

FERTILIZACION NITROGENADA NO FRACCIONADA EN SORGO DE GRANO,

(Sorghum bicolor L. (Moench))

Por

OTTHAR CUELLO CASTILLO

ROBERTO QUIROZ HERNANDEZ

Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar
al título de :

INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis : JAIME CRISSIEN I.A. M.Sc.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA

"GABRIEL GARCIA MARQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

SANTA MARTA

1983



12513

7-5
G-I.A 00276
© 9/1-1

"Los Jurados Examinadores del Trabajo de Tesis, no serán res
ponsables de los conceptos e ideas emitidas por los aspiran
tes al Título".

DEDICO A :

MIS PADRES

MI HIJA

MI HERMANO

MIS AMIGOS

OTTMAR CUELLO

DEDICO:

DEDICO ESTE TRABAJO DE TESIS A MIS PADRES, QUIENES CON SUS
ESFUERZOS HICIERON POSIBLE ESTE TRIUNFO.

A MIS HIJOS ROBERTO Y MARIO

A MIS HERMANOS

A MIS SOBRINOS

A MIS TIOS EN ESPECIAL GUILLERMO

A LA MEMORIA DE MI TIA MICAELA

A MIS PRIMOS

A MI SUEGRA

A MI CUÑADA NORYS DE PEINADO

A MIS AMIGOS

ROBERTO DE J. QUIROZ HZ.

AGRADECIMIENTOS A:

JAIME CRISSIEN ESCORCIA I.A. M.Sc.

JORGE GADBAN REYES I.A.

JOSE LEONARDO DELGADO VANEGAS I.A. M.Sc.

SRA. GLERYS DE LA HOZ D. (Secretaria)

ADALBERTO GOMEZ JOLY I.A. Y TRABAJADORES DE GRANJA EN GENERAL.

TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA COLABORARON
PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

LOS AUTORES.

CONTENIDO



CAP.		PAG.
I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA	3
III	MATERIALES Y METODOS	8
	3.1. Descripcion del Area	8
	3.1.1. Ubicación Geográfica	8
	3.1.2. Características Generales del Area	8
	3.2. Desarrollo del Estudio	9
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	12
V.	CONCLUSIONES	29
VI.	RESUMEN	30
	SUMMARY	31
VII.	BIBLIOGRAFIA	32
	APENDICE	34

INDICE DE CUADROS

	PAG.
CUADRO 1. RENDIMIENTO EN Kg/Ha. (Humedad 13.24%) PARA SORGO DE GRANO, EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL ENSAYO.	13
CUADRO 2. PESOS DE GRANOS DE SORGO POR PANOJAS EN GRAMOS PARA CADA UNO DE LOS TRATA - MIENTOS DEL ENSAYO.	15
CUADRO 3. ALTURA EN CMS. A LOS 45 DIAS DE GERMI NADO EL CULTIVO, EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.	17
CUADRO 4. ALTURA EN CMS. A LOS 75 DIAS DE GERMI NADO EL CULTIVO, EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.	18
CUADRO 5. ALTURA EN CMS. A LA RECOLECCION DE SORGO DE GRANO, PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL ENSAYO.	19

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
FIGURA 1. TOMA DE NUTRIMENTOS EN RELACION CON EL PESO SECO.	7
FIGURA 2. VISTA PARCIAL DEL ENSAYO	21
FIGURA 3. NITROGENO INCORPORADO ANTES DE SIEM- BRA. BLOQUE I.	22
FIGURA 4. NITROGENO APLICADO DIEZ DIAS DESPUES DE LA GERMINACION. BLOQUE I.	23
FIGURA 5. NITROGENO APLICADO VEINTE DIAS DES - PUES DE LA GERMINACION. BLOQUE I.	24
FIGURA 6. DOSIS DE NITROGENO FRACCIONADA: 50% ANTES DE SIEMBRA y 50% DESPUES DE LA GERMINACION. BLOQUE I.	25
FIGURA 7. VISTA EN PERSPECTIVA DEL BLOQUE I.	26
FIGURA 8. VISTA EN PERSPECTIVA DEL BLOQUE II.	27
FIGURA 9. PARCELA DEL BLOQUE IV. PARCIALMENTE AFECTADA POR SALINIDAD. NOTESE LA DIFE RENCIA EN EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS.	28

INDICE DE APENDICE

	PAG.
APENDICE 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIEN <u>TO</u> .	34
APENDICE 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO POR PANOJA	36
APENDICE 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA EN CENTIMETROS A LOS 45 DIAS DE GERMINA <u>DO</u>	38
APENDICE 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA EN CENTIMETROS A LOS 75 DIAS DE GERMINA <u>DO</u> .	40
APENDICE 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA EN CENTIMETROS A LA RECOLECCION	42
APENDICE 6. CORRELACION ENTRE PESO EN GRAMOS POR PANOJA Y RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA.	44

	PAG.
APENDICE 7. CORRELACION ENTRE ALTURA A LA RECOLECCION EN CENTIMETROS Y PESO POR PANOJA EN GRAMOS.	46
APENDICE 8. CORRELACION ENTRE ALTURA DE PLANTAS A LA RECOLECCION EN CENTIMETROS Y RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA.	47

I. INTRODUCCION



La fertilización nitrogenada es la más utilizada en la mayoría de cultivos, especialmente si se trata de cereales y con mayor razón cuando es en el trópico, por tanto, es la que demanda más tiempo y dinero en cuanto a fertilizantes se refiere.

En el cultivo del sorgo, los fertilizantes nitrogenados son frecuentemente utilizados ya que los suelos donde generalmente se cultiva, poseen un bajo contenido materia orgánica y se requiere de la adición de este nutrimento para obtener producciones rentables.

Para la aplicación del nitrógeno, algunos se inclinan por el fraccionamiento de la dosis en dos épocas, en virtud de la movilidad del mismo, pero esta forma de aplicación además de quitarle simplicidad a la labor, necesita más repliegue humano y aumenta el costo de la fertilización.

Otros prefieren no fraccionar la dosis, aplicando el fertilizante después de germinado el cultivo, aproximadamente al mes de la germinación. Este tipo de aplicación puede

dar buenos resultados en suelos que no sean muy bajos en materia orgánica, pero puede limitar el desarrollo inicial del cultivo en suelos de bajo contenido de materia orgánica, ya que los sorgos que actualmente se siembran son de ciclo vegetativo corto.

Este ultimo tipo de aplicación es el más empleado por los agricultores sorgueros, porque es más simple y porque durante este tiempo, las lluvias proporcionan al suelo suficiente humedad para efectuar la fertilización, sobre todo en aquellas regiones donde no se utilizan otros sistemas de riegos.

Por las anteriores razones se planeó este experimento, con el objetivo de evaluar diferentes épocas de aplicación de fertilizante nitrogenado, no fraccionando la dosis, para determinar cual incide mejor en la producción.

II. REVISION DE LITERATUA

Las necesidades del sorgo, según García (8), en cuanto a fertilizantes son similares a las del maiz a igualdad de producción. Para producciones del orden de 8.000 Kg/Ha. un abonado adecuado consistente en utilizar 1.000 Kg/Ha. de 15-15-15, en abonado de fondo y 200 Kg/Ha. de úrea ó 300 Kg/Ha. de nitrato amónico cálcico del 33%, según la marcha del cultivo y las disponibilidades de agua.

La A.I.D. (1), dice en su manual de cosechas de campos en el trópico y subtrópico que bajo riego, ó cuando las lluvias son razonablemente abundantes, se han obtenido respuestas a aplicaciones hasta de 100 Kg/Ha. de nitrógeno, el nitrógeno puede ser aplicado antes de la siembra. En condiciones de altas precipitaciones la posibilidad de pérdidas del nitrógeno a través del suelo se incrementa y puede ser más ventajoso aplicar la mitad del fertilizante antes de la siembra y el resto justo antes de la floración. En regiones donde la humedad es un factor limitante, pequeñas cantidades son más económicas, bajo algunas condiciones puede no haber respuestas al nitrógeno.

Las necesidades nutricionales de los sorgos híbridos se asemejan a la de los maíces híbridos dice Gros (10), recomendando 100 Kg/Ha, de N; 100 de P. y 100 Kg/Ha. de K. y que estos solo pueden fraccionarse cuando se trata de cultivos bajo riego.

Cassalet y Otros (3), reportan respuestas espectaculares del sorgo a las aplicaciones de nitrógeno, especialmente en la Costa Atlántica, Tolima y Huila. Las dosis varían de 100 a 150 Kg/Ha, de N. según el análisis de suelo efectuado, aplicando la mitad al momento de la siembra y la otra mitad los 25-35 días después de germinado.

En una revisión de literatura sobre fertilización de sorgo en los trópicos latinoamericanos Sánchez (19), informa que en las tierras altas andinas y los Valles de Centroamérica y Colombia, las aplicaciones de nitrógeno a menudo incrementan los rendimientos. Se han reportado incrementos más de diez veces en relación al testigo. La magnitud de la respuesta varía según la altura, la especie y la distribución de las lluvias.

El ICA. (11), reporta no haber obtenido respuesta a la ferti

lización nitrogenada en experimentos realizados en Santander.

Una planta de sorgo consume el 55% del nitrógeno total de sus necesidades durante los dos primeros meses de vida, para la época de formación del grano sus requerimientos llegan hasta un 60% según Céspedes (4).

Roy y Wright (13), encontraron que la mayor absorción de nitrógeno ocurre durante los 35 a 42 días y durante los 70 a 90. Por tanto es necesario proveer al suelo de esos nutrientes, en forma asimilable, previamente y durante esos períodos de absorción rápida.

En investigaciones efectuadas en Barinas (Venezuela), Cooke (6), informa que los mayores beneficios se consiguieron con aplicaciones de 100 Kg/Ha. de N. además de P, K y S. También dice que en suelos tropicales son pocos los estudios realizados sobre fertilización en sorgo, la cual varía de región a región.

Marín (14), recomienda que en suelos muy arenosos o sometidos a irrigación, las aplicaciones de nitrógeno deberían ser fraccionadas para permitir un adecuado suministro de este

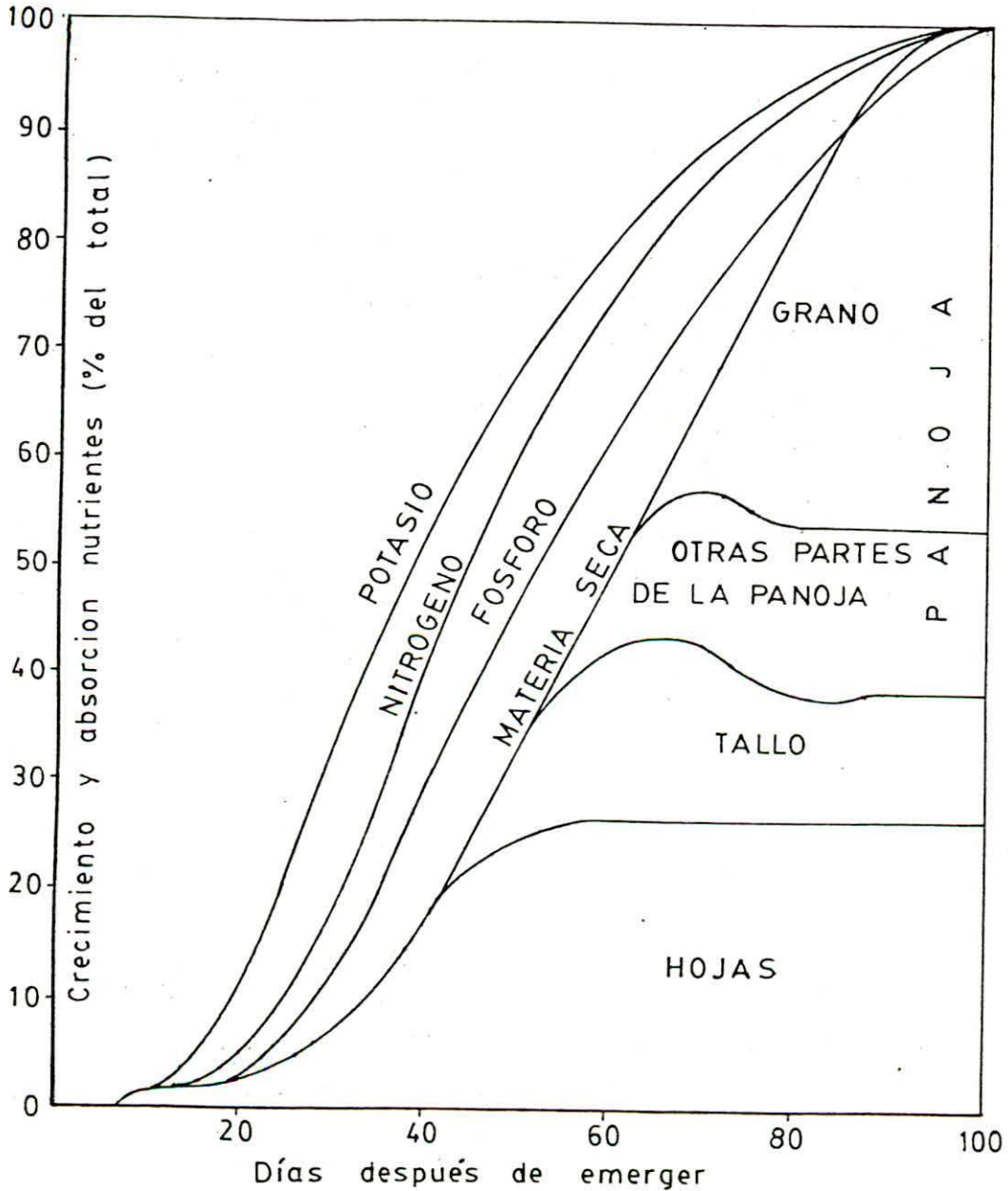
elemento durante todo el desarrollo de la planta. Si se aplica todo el nitrógeno en el momento de la siembra, las pérdidas por lixiviación pueden limitar la disponibilidad de este elemento para futuras necesidades del cultivo.

En el Valle del Cauca, se han obtenido rendimientos comerciales de más de 5 toneladas/Ha. con aplicaciones de fertilizantes nitrogenados a los 30 días de germinado el cultivo, según reporte de Fenalce (7).

Marín, León y Marín et al. (13,15,16), recomiendan dosis entre 100 y 145 Kg/Ha. de urea, aplicados aproximadamente dos semanas antes de la floración, acompañada de una fertilización basal de un compuesto como 10-20-20, 10-30-10, 14-14-14 ó 5-5-20 según el análisis del suelo.

Las plantas del sorgo comienzan la absorción del nitrógeno desde muy temprano, siguiendo absorbiéndolo en forma ascendente hasta completar el 100% con la madurez de la planta, bajo estas consideraciones, Semillas Valles (20), recomienda fraccionar las dosis de nitrógeno en dos: Una parte entre 15-20 días de germinado y la otra aproximadamente a los 30 días.

FIGURA 1. TOMA DE NUTRIMENTOS EN RELACION
CON EL PESO SECO.



Fuente: Desarrollo de una planta de sorgo y algunas consideraciones sobre su manejo. Semillas Valle. boletín informativo.

III. MATERIALES Y METODOS



3.1. Descripción del Area.

3.1.1. Ubicación Geográfica. El ensayo se efectuó en la Granja Experimental de la Universidad Tecnológica del Magdalena "Gabriel García Marquez", situada en el Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, durante el primer semestre de 1.983.

Las coordenadas geográficas correspondientes a esta zona son las siguientes: $74^{\circ} 07'$ y $74^{\circ} 12'$ de Longitud Oeste y $11^{\circ} 11'$ y $11^{\circ} 15'$ de Latitud Norte (12).

3.1.2. Características Generales del Area. Este lugar está situado a 14 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 28.6°C . y una precipitación anual de 674.4 mm (12). La topografía es plana y la zona ésta influenciada por los vientos alisios del Noroeste.

El suelo presenta las siguientes características:

		<u>*Milieq/100 gr. de suelo</u>							
% M.O	- P _{pp}	- pH	- K	- Ca	- Mg	- Na	- C.I.C.	Tex.	
1.5	17.8	7.8	0.84	11.2	4.2	0.60	16.8	Ar.A.	

3.2. Desarrollo del Estudio.

Durante el ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 5 replicaciones, pero se suprimió el bloque V porque las parcelas fueron seriamente afectadas por parches salinos y pájaros, quedando el experimento solamente con 4 replicaciones, donde se evaluaron 4 épocas de aplicación de nitrógeno, en dosis no fraccionada, contra una dosis fraccionada; los tratamientos fueron los siguientes:

- T₁ : 100% Incorporado antes de la siembra
- T₂ : 100% En bandas superficiales 10 días después de germinado.
- T₃ : 100% En bandas superficiales 20 días después de germinado.
- T₄ : 100% En bandas superficiales 30 días después de germinado.
- T₅ : 50% Incorporado antes de la siembra y 50% en bandas superficiales 30 días después de la germinación.

 * Comunicación personal del I.A. Msc. Jaime A. Crissien.
 Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta, 1983.

La dosis utilizada fue de 150 Kg/Ha. de nitrógeno, en forma de úrea, para todos los tratamientos.

El tamaño de las parcelas fué de 6 m. de largo por 2 m. de ancho, para un área de 12 m² por unidad experimental, el espacio entre bloques y entre parcelas fué de 2 m. Se utilizó el híbrido NK-266, sembrándose 4 hileras por parcela, la distancia entre hileras fué de 50 cm. y se sembraron de 20 a 25 granos por metro lineal, la siembra se efectuó manualmente.

Para el control de malezas se utilizó Atrazina en dosis de 1.6 Kg de i.a/Ha, pero el coquito (Cyperus rotundus L) surgió como maleza primaria después de la germinación, necesiándose 3 deshierbas manuales hasta los 30 días, época para la cual dejó de competir.

Se efectuaron 5 riegos distribuidos así: Uno antes de la siembra, uno cada 10 días hasta los 30 días, uno a los 50 días; cada parcela fué regada independientemente. De los 50 días en adelante se presentaron lluvias, no necesitándose aplicar más riegos.

La siembra se efectuó el 18 de marzo de 1.983 y se recolectó

el 28 de junio de 1.983.

Durante el ciclo del cultivo se presentó ataques de cogollero (Spodoptera frugiperda Smith), para su control se aplicó Profenofos en dosis de 0.5 kilos de i.a/Ha. (Cura-cron), presentándose síntomas de fitotoxicidad en el sorgo, y de mosca del ovario (Contarinia sorghicola Coquillet), pero su nivel fué muy bajo (menos de 3 moscas/por panoja, no necesitándose control.

Los parámetros evaluados fueron: Rendimiento, para el cual se cosecharon las hileras centrales y se convirtió a Kg/Ha; pesos de granos por panoja, para ello se tomaron 5 panojas al azar por cada tratamiento; días de germinación a floración; días de germinación a cosecha; alturas de plantas a los 45 días, para las cuales se tomaron 5 plantas al azar por tratamiento y midiendo hasta el cuello de la última hoja; Alturas de plantas a los 75 días, para esto se tomaron 5 plantas al azar por tratamiento y midiendo hasta el cuello de la hoja bandera; Alturas de plantas a la cosecha, para este parámetro se tomaron 5 plantas al azar por tratamiento y las alturas se midieron hasta la parte superior de la panoja.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los rendimientos obtenidos con los diferentes tratamientos se presentan en el Cuadro 1; estos rendimientos son similares al que obtuvo Maya (17), quién reportó haber obtenido 5295.1 Kg/Ha, con el nivel de 90 Kg/ha. de nitrógeno aplicado a los 20 y 40 días de germinado.

Al realizar el análisis de varianza para rendimiento, se observó que los tratamientos no incidieron significativamente en la producción de grano (Apéndice 1), sin embargo, es importante anotar que el tratamiento de mejor rendimiento fué el T₅ (50% antes de siembra y 50% a los 30 días de germinado), con un promedio de 5.579.50 Kg/Ha, seguido del tratamiento T₁ (100% incorporado antes de siembra), con 5.374.75 Kg/Ha.

Estos resultados contradicen a Marín (14), quién anota que si se aplica todo el nitrógeno en el momento de la siembra, las pérdidas por lixiviación pueden limitar la disponibilidad de este elemento para futuras necesidades del cultivo.

Los anteriores resultados sugieren que en suelos de bajo con

CUADRO 1. RENDIMIENTO EN Kg/Ha. (Humedad 13.24%) PARA SORGO DE GRANO, EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL ENSAYO.

Bloque Trat.	Replicaciones				TOTALES	\bar{x}
	I	II	III	IV		
T ₁	5804	5993	4788	4914	21.499	5374.75
T ₂	5047	4733	4282	4920	19.982	4745.50
T ₃	5443	6431	4716	4898	20.948	5237.00
T ₄	3997	5911	5248	5418	20.574	5143.50
T ₅	6162	6368	5134	4654	22.318	5579.50

CV = 11,56%

tenido de materia orgánica, el nitrógeno debe suministrarse sin fraccionar poco antes de la siembra; para suelos con contenido de materia orgánica moderados, se puede aplicar sin fraccionar hasta 30 días después de germinado el cultivo.

Si hay necesidad de fertilizar basalmente con algún fertilizante compuesto que incluya nitrógeno en su composición, la época más adecuada para aplicar fertilizante nitrogenado es a los 30 días después de germinado el cultivo.

La dosis de nitrógeno a emplear debe ser determinada en base a análisis del suelo y / o a pruebas de respuestas del sorgo a este fertilizante para cada zona.

Los pesos de granos por panoja se observan en el Cuadro 2, estos pesos no fueron significativos para los diferentes tratamientos (Apéndice 2) y están por debajo del promedio obtenido, para el mismo híbrido, por Blanchard et al (2), quienes reportaron 42,41 gr. por panoja.

Al calcular el coeficiente de correlación entre pesos de granos por panoja y rendimiento por hectárea (Apéndice 6), se encontró que no existió correlación entre estos dos paráme-



CUADRO 2. PESOS DE GRANOS DE SORGO POR PANOJAS EN GRAMOS PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL ENSAYO.

		Replicaciones					
Trat.	Bloques	I	II	III	IV	TOTALES	\bar{X}
		T ₁	3650	2912	3956	3970	144.88
T ₂	4058	2298	4384	4842	155.82	38.95	
T ₃	4320	4668	3110	3378	154.76	58.69	
T ₄	4466	3930	3770	3516	156.82	39.20	
T ₅	2940	3418	3612	3352	133.22	33.30	

CV = 19.38%

tros.

Las alturas de plantas a los 45, 75 días y a la cosecha se muestran en los Cuadros 3, 4 y 5 respectivamente. Al realizar los análisis de varianza para estos parámetros (Apéndices 3, 4 y 5 respectivamente), se encontró que no difieren significativamente al igual que los rendimientos. Estos resultados concuerdan con Siegliner (21), quién dice que la producción de una planta de sorgo se relaciona con la altura.

Al calcular el coeficiente de correlación entre altura de plantas a la cosecha y peso de granos por panoja (Apéndice 7) y entre alturas de plantas a la cosecha y rendimiento por hectárea (Apéndice 8), no se encontró correlación entre parámetros.

La floración ocurrió simultaneamente para todos los tratamientos y el período entre germinación y floración fué de 60 días.

La madurez y secamiento del grano, también fué pareja y los días transcurridos entre germinación y cosecha fueron de 93 días, este período de tiempo está comprendido entre el ciclo

CUADRO 3. ALTURA EN CMS. A LOS 45 DIAS DE GERMINADO EL CULTIVO, EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

		Replicaciones					
Trat.	Bloques	I	II	III	IV	TOTALES	\bar{X}
		T ₁		9400	8560	8000	6520
T ₂		9720	9520	8380	6700	343.20	85.20
T ₃		9200	7975	6880	5760	298.15	74.54
T ₄		8520	7560	9380	6260	317.20	79.30
T ₅		8280	6840	6800	8200	301.20	75.30

CV = 11.66%

CUADRO 4. ALTURA EN CENTIMETROS A LOS 75 DIAS DE GERMINADO
EL CULTIVO, EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

		Replicaciones					
Trat.	Bloques	I	II	III	IV	TOTAL	\bar{X}
		T ₁	10400	10080	9600	9940	400.20
T ₂	10100	10700	10460	9160	403.60	100.90	
T ₃	10000	9140	9240	8660	370.40	92.60	
T ₄	10680	10320	10200	9860	410.60	102.65	
T ₅	10060	9540	9580	10340	395.20	98.80	

CV = 4.36%

CUADRO 5. ALTURA EN CENTIMETROS A LA RECOLECCION DE SORGO DE GRANO, PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL ENSAYO.

Trat.	Replicaciones				TOTALES	\bar{x}
	I	II	III	IV		
T ₁	13420	14280	13280	12880	538.60	134.65
T ₂	13680	14420	13680	13220	550.00	137.50
T ₃	13860	12900	12880	11460	511.00	127.75
T ₄	14300	13120	14160	13840	557.20	138.55
T ₅	14100	13280	13720	12060	531.60	132.90

CV = 4.29%

de 80 a 100 días encontrado por Cassalett y Guiérrez (3), en sorgos híbridos.



FIGURA 2. VISTA PARCIAL DEL ENSAYO



FIGURA 3. NITROGENO INCORPORADO ANTES DE SIEMBRA. BLOQUE 1.



FIGURA 4. NITROGENO APLICADO DIEZ DIAS DESPUES DE LA GERMI
NACION. BLOQUE I.



FIGURA 5. NITROGENO APLICADO 20 DIAS DESPUES DE LA GERMINA
CION. BLOQUE I.



FIGURA 6. DOSIS DE NITROGENO FRACCIONADA: 50% ANTES DE SIEMBRA y 50% DESPUES DE LA GERMINACION. BLOQUE I.



FIGURA 7. VISTA EN PERSPECTIVA DEL BLOQUE I.



FIGURA 8. VISTA EN PERSPECTIVA DEL BLOQUE II



FIGURA 9. PARCELA DEL BLOQUE IV. PARCIALMENTE AFECTADA POR SALINIDAD. NOTESE LA DIFERENCIA EN EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS DE LA PRIMERA MITAD COMPARADA CON LAS OTRAS.

V. CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos en el presente ensayo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los tratamientos no determinaron diferencias significativas en el rendimiento, ni en el peso de granos por panocha, ni en altura de planta a los 45 y 75 días ni al momento de la cosecha.
2. Las dosis de nitrógeno pueden aplicarse sin fraccionarse desde pocos días antes de la siembra, para suelos con bajos contenido de materia orgánica, hasta 30 días después de germinado el cultivo para suelos con contenido moderados de materia orgánica.
3. La floración fué uniforme para todos los tratamientos y ocurrió a los 60 días de germinado el cultivo.
4. La madurez del grano también fué uniforme para todos los tratamientos, obteniéndose un período de 93 días entre germinación y cosecha.

VI. RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Granja Experimental de la Universidad Tecnológica del Magdalena "Gabriel García Márquez", situada en el Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, Norte de Colombia, entre $74^{\circ} 07'$ y $74^{\circ} 12'$ de Longitud Oeste y $11^{\circ} 11'$ y $11^{\circ} 15'$ de Latitud Norte; a una altura de 14 m.s.n.m., temperatura promedio anual de 28.8°C , humedad relativa de 74.76% y precipitación anual de 674.4mm.

El diseño utilizado fué de bloques al azar con 4 repeticiones, donde se evaluaron 4 épocas de aplicación de nitrógeno en dosis no fraccionada; antes de la siembra, a los diez días, veinte y treinta días de germinado el cultivo, contra una dosis fraccionada 50% antes de siembra y 50% después de treinta días de germinado; utilizando 150 Kg/Ha. de nitrógeno en forma de úrea para todos los tratamientos.

En el ensayo no se obtuvo respuestas significativa a las diferentes épocas de aplicación evaluadas, por tanto, la dosis de nitrógeno se puede aplicar sin fraccionar desde poco antes de la siembra hasta treinta días después de germinado el cultivo.

SUMMARY

This work was made in the experimental farm of the Universidad Tecnológica del Magdalena (Magdalena Technological University) located in Santa Marta, Department of Magdalena, North Colombia, between $74^{\circ} 07'$ and $74^{\circ} 12'$ west longitude and $11^{\circ} 11'$ and $11^{\circ} 15'$ North latitude, at 14 m.o.s.l., annual mean temperature 28.8° C., relative humidity 74.76% and annual rainfall 674.4 mm.

Random Block design was used, with 4 replications; 4 nitrogen application periods using non-divided dosages were evaluated; before sowing, and 10, 20 and 30 days after germination against a divided dosage 50% before sowing and 50% 30 days after germination, using 150 Kg/Ha. of urea-form nitrogen for all the treatments.

There was no significative answer in the trial to the various application periods that were evaluated; therefore the nitrogen dosage can be applied in a non-divided way from almost before sowing until 30 days after the crop germination.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. A.I.D. Ayuda Internacional para el Desarrollo. Guide por fields crops in the tropics and the subtropcs. Washington, 1974. pp 67-83.
2. BLANCHARD, E. MOLINA, S. y RAMIREZ, W. Estudio de los parámetros de la producción en el cultivo del sorgo. (*Sorghum bicolor* L. (Moench)). Tes. Ing. Agr. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, 1982. 30p.
3. CASSALET, C. SANCHEZ, R. y ORDOÑEZ, G. Cultivo del sorgo. Medellin, ICA, 1969. 24p. (Boletín No.20).
4. CEPEDA, R. Conferencias sobre importancia del cultivo del sorgo en Colombia. Villavicencio, Comalfi. 1974. pp 25-27.
5. CERVANTES, O. LEON, A. y MARIN, G. Relaciones entre pH, aluminio y materia orgánica en algunos suelos de Colombia. Revista ICA. Bogotá, 5 (1): 43-64. 1970.
6. COOKE, W. G. Fertilizantes y sus usos. 2a. ed. México, Trillas, 1965. pp 15-18.
7. FENALCE. Resultados Club de la Productividad del sorgo. Villavicencio, Comalfi. 1982. pp 20-23.
8. GARCIA ATANCE E. G. El sorgo para grano. Hojas divulgadoras. Madrid, 7 (19): 1-4, 1982.
9. GUTIERREZ, J. y CASSALET, C. Manifestación del vigor híbrido en el sorgo de grano. Revista ICA. Bogotá. 9 (4): 403-410, Dic. 1968.
10. GROS, A. Abonos: Guía práctica de la fertilización. 5a. ed. Madrid, Mundi-Prensa, 1971. 36p.
11. ICA. El cultivo del sorgo. Tibaitatá, El Instituto, 1978. 489p.
12. LARIOS, J. y VEGA, P. Comportamiento del rendimiento

de diez tipos de maiz (Zea mays L), que se siembran en la Costa Atlántica, probados en Santa Marta, Tes. Ing. Agr. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, 1983. pp 30-23.

13. MARIN, G. y LEON, A. El análisis de suelos como guía para hacer recomendaciones de fertilizantes y enmiendas. *Agricultura Tropical*. Bogotá, 1 (23): 60-64, Ene, 1967.
14. MARIN, G. Algunas sugerencias sobre el uso de fertilizantes y cal. *Agricultura Tropical*, Bogotá. 1 (23) 60-64. Ene. 1967.
15. MARIN, G. Recomendaciones tentativas de fertilizantes y cal para diversos cultivos de acuerdo con los resultados de los análisis de suelos. Primera aproximación. *Revista ICA*. Bogotá, 2 (3): 91-102. Jun. 1968.
16. MARIN, G. et al. El análisis de suelos y las recomendaciones de fertilizantes y cal. Tercera aproximación. Bogotá, ICA, 1975. 75p. (Boletín Técnico No.34).
17. MAYA, A. Efectos de la fertilización nitrogenada en sorgo (Sorghum bicolor L Moench), y su optimización económica. Tes. Ing. Agr. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena. 1983.
18. ROY, R. and WRIGHT, B. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility, N.P. and K, uptake pattern by various plant parts. *Agronomy Journal*, Barcelona, 1 (66): 5-10 Jan-Febr. 1972.
19. SANCHEZ, P. A. Nitrogen fertilization. A review of soils research in tropical Latin America. Raleigh North Carolina, State University, 1972. pp 141-144p.
20. SEMILLAS VALLE, Desarrollo de una planta de sorgo y algunas consideraciones sobre su manejo. *Boletín Informativo*. 1981.
21. SIEGLINER, J. R. Leaf number of sorghum stalks. *Amer. Sec. Agr. Washington*. 28: 626-642. 1981.

A P E N D I C E

APENDICE 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN KILO
GRAMOS POR HECTAREA.

Replic. / Tratam.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	TOTALES
I	5804	5047	5443	3997	6162	26453
II	5493	4733	6431	5911	6368	29436
III	4788	4282	4176	5248	5134	23628
IV	4914	4920	4898	5418	4654	24804
Totales	21499	18982	20948	20547	22318	104321
\bar{x}	5374.75	4745.50	5237.00	5143.50	5579.50	5216.05

FV	GL	SC	GM	F. Cálculada	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Bloque	3	3.809.000	1269666.6	3.4896 NS	3.49	5.95
Tratm.	4	1.537.000	384250.00	1.05611 NS	3.26	5.41
Error	12	4.366.000	363833.33			
Total	19	9.712.000				

CV = 11.56%

$$\text{SC Total} = (5804)^2 + \dots + (4654)^2 - \frac{(104.321)^2}{20} = 5.53855 \times 10^8$$

$$10^8 - 5.44143 \times 10^8 = 9.712.000$$

$$\text{SC Bloque} = \frac{(26453)^2 + \dots + (24804)^2}{5} - Fc = 5.47952 \times 10^8 -$$

$$Fc = 3809.000$$

$$\text{SC Trat.} = \frac{(21499)^2 + \dots + (22318)^2}{4} - Fc = 5.4568 \times 10^8 -$$

$$Fc = 1.537.000$$

$$\text{SC Error} = \text{SC Total} - (\text{SC Bloque} + \text{SC Trat.}) = 4.366.000$$

$$CV = \frac{\sqrt{\text{CM error}}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{363833.33}}{5216.05} \times 100 = 11.56\%$$

APENDICE 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO POR PANOJA EN GRAMOS.

Repli. / Tratam.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
I	36.50	40.58	43.20	44.66	29.40	194.34
II	29.12	22.98	46.68	39.30	34.18	172.26
III	39.56	43.84	31.10	37.70	36.12	188.32
IV	39.70	48.42	33.78	35.16	33.52	190.58
Totales	144.88	155.82	154.76	156.82	133.22	745.50
\bar{X}	36.22	38.95	38.69	39.20	33.30	37.275

CV = 19.38%

FV	GL	SC	GM	F. Cálculada	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Bloque	3	56.828	18.9426	0.3228 NS	3.49	5.95
Tratm.	4	101.694	25.4235	0.4869 NS	3.26	5.41
Error	12	626.492	52.2076			
Total	19	785.014				

$$\text{SC Total} = (36.50)^2 + \dots + (33.52)^2 - \frac{(745.50)^2}{20} = 28573.526$$

$$- 27.788.512 = 785.014$$

$$\text{SC Bloque} = \frac{(194.34)^2 + (190.58)^2}{5} - 27.788.512 = 56.824$$

$$\text{SC Trat.} = \frac{(144.88)^2 + \dots + (133.22)^2}{4} - 27.88.512 = 101.694$$

$$\text{SC Error} = 626.492$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{CM error}}}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{52.2076}}{37.275} \times 100 = 19.38\%$$

APENDICE 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA EN CENTIMETROS
A LOS 45 DIAS DE GERMINADO.

Repli. / Tratam.	Tratamientos					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
I	94.00	97.20	92.00	85.20	82.80	451.20
II	85.70	95.20	79.75	75.60	68.40	404.55
III	80.00	83.80	68.80	93.80	68.00	394.40
IV	65.20	67.00	57.60	62.60	82.00	334.40
Totales	324.80	343.20	298.15	317.20	301.20	1584.55
= X	81.20	85.80	74.54	79.30	75.30	79.2275

CV = 11.66%

FV	GL	SC	CM	F. Cálculada	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Bloques	3	1.383.44	461,146	5.401	3.49	5.95
Tratam.	4	388.06	84.515	0.989	3.26	5.41
Error	12	1.024.55	85.379			
Total	19	2.746.05				



$$SC T = 12.8285.98 - 125539.93 = 2746.05$$

$$SC B = 12.6923.37 - 125539.93 = 1383.44$$

$$SC T = 12.5877.99 - 125539.93 = 338.06$$

$$SC e = 2746.05 - (1383.44 + 338.06) = 1024.55$$

$$CV = \frac{\sqrt{\text{CM error}}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{85.379}}{79.2275} \times 100 = 11.66\%$$

APENDICE 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA EN CENTIMETROS
A LOS 75 DIAS DE GERMINADO.

		Tratamientos					
Replic.	Tratam.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
		I		104.00	101.00	100.00	106.80
II		100.80	107.00	91.40	103.20	95.40	497.80
III		96.00	104.00	92.40	102.00	95.80	490.20
IV		99.40	91.60	86.60	98.60	103.40	479.60
Totales		400.20	403.60	370.40	410.60	395.20	1980.00
\bar{X}		100.05	100.90	92.60	102.65	98.80	99.00

CV = 4.36%

FV	GL	SC	CM	F. Cálculada	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Bloques	3	114.16	38.053	2.0412 NS	3.49	5.95
Tratam.	4	236.14	59.035	3.1668 NS	3.26	5.41
Error	12	223.70	18.641			
Total	19	524.00				

$$SC \ T = 196594 - 196020 = 574$$

$$SC \ B = 196134.16 - 196020 = 114.16$$

$$SC \ Tr = 196256.14 - 196020 = 236.14$$

$$SC \ e = 574 - (114.16 + 236.14) = 223.70$$

$$CV = \frac{\sqrt{\text{CM error}}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{18.641}}{99} \times 100 = 4.36\%$$



APENDICE 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA EN CENTIMETROS
A LA RECOLECCION.

		Tratamientos					
Repli.	Tratam.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
	I	134.20	136.80	138.60	143.00	141.00	693.60
	II	142.80	144.20	129.00	131.20	132.80	680.00
	III	132.80	136.80	128.80	141.60	137.20	677.20
	IV	128.80	132.20	114.60	138.40	120.60	634.60
	Totales	538.60	550.00	511.00	554.20	531.60	2685.40
	\bar{X}	134.65	137.50	127.50	138.55	132.90	134.27

CV = 4.29%

FV	GL	SC	CM	F.Cálculada	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Bloques	3	390.94	130.313	3.9177	3.49	5.95
Tratam.	4	293.14	73.285	2.2032	3.26	5.41
Error	12	399.15	33.2625			
Total	19	1083.24				

$$SC T = 361651.88 - 360568.65 = 1083.23$$

$$SC B = 360959.59 - 360568.65 = 390.94$$

$$SC Tr = 360861.79 - 360568.65 = 293.14$$

$$SC e = 1083.23 - (390.94 + 293.14) = 399.15$$

$$CV = \frac{\sqrt{\text{CM error}}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{33.2625}}{134.27} \times 100 = 4.29\%$$

APENDICE 6. CORRELACION ENTRE PESO EN GRAMOS POR PANOJA Y
RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA.

PARES	PESO POR PANOJA X	REND. POR HA. Y	PRODUCTOS X Y	CUADRADOS X ²	Y ²
T	36.22	5374.75	194673.44	1311.8884	28887937
T	38.95	4745.50	184837.22	1517.1025	22519770
T	38.69	5237.00	202619.53	1496.9161	27426168
T	39.20	5143.50	201625.20	1536.6400	26455592
T	33.30	5579.50	185797.35	1108.8900	31130820

$$\sum X^2 = (36.22)^2 + \dots + (33.30)^2 - \frac{(186.36)^2}{5} = 6971.4370 - 6946.0099 = 25.4271$$

$$\sum Y^2 = (5374.75)^2 + \dots + (5579.5)^2 - \frac{(26080.25)^2}{5} = 136420287 - 136035000 = 375287$$

$$\sum XY = (36.22 \times 5374.75) + \dots + (33.30 \times 5579.5) -$$

$$\frac{186.36 \times 26080.25}{5} = 969552.74 - 972063.07 = \underline{2510.338}$$

$$r = \frac{\sum X Y}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}} = \frac{- 2510.338}{\sqrt{25.4271 \times 375287}} = - 0.8126$$

$$| -0.8126 | \angle r_{0.05(3)} = 0.878 \text{ NS}$$

$$| -0.8126 | \angle r_{0.01(3)} = 0.959 \text{ NS}$$

APENDICE 7. CORRELACION ENTRE ALTURA A LA RECOLECCION EN
CENTIMETROS Y PESO POR PANOJA EN GRAMOS.

PARES	ALTURA A LA	PESO POR	PRODUCTOS	CUADRADOS	
	RECOLECCION	PANOJA		ΣX^2	ΣY^2
	X	Y	XY		
T1	134.65	36.22	4877.023	18130.622	1311.8884
T2	137.50	38.95	5355.625	19906.250	1517.1025
T3	127.75	38.69	4942.647	16320.062	1496.9161
T4	138.55	39.20	5431.160	19196.102	1536.6400
T5	132.90	33.30	4425.570	17662.410	1108.8900
Sumas	675.35	186.36	25032.025	91215.446	6971.4370

$$\Sigma X^2 = 9121.446 - 90142.164 = 1073.282$$

$$\Sigma Y^2 = 6971.4370 - 6946.0099 = 25.4271$$

$$\Sigma XY = 25032.025 - 25171.645 = 139.6202$$

$$r = \frac{-139.6202}{\sqrt{1073.282 \times 25.4271}} = 0.845$$

$$| -0.845 | < r_{0.05} (3) = 0.878 \text{ NS}$$

$$| -0.845 | < r_{0.01} (3) = 0.954 \text{ NS}$$

APENDICE 8. CORRELACION ENTRE ALTURA DE PLANTAS A LA RECOLECCION EN CENTIMETROS Y RENDIMIENTO EN KILO - GRAMOS POR HECTAREA.

PARES	ALTURA A LA RECOLECCION	RENDIMIEN TO POR HA.	PRODUCTOS	CUADRADOS	
	X	Y	XY	x ²	y ²
T ₁	134.65	5374.75	723710.08	18130.622	28887937
T ₂	137.50	4745.50	652506.25	19906.250	22519770
T ₃	127.75	5237.00	669026.75	16320.062	27426168
T ₄	138.55	5143.50	712631.92	19196.102	26455592
T ₅	132.90	5579.50	741515.55	17662.410	31120820

$$\sum x^2 = 91215.446 - 90142.164 = 1073.282$$

$$\sum y^2 = 136420287 - 136035000 = 385278$$

$$\sum xy = 3499380.55 - 3501795.1 = 2414.55$$

$$r = \frac{-2414.55}{\sqrt{1074.282 \times 385287}} = -0.1186$$

$$\left| -0.1186 \right| < r_{0.05} (3) = 0.878 \text{ NS}$$

$$\left| -0.1186 \right| < r_{0.01} (3) = 0.954 \text{ NS}$$