

RESPUESTA DEL SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) A
DIFERENTES DOSIS DE MANGANESO EN FORMA EDAFICA Y FOLIAR EN
SUELOS CON PROBLEMAS MODERADOS DE SALES Y SODIO

Por:

JAIME CANTILLO CANTILLO

WILFRED SANTRICH GRAW

Tesis de grado presentada como requisito para optar al
título de:

INGENIERO AGRONOMO

Presidente: ELIECER CANCHANO NIEBLES I.A.

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA
SANTA MARTA 1990



Fes.
000708-T.A.
~~0231r~~

IA 00341

016304

"Los jurados examinadores del presente trabajo de tesis,
no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas
por los aspirantes al título de Ingeniero Agrónomo".

50009 \$ 15-22-11

DEDICO:

A mi esposa

A mis hijos

A mis padres

A mis familiares

A mis compañeros.

JAIME

DEDICO:

A mi esposa

A mis hijos

A mis padres

A mis familiares

A mis compañeros.

WILFRED

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
3. MATERIALES Y METODOS	12
3.1. LOCALIZACION DEL TRABAJO	12
3.2. CARACTERISTICAS DE LA ZONA	12
3.3. SUELOS	13
3.4. MATERIALES	13
3.4.1. Híbrido de Sorgo Canguro YS-60.	13
3.4.2. Materas Plásticas.	16
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.5.1. Fertilización Inicial.	16
3.5.2. Aplicación del Manganeso.	18
3.5.3. Aplicación de la Urea.	18
3.5.4. Siembra.	18
3.5.5. Preparación de las Materas.	19
3.5.6. Riegos.	20
3.5.7. Germinación.	20
3.6. PARAMETROS ESTUDIADOS	21
3.6.1. Altura de las Plantas.	21

	Pág.
3.6.2. Grosor del Tallo.	21
3.6.3. Número de Hojas por Planta.	21
3.6.4. Peso Seco de las Plantas.	21
3.7. ANALISIS ESTADISTICO	22
4. RESULTADOS Y DISCUSION	23
4.1. PESO DE LAS PLANTAS	23
4.2. ALTURA DE LAS PLANTAS	25
4.3 NUMERO PROMEDIO DE HOJAS POR PLANTA	27
4.4. EL DIAMETRO PROMEDIO DEL TALLO	27
5. CONCLUSIONES	34
6. RESUMEN	36
SUMMARY	39
7. BIBLIOGRAFIA	

INDICE DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. Datos climáticos correspondientes a la época en que se realizó el trabajo.	14
TABLA 2. Características de los suelos usados en el presente trabajo.	15
TABLA 3. Tratamientos, dosis de urea 15-15-15 y manganeso en Kg/Ha.	17
TABLA 4. Pesos secos arrojados por las plantas según el tratamiento y dados en gramos por materia.	24
TABLA 5. Altura de las plantas en centímetros y tomados a los 50 días de germinado el cultivo.	26
TABLA 6. Número de hojas por planta promedios, tomados a los 50 días de germinado el cultivo.	28
TABLA 7. Diámetro de las plantas, promedios en mm, según el tratamiento edáfico o foliar a los 45 días de germinación.	29



1. INTRODUCCION

Desde hace mucho tiempo se conocio la esencialidad de los elementos C, H, O, P, K, Ca, Fe, Mg, N, S para el desarrollo normal de las plantas, sin embargo en el curso del tiempo se originaron un gran número de enfermedades en las plantas, las cuales no podían atribuirse a ningún organismo patógeno conocido, por consiguiente se pensó que tales anomalías provenían de desordenes en la nutrición. Desde 1920 se sumó un grupo nuevo de elementos a los ya conocidos; este segundo grupo las plantas los requieren en mucha menor cantidad que los primeros (clásicos 10), y cuya ausencia puede proporcionar trastornos en el normal crecimiento y producción de las plantas.

Este grupo mencionado es el de los elementos menores que incluye entre otros B, Mn, Cu, Zn, y Mo. Los elementos menores juegan un papel importante en el metabolismo de las plantas.

Hoy en día es muy común encontrar que las aplicaciones de

micronutrientes se hacen en forma continua en muchos cultivos y por ello se pueden encontrar en el mercado productos que los contienen bajo diferentes nombres. Pero la parte importante es manejar estos elementos menores bajo ciertas condiciones de suelo, como en el caso de la Costa Atlántica Colombiana en donde se encuentran muchas áreas limitadas por el efecto de sales y sodio los cuales se consideran como suelos marginados, especialmente por los costos de recuperación son muy altos y se dificulta el manejo de los cultivos bajo esas condiciones. Sin embargo en los últimos años se ha observado cómo el costo de la tierra se ha incrementado y como el agricultor de otras zonas se desplaza hacia la Costa Atlántica e inicia la compra de las mejores tierras, especialmente en la Zona Bananera de Santa Marta; este fenómeno ha hecho que los pequeños y medianos agricultores pongan los ojos en las tierras que han sido tenidas marginadas por el efecto de agua, sales y/o sodio; pero se encuentra con que dichos suelos precisamente por ser marginales, no tienen ningún tipo de investigación por lo cual no se conoce la respuesta de las plantas a los micronutrientes. Por consiguiente la idea fundamental de éste trabajo, no es la de recuperar estos suelos, eliminándole sal y sodio, (ya que no se posee el capital suficiente para llevar a cabo esta tarea) si no aprender a convivir con ellos, dándoles

un manejo y un uso apropiado, de tal manera que se puedan cultivar y que sean rentables al propietario.

El área de los suelos en mención no es pequeña, si no todo lo contrario amplia; tampoco se puede decir que se encuentra concentrada en determinada parte, ya que es muy distribuida en toda el área de la Costa Atlántica.

El problema salino y sódico, no es sólo un problema de pequeños agricultores, si no también del gran agricultor ya que por efectos del uso y manejo, sus tierras han entrado en un proceso de salinación, marginándolas de muchos cultivos.

Basado en lo anterior se montó el presente trabajo en suelos afectados por sales y sodio, para observar la respuesta de la planta cuando se hacen aplicaciones edáficas y foliares de Manganeso (Mn), y de esta manera ir organizando un cuadro en el manejo de los micronutrientes en éstos suelos; se tomó como planta indicadora el híbrido de Sorgo Canguro YS-60.

2. REVISION DE LITERATURA

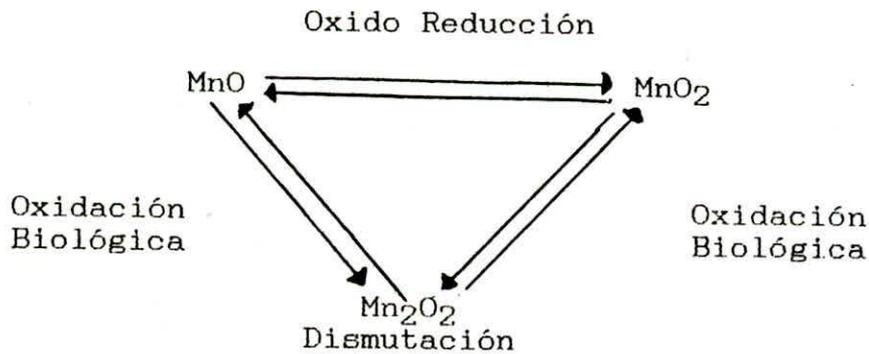
La cantidad de manganeso es muy variable en los suelos, aunque es común el rango entre 20 y 3.000 ppm, así como el zinc (Zn), cobre (Cu) y cobalto (Co), se encuentra formando parte de minerales de fácil meteorización entre las rocas ígneas (1).

En el suelo, el elemento manganeso se deriva principalmente de la descomposición de las rocas ferromagnesianas; además los óxidos, silicatos y carbonatos son fuentes de éste nutrimento; algunas rocas que dan origen al Mn son:

Rondonita	(MnSiO ₃)
Manganita	(MnO ₄)
Rodocrisita	(MnCO ₃)
Pirocroita	(Mn (OH) ₂) (13)

En el suelo el manganeso (Mn) se presenta en tres formas o estados de Valencia: divalente, (Mn⁺⁺), el cual está presente como catión absorbido en la solución del suelo.

es la forma absorbida por las plantas; trivalente, (Mn^{+++}) el cual se supone que existe como óxido altamente reactivo (Mn_2O_3), tetra valente, (Mn^{++++}) el cual existe como óxido muy inerte (MnO_2). Las tres formas antes mencionadas se cree que existen en un equilibrio dinámico, tal como se logra a continuación (13).



El manganeso divalente (Mn^{++}) se encuentra en equilibrio con las formas Tri y Tetra (Mn^{+++}) (Mn^{++++}), lo cual se ve favorecido por las condiciones de oxidación y por el pH elevado (13).

El contenido de manganeso (Mn) en los suelos es muy variable pero se puede decir que oscila entre 20 y 3.000 ppm, con un promedio de 600 ppm. Las formas de manganeso (Mn) en el suelo son como: manganeso (Mn) reducido, que corresponde al manganeso divalente, el manganeso intercambiable, y el manganeso como catión. La suma de

estas tres formas generan la fracción del manganeso (Mn) activo. La oxidación del manganeso (Mn) Mn^{++} a MnO_2 es importante a pH superiores de 8. En los suelos básicos pero con pH inferior a la oxidación es de Mn^{++} a Mn^{+++} . En los suelos ácidos se produce dismutación, de tal manera que el Mn_2O_3 puede reducirse parcialmente para formar MnO^2 las formas intercambiables del manganeso corresponden a las formas MnO y menos soluble a MnO_2 y MnO_3 sin embargo en el suelo se genera una forma o estado intermedio como Mn_3O_4 y óxidos hidratados complejos que son inestables cuando pierden el agua de hidratación pero que pueden retomarla para volver a su forma de hidratados (1).

Tisdale y Nelson (15) encontraron que la disponibilidad del manganeso (Mn) disminuye al aumentar el pH del suelo.

Suelos con alto contenido de calcio (Ca) reducen la solubilidad y disponibilidad del manganeso (Mn) en el proceso de oxidación. Los suelos que presentan deficiencia nativa del manganeso (Mn) son: suelos arenosos minerales ácidos bajos en manganeso (Mn) suelos con alto porcentaje de materia orgánica, suelos calcareos y pobremente drenados (9).

Bornemiza (2), afirma que las temperaturas bajas de los

suelos reduce la disponibilidad de Zinc (Zn) y manganeso (Mn), pero que el efecto de la luz es variable sobre estos elementos; mientras que la mucha luz fomenta la deficiencia de boro (B), la poca luz favorece la falta de manganeso (Mn). Las sequías prolongadas, reducen la disponibilidad del boro, manganeso e hierro pero no se afecta la disponibilidad del cobre y del zinc.

Factores tales como: contenido de materia orgánica, contenido de cal y grado de humedad del suelo han sido relacionados con las deficiencias de manganeso (Mn) en los suelos (3).

López (8), dice que trabajos de Bertrand, demostraron la esencialidad del manganeso en las plantas.

El manganeso (Mn), es absorbido por las plantas en forma de Mn^{++} y en combinaciones moleculares con ciertos complejos orgánicos como el E.D.T.A. también puede ser absorbido en cualquier forma directa a través de las hojas. La solubilidad del manganeso aumenta al disminuir el pH, presentando toxicidad en el rango de pH entre 4,0 a 5,0, la temperatura aumenta la solubilidad del manganeso (Mn). La mayor liberación del manganeso se produce en condiciones de alta humedad (anegamiento), la

montmorillonita presenta un alto poder de fijación de manganeso y la caolinita muy bajo poder de fijarlo, en los suelos en donde domine la caolita o sean caoliniticos puede existir lixiviación del manganeso (Mn) (1).

Algunos tipos de materia orgánica forman complejos insolubles con el manganeso (Mn) divalente, convirtiéndolo así en no disponible para las plantas (13).

El pH del suelo. La disponibilidad de manganeso (Mn) disminuye a medida que aumenta el pH del suelo, la alcalinidad resultante de los encalados general la deficiencia del manganeso (Mn) en los suelos, las condiciones de oxi-reducción (sobresaturación compactacion etc.) pueden generar reducción del manganeso (Mn^{++}) o de su forma manganica, acumulandose en forma tóxica para las plantas, la oxidación puede crear situaciones de deficiencia por el paso a formas de Mn^{+++} , (15).

Recientemente se ha atribuido al manganeso (Mn) funciones en ciertos procesos fotoquímicos tales como la reacción del Hill (4).

Al igual que el hierro el manganeso es también

indispensable en la formación de la clorofila, en la reducción de nitratos y en la respiración de la planta (8)

Las aplicaciones de azufre en los suelos genera deficiencia de manganeso (Mn), es muy típica en algodón, en estos casos se presenta un enrollamiento de las hojas pero solo se ha notado en suelos rojos, de la misma manera se observa toxicidad en tabaco en suelos con pH con 5.50 (3).

En experimentos realizados por Brúges, en la estación experimental del ICA "CARIBIA" y usando suelos diferentes de la zona bananera de Santa Marta, encontró respuestas al manganeso (Mn) (3).

Según trabajos del ICA, el exceso (Mn) puede inducir desordenes en el metabolismo del ácido cítrico (6).

La principal interacción del manganeso con el hierro, se reporta ya que interviene en el transporte del hierro. La absorción del hierro puede aumentarse por las raíces al aumentar el manganeso en el sustrato, pero un exceso de hierro reduce la toma del manganeso (5).

La presencia de una buena cantidad de materia orgánica frecuentemente da como resultado que aparezcan síntomas de

deficiencias a valores de pH, 4.5, 5.5 más que en los suelos con bajo contenido. La deficiencia del manganeso (Mn) en varios cultivos ha sido descrita con nombres tales como la mancha gris de la avena, la mancha lagunar de los guisantes, el moteado amarillo de la remolacha azucarera, etc. (3).

Es importante anotar que los pastos tienden a ser más sensibles a la deficiencia del zinc (Zn), mientras que los cultivos de hojas anchas son sensible a la deficiencia del manganeso (Mn). El manganeso es un elemento relativamente inmóvil en las plantas, ya que entre una parte y otra solo existe moderadas distribuciones (12).

Por ser absorbido con gran facilidad por las hojas, las deficiencias de manganeso se pueden corregir aplicándolo localmente con pulverizaciones al follaje. Los síntomas de deficiencia del manganeso (Mn) generalmente se muestran primero en las hojas jóvenes, en forma de clorosis intervenal (10).

López Jurado (8), afirma que las plantas solo requieren de pequeñas cantidades de manganeso (Mn), ya que sus compuestos son tóxicos a los vegetales; salvo en muy bajas concentraciones; después de la absorción por las raíces de

las plantas, al manganeso absorbido no se trasloca fácilmente a las partes más jóvenes de las plantas.

*Las leguminosas, las hortalizas, el maíz, el algodón y los frutales son los plantíos que más frecuentemente se tratan con el manganeso (Mn). La tendencia es aplicarlo foliarmente debido a que algunos compuestos a base de EDTA presentan que cuando son aplicados al suelo, ya que tienden a sacrificar al manganeso y reemplazarlo por el hierro, lo cual aumenta el problema del manganeso en los suelos (12).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACION DEL TRABAJO

El presente trabajo se realizó en la Granja Experimental de la Universidad del Magdalena, entre los meses de febrero a marzo de 1989.

La Universidad del Magdalena, está situada en el Municipio de Santa Marta, región de San Pedro Alejandrino, Departamento del Magdalena y geográficamente está ubicada entre las siguientes coordenadas: $11^{\circ} 11'$ y $11^{\circ} 15'$ de latitud norte respecto al Ecuador $74^{\circ} 07'$ y $74^{\circ} 12'$ de longitud Oeste respecto al meridiano de Greenwich.

3.2. CARACTERISTICAS DE LA ZONA

La zona en donde se llevó a cabo el estudio, está situada a una altura de 10 m.s.n.m, la temperatura varia un poco con el época del año, siendo el promedio de $28,6^{\circ}\text{C}$ una humedad relativa entre 70 y 72%, los vientos soplan predominantemente en direccion Noreste, aumentando su

intensidad para los meses de Diciembre cuando pueden presentarse velocidad de 78 Km/Hora o más.

Los datos de climatología corresponden a la época del trabajo y fueron tomados de los registros de la estación metereológica de la Universidad del Magdalena (Tabla 1).

3.3. SUELOS

Los suelos tomados para realizar el presente trabajo corresponde a los del área afectada por sales y sodio de la Granja Experimental de la Universidad y presenta el siguiente análisis (Tabla 2).

La topografía de éstos suelos es plana, son profundos y afectados por sales y sodio.

3.4. MATERIALES

3.4.1. Híbrido de Sorgo Canguro YS-60

Este híbrido es un material precoz, tolerante a la sequía y con alto potencial genético; introducido al país por la Ag-Seed en el año de 1987.

TABLA 1. Datos Climáticos correspondientes a la época en que se realizó el trabajo.

MES	TEMP. MAXIMA MEDIA MES °C	TEMP. MINIMA MEDIA MES °C	TEMP. MEDIA MES °C	HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPITACIONES Milímetros
FEBRERO	30.55	21.96	26.26	71.40	0.00
MARZO	31.09	22.01	27.65	70.90	0.00

TABLA 2. Características de los suelos usados en el presente trabajo.

ANALISIS	MUESTRA
	M - 1
pH (1:1.5)	7.83
TEXTURA	F.Ar.A
MATERIA ORGANICA %	1.11
K me/100 g.	0.81
P p.p.m	20
Ca me/100 g.	12
Mg me/100 g.	9
Na me/100 g.	1.64
C.I.C. me/100 g.	17
P.S.I.	9.64
C.E. mmhos/cm	6

Estos suelos fueron clasificados salinos con un tenor moderado de sodio (Moderadamente sódicos)

3.4.2. Materas Plásticas.

Las materas usadas fueron plásticas con capacidad para cuatro (4) kilos de suelo; estas materas fueron pintadas de negro en la parte externa y se colocaron sobre platos plásticos en los cuales drenaban.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se usó en el presente trabajo fue un block al azar con 9 tratamiento y tres (3) repeticiones, para un total de 27 macetas cada una de cuatro (4) kg. de suelo.

Los 9 tratamientos se pueden observar en la Tabla 3.

Se estudió la fertilización edáfica y la foliar cada una con sus tratamientos específicos (Tabla 3).

La combinación entre la forma de aplicar el fertilizante (foliar o edáfico) y la dosis respectiva constituye el tratamiento.

3.5.1. Fertilización Inicial

Se realizó una fertilización igual para toda las materas,

TABLA 3. Para cada uno de los tratamientos, dosis de Urea, 15-15-15 y Manganeso en kilogramos por hectárea de los ensayos.

TRATAMIENTOS Nº	UREA* Kg/Ha	15-15-15 Kg/Ha	Mn Kg/Ha	MnO Kg/Ha	APLICACIONES Nº
1 - T	150	100	0.00	0.00	0
2 - E	150	100	2.00	3.51	1
3 - E	150	100	6.00	10.53	1
4 - E	150	100	12.00	21.07	1
5 - E	150	100	18.00	31.60	1
6 - F	150	100	0.60	1.05	3**
7 - F	150	100	1.20	2.11	3**
8 - F	150	100	2.40	4.22	3**
9 - F	150	100	4.80	8.44	3**

* Aplicación al suelo en todas las materias

** Aplicación foliar fraccionada en tres etapas

T Testigo

E Aplicación edáfica

F Aplicación foliar

El MnO usado fue del 90% de pureza

cinco días antes de la siembra, dicha fertilización consistió en la aplicación de 100 kg/Ha de 15-15-15.

3.5.2. Aplicación del manganeso.

La aplicación edáfica, se realizó en una sola dosis junto con el 15-15-15 como lo indica la Tabla de tratamientos. Estos fertilizantes se incorporan al suelo.

La aplicación foliar se realizó fraccionando la dosis en tres (3) partes, como lo indica la Tabla de tratamientos, y se efectuó a los 10, 18 y 26 días después de la germinación de las plantas.

3.5.3 Aplicación de la Urea.

La Urea se aplicó para todas las materas en dosis de 150 kg. por hectárea, esta aplicación se realizó cuando las plantas tenían 15 días de germinadas.

3.5.4. Siembra.

La siembra fué directa en cada matera, colocando seis (6) semillas y tapándolas con una ligera capa de suelo. Los 5 días de germinadas las plantas se raleo dejando dos por

matera.

3.5.5. Preparación de las materas.

Para la preparación de las materias se procedió de la siguiente manera:

- a. Se tomó el suelo del lote analizado, tomando una muestra hasta una profundidad de 30 cm.
- b. Se pasó por un tamiz de aproximadamente 2 mm, con el fin de homogenizarlo.
- c. Se llenaron las materas con 4 kg. de suelo cada una quedándole un vacío de unos 3 cm, con lo cual se garantizaba el contenido del agua aplicada en los riegos.
- d. Ya llenadas las materas, se colocaron en unos platos plásticos o platos de drene.
- e. Así preparadas, se les aplicó el fertilizante compuesto y los tratamientos de manganeso edáficos.
- f. A los cinco (5) días de haber realizado la aplicación del fertilizante compuesto y el manganeso edáfico se

colocaron las semillas de sorgo.

g. Todo el tiempo del trabajo de campo las materas se mantuvieron en un área enmallada de suelos salinosódicos.

3.5.6. Riegos:

Los riegos se realizaron en la siguiente forma: los 10 primeros días diariamente y posterior a esta fecha cada 2 días, con lo cual siempre se mantuvo el suelo en buenas condiciones de humedad.

3.5.7. Germinación.

La germinación ocurrió a los 4 días de sembradas las semillas y a los 5 días de la germinación se raleo para dejar dos plantas por matera.

La fertilización foliar se realizó en 3 fechas diferentes así: a los 10, 18 y 26 días después de germinadas las plantas.

3.6. PARAMETROS ESTUDIADOS

3.6.1. Altura de las Plantas.

La altura en cm se tomó para cada matera, 50 días después de la germinación y para ello se usó una regla de un metro (graduada en cm) y se midió desde el suelo hasta el ápice de la última hoja.

3.6.2. Grosor del Tallo.

Esta medida se realizó simultáneamente con la altura de la planta, en cada matera, a 10 cm del suelo y para ello se utilizó un nonio.

3.6.3. Número de hojas por planta.

Esta cuantificación también se realizó simultáneamente con la medición de altura y del diámetro o grosor del tallo, en cada matera y para ello se contó el número de hojas por planta.

3.6.4. Peso seco de la planta.

El peso seco de la planta se obtuvo al cortar las plantas

a los 50 días de germinadas las plantas y sometidas a secado por espacio de 72 horas a los 105°C, posteriormente se pesaron en una balanza de precisión.

3.7. ANALISIS ESTADISTICO

Una vez obtenidos los datos correspondientes a cada parámetro involucrado en el presente trabajo, se procedió al procesamiento de los valores obtenidos, realizando el análisis estadístico según el diseño planteado en el anteproyecto.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se presentan y discuten a continuación.

4.1. PESO SECO DE LAS PLANTAS

En la Tabla 4, se pueden observar los resultados de éste parámetro, con pesos secos promedios por plantas que oscilan entre 4.11 y 2.59. gramos, con el máximo valor promedio para el tratamiento 7 F (aplicación foliar de 1.20Kg/Mn/Ha) y el menor promedio con el tratamiento 8 F (aplicación foliar de 2.40 Kg/Mn/Ha).

Al realizar el análisis de varianza para esta variable se encontró que no existe diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamiento usados en el trabajo; pero al realizar un análisis estadístico individual para los tratamientos edáficos y foliares, se observa que entre los tratamientos edáficos no existe diferencia estadística significativa y todos los pesos obtenidos están por debajo del testigo; mientras que al

TABLA 4. Datos de los pesos secos arrojados por las plantas según el tratamiento y dados en gramos por materia.

TRATAMIENTOS	A P L I C A C I O N E S			
	I	II	III	PROMEDIOS
EDAFICO				
2 - E	4.17	4.09	3.65	4.00
3 - E	3.08	2.97	4.00	3.35
4 - E	3.11	3.85	3.98	3.64
5 - E	6.00	1.42	3.62	3.68
FOLIAR				
6 - F	3.13	4.10	3.54	3.59
7 - F	3.42	4.65	4.26	4.11
8 - F	1.47	3.48	2.80	2.58
9 - F	3.00	4.45	3.46	3.67
TESTIGO				
1 - T	3.42	4.24	4.60	4.08

realizar el análisis estadístico entre los tratamientos foliares, se observó que si existe diferencia significativa entre ellos y que se dan valores mayores que el que reporta el testigo.

4.2. ALTURA DE LAS PLANTAS

Los valores de altura de las plantas según el tratamiento se pueden observar en la Tabla 5, con alturas promedias por tratamientos que oscilan entre 63,4 y 54,8 centímetros. El máximo valor promedio corresponde al tratamiento 6 F y 7 F (aplicación foliar de 0,60 Kg/Mn/Ha y 1,20 Kg/Mn/Ha respectivamente) y el menor promedio en altura se consiguió con el tratamiento 4 E (12Kg/Mn/Ha aplicación edáfica).

Al realizar el análisis de varianza para esta variable se encontró que no existe significancia estadística entre los tratamientos; pero al realizar el análisis en forma separada para las aplicaciones al suelo y las foliares, se encontró que tampoco se genera una diferencia estadística significativa para ninguno de los dos tipos de aplicación, ni entre los respectivos tratamientos.

TABLA 5. Datos de las alturas de las plantas dados en centímetros y tomados a los 50 días de edad.

TRATAMIENTOS	R E P L I C A C I O N E S			
	I	II	III	PROMEDIOS
EDAFICO				
2 - E	62.00	61.00	64.20	62.40
3 - E	62.20	64.20	61.20	62.53
4 - E	64.20	40.70	59.50	54.80
5 - E	68.50	45.20	63.20	58.97
FOLIAR				
6 - F	62.50	59.50	68.20	63.40
7 - F	68.00	68.20	54.00	63.40
8 - F	52.20	66.70	55.00	57.97
9 - F	58.70	65.20	58.00	60.63
TESTIGO				
1 - T	49.50	60.00	62.70	57.40

4.3. NUMERO PROMEDIO DE HOJAS POR PLANTA

Al observar la Tabla 6 en la cual se reportan los valores para el número promedio de hojas por planta se encontró que este número por tratamiento oscila entre los valores de 6.67 y 7.85 dándose el menor promedio para el testigo (1-T) en donde no hubo aplicación alguna de manganeso (Mn), y el máximo valor promedio correspondió al tratamiento 9 - F (aplicación foliar de 4,80 Kg/Mn/Ha). Al realizar el análisis estadístico para esta variable se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos foliares y edáficos, aunque todos sobrepasan el valor alcanzado por el testigo; pero al realizar el análisis estadístico para cada sistema de aplicación (foliar y edáfico) se encontró que entre los tratamientos edáficos no existe significancia, lo mismo que entre los tratamientos foliares, aunque en ambos casos se generan valores promedios superiores al testigo.

4.4. EL DIAMETRO PROMEDIO DEL TALLO

En la Tabla 7 se observan los resultados de este parámetro, con diámetros promedios de los tallos de las plantas que oscilan entre 9,70 y 10,90 milímetros (mm), con el máximo valor promedio para el tratamiento 9 F (4,80

TABLA 6. Número promedio de hojas por planta a los 50 días de edad del cultivo.

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			PROMEDIOS
	I	II	III	
EDAFICO				
2 - E	6.50	8.00	6.50	7.00
3 - E	8.50	8.00	6.00	7.50
4 - E	9.00	7.00	7.00	7.67
5 - E	6.50	7.50	7.50	7.17
FOLIAR				
6 - F	6.50	8.00	8.00	7.50
7 - F	8.00	8.00	7.00	7.67
8 - F	7.50	6.50	7.50	7.17
9 - F	8.00	8.00	7.50	7.83
TESTIGO				
1 - T	6.50	7.00	6.50	6.67

TABLA 7. Diámetros en milímetros de las plantas, tratamiento Edáfico y Foliar

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			PROMEDIOS
EDAFICO	I	II	III	
2 - E	10.20	12.00	11.00	11.07
3 - E	11.00	10.50	11.00	10.83
4 - E	11.00	8.00	10.20	9.80
5 - E	11.50	8.00	11.50	10.33
FOLIAR				
6 -F	8.20	10.20	10.70	9.70
7 - F	10.70	11.70	9.00	10.46
8 - F	8.20	11.00	10.00	9.73
9 - F	9.50	12.20	11.00	10.90
TESTIGO				
1 - T	8.50	12.00	12.00	10.83

Kg/Mn/Ha aplicación foliar) y el menor promedio para el tratamiento 6 F (0,60 Kg/Mn/Ha aplicación foliar).

Al realizar el análisis de varianza para esta variable, se encontró que al comparar los nueve (9) tratamientos no se presenta diferencia significativa entre ellos; pero al realizar el análisis de varianza para cada sistema de aplicación en forma independiente se encontró que para el sistema foliar, entre sus tratamientos no se genera diferencia significativa estadística mientras que para los tratamientos realizados edáficamente si se genera una diferencia significativa.

Como se puede observar sólo existe diferencia significativa para los tratamientos aplicación foliar con respecto al peso seco de la planta y aplicación edáfica con respecto al diámetro de las plantas.

Tisdale y Nelson (15), han indicado que en suelos alcalinos se puede reducir la solubilidad y disponibilidad del manganeso (Mn) debido a que este elemento sufre una oxidación. De la misma manera afirman éstos autores que existe una correlación negativa entre la cantidad de manganeso (Mn) divalente y el pH del suelo, por lo tanto es muy poca o nula la cantidad de manganeso

asimilable que puede ser tomado por las plantas; esta apreciación coincide con el presente trabajo y con la no respuesta de las plantas en términos generales a las aplicaciones edáficas del manganeso, ya que las condiciones del suelo podrían haber generado una oxidación sobre el elemento o que el efecto del pH sobre el material aplicado no lo haya dejado formar suficiente cantidad de manganeso divalente.

Es necesario tener en cuenta que los suelos estudiados son pobres en materia orgánica y se sabe que al aplicar manganeso en estas condiciones la mayor parte o el total pasará a no asimilable.

De todas maneras la información e investigación de éste elemento en condiciones de suelos afectados por sales y sodio es muy escasa.

La respuesta del manganeso con respecto a el diámetro de la planta, cuando se aplica edáficamente, posiblemente tenga su explicación; el manganeso (Mn) presenta su menor solubilidad a medida que aumenta el pH del suelo, y por tanto es posible que se generen algunas respuestas del elemento, aún bajo las condiciones del trabajo, además se puede agregar que la solubilidad aumenta con la

temperatura del suelo y los suelos afectados por sales y sodio son típicamente altos en su temperatura, éstos factores han podido influenciar para que la planta en un momento determinado haya podido asimilar alguna cantidad.

Se encontró que al aplicar a los suelos sulfato de calcio, carbonato de calcio y nitrato de calcio, el manganeso tenía más afinidad al pH que a las cantidades de calcio suministrado, lo que indica que es el pH el responsable del comportamiento del manganeso (Mn) en el suelo.

Es importante reconocer que los suelos afectados por sales y sodio y con pH elevado tendrán problemas con altas deficiencias de manganeso, lo cual no puede ser compensado en forma edáfica.

La respuesta de las plantas a la aplicación foliar con respecto al peso seco de las plantas, se debe a que las plantas si no pueden tomar el sistema radicular, si pueden tomar el manganeso por el sistema foliar, esto lo realizan las plantas con cualquier elemento.

Gómez (7), indica que los nutrientes difieren en su

movilidad dentro de la planta, desde altamente móviles hasta relativamente inmóviles. Esto tiene que ver con la aspersion foliar por cuanto las aspersiones con los nutrientes inmóviles tienen que ser frecuentes, aún en el caso de que las plantas los requieran en muy pequeñas cantidades, como es el caso del manganeso (Mn), que está clasificado como movilidad media a escasa. Esto dá una idea del por que no se dieron altas respuestas de las plantas a la aplicación del manganeso cuando se aplicó foliarmente.

Gómez (7) dice que existe una gran variación en la velocidad con que las plantas absorben los diferentes nutrientes. Además, un mismo nutriente no es absorbido con la misma velocidad por las diferentes plantas, como en el caso por ejemplo del manganeso y el Zinc, que son facilmente absorbido por el frijol, tan rapidamente como el apio o la papa absorben el nitrógeno. No obstante, estos dos elementos menores son de escasa movilidad y el nitrógeno tiene una movilidad muy alta.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados agronómicos obtenidos en el presente trabajo de investigación, se deducen las siguientes conclusiones:

1. El manganeso (Mn) como micronutriente aplicados al suelo no es asimilable por las plantas de sorgo cuando el suelo presenta problemas de sales y de sodio.
2. La poca o nula asimilación del manganeso por parte de las plantas podría deberse a que el manganeso se oxida en forma diferente a las de Mn^{++} .
3. Las aplicaciones foliares de manganeso al sorgo tuvieron respuestas significativas, debido especialmente a la poca o escasa movilidad del manganeso y a las altas temperaturas del área.
4. El sodio del suelo aunque en bajas cantidades afecta la asimilación del manganeso.

5. Los suelos usados presentan tenores de sodio que bloquean la asimilación de manganeso.

6. En los suelos afectados por sales y/o sodio el manganeso como fertilizante debe aplicarse siempre foliarmente.

7. Cuando se aplica el manganeso al suelo ^{sedico} como material fertilizante (micronutriente) este se pierde por lixiviación, ya que el sodio no lo deja entrar a la micela.

6. RESUMEN

En el presente trabajo se estudio la respuesta del Sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench) a diferentes dosis de manganeso en forma foliar y edáfica en suelos con problemas moderados de sales y sodio. Los suelos escogidos para tal caso fueron los de la Universidad del Magdalena, que presentan problemas moderados de sales y de sodio. La Universidad del Magdalena se encuentra ubicada en el Municipio de Santa Marta, región de San Pedro Alejandrino, y se caracteriza por presentar una escasa precipitación pluvial (660 mm anual) alta temperatura (30°C) y una humedad de (77%).

Para el estudio se tomó como planta indicadora el sorgo híbrido Canguro YS-60, por ser el cultivo que más se explota en suelos afectados con éstos problemas de sales y sodio. Los tratamientos usados fueron los siguientes: aplicación edáfica: 2.00, 6.00; 12.00 y 18.00 Kg/Mn/Ha. Aplicación foliar: 0.60, 1.20, 2.40, 4.80 Kg/Mn/Ha.

La fuente del manganeso fue el MnO_2 del 90% de pureza.

Al cultivo se aplicó para todos los tratamientos 100 Kg de 15-15-15 más 100 Kg de Urea/Ha antes de la siembra (5 días antes de la siembra). Las aplicaciones del manganeso edáfico se realizaron en una sola dosis directamente al suelo, mientras que las foliares se efectuaron divididas en tres dosis (10; 18 y 26 días de germinado).

El diseño usado fue un block al azar, se hizo análisis estadístico en forma individual para cada tipo de aplicación.

A los 50 días de germinado el cultivo se realizaron las diferentes mediciones de las variables en estudio (Altura de las plantas, grosor del tallo, número promedio de hojas y peso seco de las plantas).

Los resultados indican que las plantas tienden a responder a las aplicaciones del manganeso, pero no en una forma sustancial. Se encontró significancia estadística para las aplicaciones foliares cuando se estudió el peso seco de las plantas, de la misma manera se encontró diferencia significativa para el diámetro del tallo cuando se tratan edáficamente con manganeso. El mayor peso seco de las plantas se encontró con el tratamiento foliar de 1,20 Kg de Mn/Ha y el menor con la aplicación foliar de 2,40 Kg de Mn/Ha. La mayor altura se encontró con el tratamiento

foliar de 0,60 Kg/Mn/Ha y la menor con el tratamiento edáfico de 12.00 Kg/Mn/Ha. El mayor grosor del tallo se encontró con el tratamiento edáfico de 2,00 Kg/Mn/Ha y el menor grosor con el tratamiento foliar de 0,60 Kg/Mn/Ha. El mayor número de hojas promedio se dió con el tratamiento foliar de 4,80 Kg/Mn/Ha y el menor número promedio con el tratamiento testigo 0,00 Kg/Mn/Ha.

SUMMARY

The main objective of this research paper is to find out how Sorghum bicolor reacts to different quantities of manganese in foliated and edaphological way when it rises in soils with very low level of sodium salt.

The soil of Magdalena University was taken in order to do the test this was made because it has a very low level of sodium level. The Magdalena University is located near Santa Marta city and San Pedro Alejandrino place and it has the following environment conditions: 660 mm yearly rainfall precipitation, 30°C D. B. temperature, 77% relative Humidity.

A sample of canguro YS-60 (a sorghum by hybrid) was taken in order to perform the test and the treatment was:

- Edaphological application: 2.00 - 6.00 - 12.00 - 18.00 -
Kgm of Mn per hectare.
- Foliated application: 0.60 - 1.20 - 2.40 - Kgm of Mn per
hectare.

Mn was taken from a solution of MnO_2 , 90% pure.

For all treatment an application of 100 Kgm of 15-15-15 plus 100 Kgm of urea per hectare 5 day before to seed. The quantities of Mn in edaphological may made in one time to the soil. The foliated application was made in three times (10 - 18 - 26 day after they were germinated).

The statistical method used in this research paper was making block of data from the samples in random way.

After 50 day of germination measures were done, (height, thick of stem, number of leaves and dry weight of the plants.

As result of the experiment it was found the following points:

- Mn did not play a good role in the development of plants.
- An increment of dry weight in plants because of foliated application.
- The highest dry weight was with foliated application of 1.20 kgm Mn per hectare.
- The lowest dry weight was with foliated application 2.40 kgm Mn per hectare.
- The highest height was with foliated application 0.60

kgm Mn per hectare.

- The low est height was with edaphological application 12.00 kgm Mn per hectare.

The maximun thick was with edaphological application 2.00 kgm Mn per hectare.

The low est thick was with foliated application 0.60 kgm Mn per hectare.

- The maximun number of leaves was foliated application 4.80 kgm Mn per hectare.

- The low est number of leaves was with foliated application 0.00 kgm Mn per hectare.

7. BIBLIOGRAFIA

1. BLASCO, M. Guía para el estudio de los suelos. I.I.C.A. de D.E.A. Centro de enseñanza e investigación. Turrialba. Costa Rica 1968. Pág. 9 - 10.
2. BORNEMIZA, E. Metodología para la investigación de problemas de micronutrientes. Conferencia publicada en las memorias del V Coloquio de suelos Vo. IX. Bogotá Colombia 1978. Pág. 201 207.
3. BRUJES, J. A. Evaluación General de los micronutrientes en la estación experimental Caribia. Tesis de Grado Mag. Sc. Bogotá U.N.C. I.C.A. 1975. 17 p.
4. COOKE, W. Fertilizantes y sus usos. 2 Ed. México, S.E. 1965. 180 p.
5. DELVIN, R. M. Fisiología vegetal. Trad de Inglés por Xavier Limona. Barcelona, Omega. 1970. Pág. 3789 - 3990
6. I.C.A. Suelos y su Fertilidad. Centro Experimental de Tibaitatá. Bogotá. 1978.
7. GOMEZ, J. La Fertilización Foliar En: Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá. 1980.
8. LOPEZ JURADO, G. Funciones de algunos micronutrientes en las Plantas. Memorias de V Coloquio de Suelos. Vol. IX Bogotá D.E. 1978. Pág. 141 - 147.
9. LOPEZ, M.A. Problemas de Fertilización en Suelos Derivados de la Ceniza Volcánica en América Latina. Turrialba. Costa Rica. 1969.

10. LABANAUSKAS. Manganese in diagnostic criteria for plants and soil Berkely. University of California. California 1966.
11. LORA, S. R. Availability and distribution of zinc and micronutrientes cation in the plant as influenced by phosphorus fertilization. 1968. 124 p.
12. MALAVOLTA, E. al. La Nutrición Mineral de Algunas Cosechas Tropicales Berna Suiza. Institución Internacional de la Potasa 1964. 163 p.
13. OLSEN, S. R. Micronutrient Interactions. In: Micronutrientes in Agriculture. Madison, Wisconsin. Soil Science Society of América. 1972. Pág. 243 - 264.
14. STOLLER, J. H. Quelatos Metálicos, importancia como una fuente de micronutrientes. Memorias del V Coloquio de Suelos Vo. IX Bogotá. Colombia 1978. Pág. 154 - 159.
15. TISDALE, S. L. y Nelson, W. L. Fertilidades Suelos y Fertilizantes. Barcelona. España 1966.

