstracts, 21(3):242. 1968).
- 12) Turner, F. and C. G. Page. Effects of nitrogen and phosphorus on the production of lettuce in the Kansas settlement area. University of Arizona. Agric. Exp. Sta. Tucson. Report No. 182. p. 11. 1959.
- 13) Williams, D. H. and B. H. Gledhill. Fertilization of irrigated grain sorghum. New Mexico State University. Agric. Exp. Sta. Bull. 532. 1968.

RIS. T. 289