

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**



**Respuesta del Maíz (Zea mays L.) y Sorgo (Sorghum vulgare Pers.) a diferentes dosis de fertilización en sistemas agrícolas que aprovechan escurrimientos en el Sureste de Coahuila.**

**Por:**

**LUIS SÁNCHEZ SOTERO**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el**

**Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**

**MAYO DE 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**Respuesta del Maíz (Zea mays L.) y Sorgo (Sorghum vulgare Pers.) a diferentes dosis de fertilización en sistemas agrícolas que aprovechan escurrimientos en el Sureste de Coahuila.**

**TESIS**

Presentada Por:

**LUIS SÁNCHEZ SOTERO**

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Tesis aprobada por:

---

**DR. RAÚL RODRÍGUEZ GARCÍA**

Presidente del Jurado Examinador (UAAAN)

---

**DR. DIANA JASSO CANTÚ**

Asesor (UAAAN)

---

**ING. CARLOS ROJAS PEÑA**

Asesor (UAAAN)

---

**M.C. LUIS EDMUNDO RAMÍREZ RAMOS**

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**

**MAYO DE 2004**

## **A G R A D E C I M I E N T O S**

Hacia a todos nuestros grandes maestros de la enseñanza y del saber cotidiano que dotados de capacidad para ser dirigentes en la investigación y en la educación, siguen estimulándonos para un esfuerzo más productivo.

Al Dr. Raúl Rodríguez García, quién con sus sabios consejos, dirección y asesoramiento hicieron posible la realización de ésta tesis y sobre todo su amistad brindada.

A la Dra. Diana Jasso Cantú, por su apoyo, amistad, dirección y asesoramiento en el transcurso de la realización de este trabajo.

Al MC. Carlos Rojas Peña por su apoyo, amistad y sus valiosas aportaciones en vías de superar el presente trabajo.

A los profesores, investigadores del Departamento de Riego y Drenaje de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por su esfuerzo y enseñanzas recibidas supieron formarme como profesionista.

Agradezco al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) del Estado de Coahuila por la beca proporcionada para realizar ésta tesis.

Al personal de laboratorio de fitoquímica del Departamento de Fitomejoramiento, a la técnica Leticia Rodríguez González, Edith E. Chaires C., Guadalupe Moreno Esquivel y a los señores Jaime Alvarado, José Cabrera, Apolinar Rangel, quienes de alguna u otra manera colaboraron en el trabajo de campo para la realización de ésta tesis.

A las encargadas del laboratorio del Departamento de Riego y Drenaje, Maria del Socorro Mireles y Silvia Guerrero Martínez por los análisis físico-químico del suelo realizados en los tres ejidos.

A las secretarias del departamento de Riego y Drenaje, a Margarita Zamora Corvera y Francisca Rocha de León, por ser siempre eficientes cada día.

Un agradecimiento especial para la familia de Francisco Zamora del ejido de Jagüey de Ferniza, a la familia del señor Samuel Marinez del ejido Dos de Abril, al la familia del señor Heriberto Vitela del Ejido El Porvenir de Tacubaya, ya que fueron parte fundamental para la realización de ésta tesis.

A todos y a cada una de las personas que de alguna manera intervinieron en la realización del presente trabajo.

Con profundo respeto y dedicación a todos los maestros de esta universidad que formaron parte en mi formación como profesionista.

**Reflexión. “Educar a un hombre no es enseñarle algo que no sabia, si no hacer de el un hombre que no existía”.**

## **DEDICATORIAS**

**A Dios que hasta este momento me ha concedido vida y salud para presentar este trabajo.**

**A mi familia con mucho cariño y admiración:**

**A mis Padres:** Miguel Sánchez Sánchez  
Ignacia Sotero González

**A mis hermanos:** Emilio Sánchez Sotero  
Palmito de Jesús Sánchez Sotero  
Josefina Sánchez Sotero  
Ignacia Sánchez Sotero  
Micaela Sánchez Sotero  
Miguel Sánchez Sotero  
Guadalupe Sánchez Sotero  
Florentino Sánchez Sotero  
José Ignacio Sánchez Sotero

**Por los lazos que nos unen y por la Fe que en mi depositaron, de quienes he recibido apoyo y comprensión en mi peregrinar por la vida, sea para ellos mi cariño y admiración.**

**A mis cuñados (as) y sobrinos:**

Emilio Sánchez Sotero y su esposa Micaela Reyes Domínguez y mis sobrinos(as), Gabriela Sánchez Reyes, Miguel Sánchez Reyes, Yolanda Sánchez Reyes.

Palmito de Jesús Sánchez Sotero y su esposa Maria Bertha Lara Acevedo y mis sobrinos(as) Ana Laura Sánchez Lara, José Miguel Sánchez Lara.

Leoncio Morales Palacios y su esposa Josefina Sánchez Sotero y sus hijos mis sobrinos(as) Benita Morales Sánchez, Leoncio Morales Sánchez.

Juan Carlos Álvarez Castro y su esposa Ignacia Sánchez Sotero y mis sobrinos, Juan Carlos Álvarez Sánchez, Luis Benito Álvarez Sánchez y Miguel ángel Álvarez Sánchez.

Micaela Sánchez Sotero y mis sobrinos, Luisito S. S. y Miguel S. S.

Miguel Sánchez Sotero y su esposa Jessica Montelongo Saucedo y mi sobrina Fátima Sánchez Montelongo.

Oscar Mata Muñoz y su esposa Guadalupe Sánchez Sotero.

Florentino Sánchez Sotero y su esposa Cecilia Guadalupe Ferrer Pérez.

**Por el cariño, amistad y respeto que nos hemos demostrado siempre.**

A mis amigos(as) Agustín Barrera F., Lázaro Roque M., Mario Eliseo Roque C., Raymundo Sánchez A., Gaudencio Laureano F., Celicer Alberto López A., Benjamín Tirzo Sánchez, Misael Cruz C., Mario A. Cerda M., Fidencio, Rigoberto Loera A., Eusebio Ramos del A.; Ofelia González Morales Sandra Gisela Gómez Velásquez., Josefina Colorado F., Gabriela Ovando S., Jesabel Martínez F., Isabel García P., Lucero Escamilla L., Regina Santiago A., y a todos los compañeros de sexto, octavo semestre. Por encontrar en ellos el valioso Don de la amistad.

A mis compañeros Ingenieros Agrónomos Especialistas en Irrigación me es grato felicitarlos y desearles mucha suerte en su vida Professional.

**” Con profundo cariño y respeto a mi Alma Terra Mater.”**

## INDICE DE CONTENIDO.

	Página.
<b>AGRADECIMIENTOS.</b> -----	i
<b>DEDICATORIAS.</b> -----	iii
<b>INDICE DE CONTENIDO.</b> -----	vi
<b>INDICE DE CUADROS.</b> -----	ix
<b>INDICE DE FIGURAS.</b> -----	xi
<b>INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL APÉNDICE.</b> -----	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.</b> -----	1
1.1. Objetivos.-----	2
1.2. Hipótesis.-----	2
<b>II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.</b> -----	3
2.1. Origen, historia y distribución de los sorgos.-----	3
2.2 Características de la planta.-----	4
2.3 Tolerancia del sorgo a la sequía.-----	6
2.4. Clasificación y adaptación del sorgo.-----	7
2.5. Generalidades del cultivo de maíz.-----	8
2.5.1. Descripción botánica de la planta.-----	9
2.5.2. Valor nutritivo.-----	11
2.5.3. Clima.-----	12
2.5.4. Suelo.-----	12
2.5.5. Como obtienen humedad las plantas.-----	12

2.5.6. Requerimientos de agua por el cultivo.	14
2.5.7. Resistencia a la sequía.	15
2.5.8. Absorción de nutrientes.	17
2.6.9. Fertilización.	18
<b>III. MATERIALES Y METODOS.</b>	<b>20</b>
3.1. Localización geográfica y características del sitio experimental.	20
3.2. Clima.	21
3.3. Agua.	21
3.4. Suelo.	21
3.4.1. Jagüey de Ferniza.	22
3.4.2. Dos de Abril.	22
3.4.3. El Porvenir de Tacubaya.	23
3.5. Tratamientos evaluados y diseño experimental.	23
3.6. Establecimiento del experimento.	26
3.6.1. Preparación del terreno.	26
3.7. Mediciones del contenido de humedad.	27
3.8. Labores.	29
3.9. Cosecha.	29
3.9.1. Procedimiento.	29
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	<b>31</b>
4.1. Condiciones climáticas	31
4.2. Dinámica de la humedad del suelo	32
4.3. Rendimiento de forraje en sorgo y maíz.	37

4.3.1. Rendimiento en sorgo.-----	37
4.3.2. Rendimiento en maíz.-----	42
4.4. Rendimiento de maíz grano.-----	44
4.5. Respuesta por localidad.-----	46
4.5.1. Comparación del rendimiento promedio de materia verde y seca en sorgo forrajero y para grano en Jagüey de Ferniza y Dos de Abril.---	46
4.5.2. Comparación del rendimiento de grano en maíz criollo (MC) y mejorado (MM), en Jagüey de Ferniza y Dos de Abril.-----	49
4.6. Análisis comparativo de rendimiento.-----	50
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-----</b>	<b>51</b>
<b>VI. RESUMEN.-----</b>	<b>53</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.-----</b>	<b>54</b>
<b>VIII. APENDICE.-----</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINAS
No. 3.1. Materiales evaluados en los tres predios agrícolas.-----	24
No. 3.2. Dosis de fertilización empleados en los experimentos.-----	24
No. 3.3. Tamaño de la unidad experimental en los tres predios de investigación.-----	25
No. 3.4. Actividades realizadas en los ejidos.-----	29
No. 4.1. Rendimiento de materia verde en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.).-----	39
No. 4.2. Rendimiento de materia seca en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.).-----	39
No. 4.3. Porciento de humedad y materia seca en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) al momento de la cosecha en la localidad de Jagüey de Ferniza.-- -----	39
No. 4.4. Rendimiento de materia verde en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) en el ejido Dos de Abril (kg. / ha.).-----	41
No. 4.5. Rendimiento de materia seca en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) en el ejido Dos de Abril (kg. / ha.).-----	41
No. 4.6. Porciento de humedad y materia seca en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) al momento de la cosecha en la localidad Dos de Abril (kg. / ha.).- -----	42
No. 4.7. Rendimiento de materia verde en maíz mejorado (MM) y criollo (MC) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.).-----	43
No. 4.8. Rendimiento de materia seca en maíz mejorado (MM) y criollo (MC) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.).-----	43
No. 4.9. Rendimiento de grano en maíz mejorado (MM) y criollo (MC) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.).-----	44

- No. 4.10.** Rendimiento de grano en maíz mejorado (MM) y criollo (MC) en el ejido Dos de Abril (kg. / ha.)-----45
- No. 4.11.** Rendimiento de grano en maíz mejorado (MM) en el ejido El Porvenir de Tacubaya (kg. /ha.)-----46
- No. 4.12.** Rendimiento promedio (kg. /ha.) de materia verde en sorgo (sorgo forrajero y grano) en las localidades de Jagüey de Ferniza (JF) y Dos de Abril (DA).-----47
- No. 4.13.** Rendimiento promedio (kg. /ha.) de materia seca en sorgo (sorgo forrajero y grano) en las localidades de Jagüey de Ferniza (JF) y Dos de Abril (DA).-----48
- No. 4.14.** Rendimiento promedio (kg. /ha.) de grano en maíz (criollo y mejorado) en las localidades de Jagüey de Ferniza (JF) y Dos de Abril (DA).-----49
- No. 4.15.** Rendimientos medios regionales en maíz y sorgo. -----50

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINAS
No. 3.1. Ecuación de calibración del aspersor de neutrones.....	28
No. 4.1. Comparación de la precipitación media mensual durante el año 2003, con respecto a la precipitación media mensual de los años 1980-2002.....	31
No. 4.2. Contenido volumétrico de humedad en el suelo y humedad aprovechable (HA%) en el estrato (0-100 cm.), durante el ciclo de desarrollo de dos materiales de maíz (criollo- mejorado) y sorgo (grano-forrajero), bajo el tratamiento 1 de fertilidad.....	33
No. 4.3. Contenido volumétrico de humedad en el suelo y humedad aprovechable (HA%) en el estrato (0-100 cm.), durante el ciclo de desarrollo de dos materiales de maíz (criollo- mejorado) y sorgo (grano-forrajero), bajo el tratamiento 2 de fertilidad.....	34
No. 4.4. Contenido volumétrico de humedad en el suelo y humedad aprovechable (HA%) en el estrato (0-100 cm.), durante el ciclo de desarrollo de dos materiales de maíz (criollo- mejorado) y sorgo (grano-forrajero), bajo el tratamiento 3 de fertilidad.....	35
No. 4.5. Contenido volumétrico de humedad en el suelo y humedad aprovechable (HA%) en el estrato (0-100 cm.), durante el ciclo de desarrollo de dos materiales de maíz (criollo- mejorado) y sorgo (grano-forrajero), bajo el tratamiento 4 de fertilidad.....	36

## INDICE DE CUADROS EN EL APÉNDICE

CUADROS	PÁGINAS
<b>A-3.1.</b> Resultado de los análisis de suelo para el cultivo de maíz en el ejido Jagüey de Ferniza.-----	58
<b>A-3.2.</b> Resultados de los análisis de suelo para el cultivo de sorgo en el ejido Jagüey de Ferniza.-----	58
<b>A-3.3.</b> Resultados de los análisis de suelo para el cultivo de sorgo en el ejido Dos de Abril.-----	58
<b>A-3.4.</b> Resultados de los análisis de suelo para el cultivo del maíz en el ejido Dos de Abril.-----	59
<b>A-3.5.</b> Resultados de los análisis de suelo para el cultivo del maíz en el ejido El Porvenir de Tacubaya.-----	59
<b>A-4.6.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo para grano, del tratamiento 1, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	60
<b>A-4.7.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo forrajero, del tratamiento 1, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	60
<b>A-4.8.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo para grano, del tratamiento 2, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	61
<b>A-4.9.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo forrajero, del tratamiento 2, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	62
<b>A-4.10.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo para grano, del tratamiento 3, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	62
<b>A-4.11.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo forrajero, del tratamiento 3, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	63

<b>A-4.12.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo para grano, del tratamiento 4, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	63
<b>A-4.13.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo forrajero, del tratamiento 4, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	64
<b>A-4.14.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz criollo, del tratamiento 1, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	65
<b>A-4.15.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz mejorado, del tratamiento 1, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	66
<b>A-4.16.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz criollo, del tratamiento 2, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	67
<b>A-4.17.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz mejorado, del tratamiento 2, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	68
<b>A-4.18.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz criollo, del tratamiento 3, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	69
<b>A-4.19.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz mejorado, del tratamiento 3, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	69
<b>A-4.20.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz criollo, del tratamiento 4, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	69
<b>A-4.21.</b> Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz mejorado, del tratamiento 4, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).-----	70
<b>A-4.22.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia verde (kg. / ha.) en el cultivo de sorgo forrajero y para grano en el ejido Jagüey de Ferniza.-----	71
<b>A-4.23.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia seca (kg. / ha.) en el cultivo de sorgo forrajero y para grano en el ejido Jagüey de Ferniza.-----	71

<b>A-4.24.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia verde (kg. / ha.) en el cultivo de sorgo forrajero y para grano en el ejido Dos de Abril.-----	72
<b>A-4.25.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia seca (kg. / ha.) en el cultivo de sorgo forrajero y para grano en el ejido Dos de Abril.-----	72
<b>A-4.26.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia verde (kg. / ha.) en el cultivo de maíz criollo y mejorado en el ejido Jagüey de Ferniza.-----	73
<b>A-4.27.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia seca (kg. / ha.) en el cultivo de maíz criollo y mejorado en el ejido Jagüey de Ferniza.-----	73
<b>A-4.28.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de grano (kg. / ha.) en el cultivo de maíz criollo y mejorado en el ejido Jagüey de Ferniza.-----	74
<b>A-4.29.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de grano (kg. / ha.) en el cultivo de maíz criollo y mejorado en el ejido Dos de Abril.-----	74
<b>A-4.30.</b> Análisis de varianza en bloques al azar para el rendimiento de grano (kg. / ha.) en el cultivo de maíz mejorado en el ejido El Porvenir de Tacubaya.-----	75
<hr/> <b>A-4.31.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia verde (kg. /ha.) por localidad (factor A = jagüey de Ferniza-Dos de Abril y el factor B=materiales de sorgo).-----	75
<b>A-4.32.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia seca (kg. /ha.) por localidad (factor A = jagüey de Ferniza-Dos de Abril y el factor B=materiales de sorgo).-----	76
<b>A-4.33.</b> Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de grano en maíz (kg. /ha.) por localidad (factor A = Jagüey de Ferniza-Dos de Abril y el factor B=materiales de maíz).-----	76

## VI. RESUMEN

Se establecieron tres módulos de experimentación en comunidades agrícolas del Distrito de Desarrollo Rural 04 en el periodo Verano-Otoño del 2003 (Jagüey de Ferniza, Municipio de Saltillo, Dos de Abril y El Porvenir de Tacubaya del Municipio de General Cepeda). El Distrito esta ubicado en la región Sureste de Coahuila con **25° 25´** de Latitud Norte y los **101° 00´** de Longitud Oeste. La investigación consistió en evaluar el rendimiento de los materiales de maíz (**criollo de la región y variedad mejorada H-221 que proviene del INIFAP y es comercializada por la fundación Produce de Coahuila**) y sorgo (**para forraje se uso el híbrido sorgo X sudan marca Kingold, proveniente de Planview Texas y la variedad VANSB-2000 desarrollada por el programa de sorgo de la UAAAN, este último material es para la producción de grano para uso humano, pero se evaluó únicamente como forraje**) a diferentes dosis de nitrógeno y fósforo (**40-60-00, 80-60-00, 120-60-00 y un testigo 00-00-00**) y obtener información sobre la disponibilidad del agua en diferentes estratos de profundidad durante el ciclo del cultivo, así como generar tecnología agrícola, para que a nivel parcelario se consigan estrategias del manejo del cultivo para incrementar la producción al doble de la media regional como mínimo, en áreas donde se aprovechan los escurrimientos superficiales.

La evaluación de los tratamientos consistió en evaluar el rendimiento de forraje (en verde y seco) en maíz y sorgo, el grano se evaluó únicamente en maíz. En los módulos donde se evaluaron dos materiales de la misma especie (maíz criollo y mejorado), el diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas con arreglo en bloques al azar, con cuatro repeticiones y en donde se evaluó un solo material, el diseño fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela grande fue considerada el material vegetativo (maíz o sorgo) y la parcela chica las dosis de fertilización.

La siembra en Jagüey de Ferniza se efectuó con maquinaria el 21 de Junio del 2003, en el ejido Dos de Abril el día 7 de Agosto de forma manual y para el ejido El Porvenir de Tacubaya la siembra se efectuó con tiro por el productor el día 25 de Julio del mismo año.

Las mediciones del contenido de humedad solamente se realizaron en el ejido Jagüey de Ferniza a intervalos de 10 a 20 días.

La cosecha para forraje de maíz y sorgo se efectuaron cuando el grano presentaba el estado lechoso y el criterio en maíz para grano fue cuando presentaba la madurez fisiológica.

En el ejido Jagüey de Ferniza se cosechó 8 m<sup>2</sup> en el cultivo de sorgo forrajero y para grano. El sorgo forrajero se cosechó el día 8 de octubre del 2003 y el 30 de octubre el de grano. En los materiales de maíz se cosechó 6.8 m<sup>2</sup> (criollo y mejorado) el día 9 de diciembre del mismo año en el ejido Jagüey de Ferniza.

En el ejido El Porvenir de Tacubaya la cosecha de maíz (H-221) fue realizada el día 10 de Diciembre del mismo año. En el ejido Dos de Abril el sorgo forrajero fue cosechado el día 11 de noviembre y la variedad VANSB-2000 el día 20 de noviembre y los dos materiales de maíz el día 11 de Diciembre (ambos cultivos de sorgo se cosecharon un área de 8 m<sup>2</sup> y 6 m<sup>2</sup> en maíz).

El análisis estadístico del experimento resultó no significativo en los tratamientos de fertilización para los tres ejidos. El análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en los materiales de sorgo fue significativo ( $p < 0.05$ ) para el ejido Jagüey de Ferniza con 35,324.2 kg./ha., en el sorgo forrajero y 23,113.2 kg./ha., en la variedad VANSB-2000. Para el ejido Dos de

Abril fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ) con 18,451.1 kg./ha., en el sorgo forrajero y 9,441.4 kg./ha., la variedad VANSB-2000. En ambos ejidos la producción de materia seca fue no significativo, debido al alto contenido de agua en los tejidos al momento de la cosecha, en Jagüey de Ferniza fue de 80.75% en sorgo forrajero y 71.23% en la variedad VANSB-2000, para el ejido Dos de Abril fue de 79.77% en sorgo en sorgo forrajero y 67.03% en la variedad VANSB-2000. En los materiales de maíz, el rendimiento de materia verde y seca para el ejido Jagüey de Ferniza fue significativo ( $p < 0.05$ ), con 31,362.3 kg./ha., de materia verde en maíz criollo y 19,111.3 kg./ha., en maíz mejorado, en la producción de materia seca fue de 9,933.6 kg./ha., en maíz criollo y 3,949.6 kg./ha., en maíz mejorado. El análisis de varianza para el rendimiento de grano en maíz fue significativo ( $p < 0.05$ ) entre materiales para el ejido Jagüey de Ferniza, con 2,596.0 kg./ha., en maíz criollo y 1,980.2 kg./ha., en maíz mejorado. Mientras que para los ejidos Dos de Abril y El Porvenir de Tacubaya no presentó diferencias significativas.

El análisis de varianza para el rendimiento de materia verde y seca entre localidades (Jagüey de Ferniza y Dos de Abril) en los materiales de sorgo fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ), obteniendo una mayor producción en el ejido Jagüey de Ferniza con 29,218.5 kg./ha., de materia verde que 13,945.7 kg./ha., obtenido en el Dos de Abril, en cuanto a la producción de materia seca Jagüey de Ferniza obtiene mayor rendimiento con 6,719.8 kg./ha., que al obtenido en el ejido Dos de Abril con 3,423.5 kg./ha. Entre los materiales de maíz para grano no se encontraron diferencias entre localidades. El análisis comparativo de rendimiento de forraje en verde en los materiales de sorgo fue dos veces mayor al rendimiento medio regional, en los materiales evaluados de maíz el rendimiento de grano fue tres veces a la media regional. Se concluyó que las tres localidades fueron favorecidas debido a las aportaciones por lluvia y escurrimientos. Debido al mayor contenido de agua en los tejidos, el sorgo forrajero obtiene el mayor rendimiento de materia verde que la variedad VANSB-2000, prueba de ello fue que la producción de materia seca fue similar

estadísticamente. En los ejidos Jagüey de Ferniza y Dos de Abril el material criollo en maíz fue superior en rendimiento que la variedad H-221. En Jagüey de Ferniza, Dos de Abril y El Porvenir de Tacubaya, el efecto de las diferentes dosis de fertilización no tuvo impacto significativo sobre el rendimiento de los materiales de maíz y sorgo. El rendimiento de forraje en sorgo y maíz fue menor en el ejido Dos de Abril que en el ejido Jagüey Ferniza, debido a la demora en la fecha de siembra. No hubo efecto significativo en las localidades sobre el rendimiento de grano en maíz debido a las condiciones climáticas que se presentaron. El rendimiento de materia verde en sorgo fue el doble de la media regional y tres veces superior el rendimiento de grano en maíz. Se generó tecnología agrícola, obteniendo estrategias de manejo para incrementar la producción, bajo las condiciones de disponibilidad de agua en que se desarrollaron los experimentos.

## I. INTRODUCCION.

La región sur del estado de Coahuila está ubicada dentro de las zonas semiáridas del país, que se caracteriza por una escasa precipitación y mal distribuida, no siendo suficiente para satisfacer adecuadamente los requerimientos hídricos de los cultivos bajo temporal. Esta condición provoca una elevada siniestralidad en los cultivos básicos de la región como: maíz, sorgo, frijol, trigo entre otros (SIACON, 2000).

Una alternativa para incrementar la producción agrícola en esta zona es el de aprovechar los escurrimientos o esorrentías que se originan en cerros o lomeríos comunes en la fisiografía de esta región (Figuroa, S. B., 1990).

Las esorrentías son derivados de los arroyos mediante pequeñas obras hidrotécnicas para regar por anegamiento las tierras agrícolas mas cercanas a la cuenca donde se originan. A este sistema de distribución de agua se le conoce como sistema por entarquinamiento; el cual se ha practicado desde hace más de 2000 años en diferentes partes del mundo, (Ortega, R. F. J., 1987).

Este sistema fue probado en una superficie de cuatro hectáreas, en el ejido Jagüey de Ferniza, Municipio de Saltillo; Obteniéndose un incremento en el rendimiento de maíz de 1.5 toneladas, sin incorporar otro insumo (Ortega, Rodríguez y Peña., 1981).

La mayor disponibilidad de agua en el suelo para los cultivos, debido a al aprovechamiento de escurrimientos, es una condición favorable para incrementar el rendimiento de los cultivos en ésta región, utilizando variedades

o materiales que respondan a mayor disponibilidad de agua en el suelo y a la fertilización. He aquí el interés que surge de establecer experimentos con maíz y sorgo bajo diferentes dosis de fertilización y determinar sus rendimientos como respuesta ante ello, esta es la finalidad del presente trabajo.

## **1.2. Objetivos.**

- ✓ Evaluar la respuesta de materiales de maíz y sorgo donde se aprovechan escurrimientos, por localidad.
- ✓ Evaluar la respuesta de los dos cultivos a diferentes dosis de fertilización.
- ✓ Obtener información sobre la disponibilidad del agua en diferentes estratos de profundidad durante el ciclo del cultivo.
- ✓ Generar tecnología agrícola, para que a nivel parcelario se consigan estrategias del manejo del cultivo para incrementar la producción.
- ✓ Incrementar el rendimiento al doble de la media regional como mínimo.

## **1.3. Hipótesis.**

En las áreas agrícolas que aprovechan los escurrimientos superficiales, el rendimiento de maíz y sorgo puede ser incrementado significativamente, utilizando materiales mejorados y mediante la adición de fertilizantes incorporados al suelo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Origen, historia y distribución de los sorgos.

El sorgo es originario de África ecuatorial y de Asia, a partir de formas silvestres indígenas de ambos continentes. Existen datos que indican que el sorgo era un cultivo importante desde hace varios siglos y se cree que se cultivaba en Egipto desde hace más de 2,200 años A.C. (House, 1980).

El primer sorgo introducido a los Estados Unidos se cree que fue de origen Chino y se sembró por primera vez en 1953 en Long Island, New York.

En 1957 Leonard Wray introdujo a los Estados Unidos 16 variedades de sorgo procedentes de Natal Sur África, y los sembró en Georgia y South Carolina, que con el tiempo y mediante selección e hibridación formaron la mayoría de los tipos que actualmente se cultivan en dicho país. Los primeros granos de sorgo del grupo KAFFIR fueron traídos de África del Sur en 1976; El grupo FETERITA proviene del Sudan Anglo-Egipcio y fue introducido en el año de 1906, mientras que el HEGARIES y el Sudan provenientes de la misma región en 1908 (Albiñana, 1984).

Actualmente la planta se cultiva en muchas regiones de África, y extensamente también en la India, China, Manchuria y los Estados Unidos de Norteamérica. También es empleada en siembras comerciales en Asia menor, Pakistán, Irán, Corea, Japón, Australia y el Sur de Europa, México, Centro y Sur de África (House, 1980).

Actualmente se cultivan en los Estados Unidos de Norteamérica mas o menos 9, 000,000 de acres, de las cuales 3, 500,000 corresponden a granos y 5, 500,000 son cosechados como forraje verde o para ensilaje y 500,000 acres son usados en la producción de jarabes y a la producción de sorgo escobero le corresponde un área de 250,000 acres.

## **2.2. Características de la planta.**

El sorgo presenta una raíz adventicia fibrosa muy ramificada y una amplia distribución del sistema radicular y pueden formar el doble de raicillas laterales en cualquier etapa de desarrollo de la planta (Robles, 1990).

Durante los primero diez días posteriores a la emergencia, la plántula aumenta su tamaño en proporción aritmética al peso de la semilla (Robles, 1990).

El tallo presenta 8 o 10 yemas basales, las cuales cada una puede dar orígenes a un nuevo tallo, la cantidad que crezca dependerá de diferentes factores, como son: espacio entre plantas, humedad, fertilidad del suelo, foto período, vigor de la planta y el tiempo transcurrido. En general los híbridos dan mas macollas que las variedades originales (Leland, 1982).

Cada nudo del tallo (excepto el terminal en la base de pedúnculo), tienen una yema que puede originar una ramificación y una panoja, esta tendencia a ramificarse es mas frecuente cuando las plantas están muy separadas. La altura de la planta varía de 40 a 450 cms. La altura del tallo hasta el extremo de la panoja varía según el número y la longitud de los entrenudos y también según la del pedúnculo y la panoja (Wall Josephs y M. Ross William, 1980)

La longitud de los entrenudos determina la altura de la planta, pues una planta de la misma precocidad y en el mismo estado de madurez tendrá el mismo número de hojas nudos y entrenudos; siendo la diferencia de altura debida únicamente a la longitud de los entrenudos y no el número de ellos (Córdoba O. B., 1971).

La cantidad de nudos está determinada por los genes y la temperatura. La longitud del entrenudo varía según las combinaciones de cuatro o más factores genéticos y según el medio ambiente.

Todos los nudos del tallo producen una hoja cada uno, su número está correlacionado con la extensión del período de crecimiento vegetativo, el número total suele ser de 13 a 40 en las variedades y en los híbridos, mientras que en las zonas templadas oscila entre 15 a 30, incluyendo las 8 o 10 subterráneas.

Las hojas aumentan en forma progresiva de tamaño desde la hoja inicial de la plántula hasta la tercera o cuarta, anterior al extremo superior, luego disminuyen hasta la hoja terminal o bandera, el ancho máximo de la hoja es de 5 a 12 cms.

La panoja puede ser compacta, intermedia y difusa, según el largo de los entrenudos, la longitud y cantidad de ramificaciones, el ángulo auxiliar de estas y la cantidad, tamaño de las florillas fértiles (Wall Josephs y M. Ross William, 1980)

### **2.3. Tolerancia del sorgo a la sequía.**

En el sorgo juega un papel muy importante la raíz, pues este órgano es de gran importancia ya que es uno de los factores principales por lo cual este cultivo sea tan resistente a la sequía (Kuruvadi et al., 1980).

#### **a) Clima.**

Aquí los factores que mas influyen en la adaptación del sorgo es la humedad y la temperatura , pues aun teniendo la propiedad de entrar en estado de latencia en tiempos de sequía ,debe de tener humedad a tiempo para que pueda producir espigas y granos antes de las heladas, pues el sorgo es muy sensible a ellas. El sorgo destaca por su resistencia a las altas temperaturas, su tolerancia al estrés hídrico y su adaptabilidad a ser cultivado en suelos con ciertas proporciones de sales solubles (Robles, 1990).

#### **b) Altitud.**

Tiene una influencia en su crecimiento como en su rendimiento, pero trabajos realizados han demostrado que este factor va dejando de ser un problema, pues en México se ha cultivado el sorgo con éxito a una altura de 2650 metros sobre el nivel del mar (Soriano y Montaldi, 1980).

En relación a la semilla, esta puede nacer en diferentes condiciones, sin embargo, es necesario elegir el método mas conveniente según las características del terreno, haciendo énfasis en la conveniencia de sembrar en surcos, pues se consigue una mejor distribución de la semilla, se facilitan las labores culturales y se pueden aporcar; lo cual es muy importante en plantas que tienen tendencia al acame, siendo recomendable en el lomo de surco, cuando la siembra se hace en seco (Robles, 1990).

Para una buena producción de sorgo, es conveniente la aplicación de fertilizante, pues este cultivo eleva su rendimiento, aunque esto dependa del grado de productividad de cada suelo y de la relación con la secuencia de cultivos anteriores y practicas que se hayan sometidos, por lo tanto la cantidad de fertilizante (N-P) aplicar depende de los factores antes mencionados (Van Soest, 1998).

#### 2.4. Clasificación y adaptación del sorgo.

El sorgo es una gramínea de la sub-familia Pánicoideas, tribu de las Andropogoneae, siendo su nombre técnico Sorghum vulgare pers. Son anuales y se dividen según su uso en: a) sorgo para grano; b) sorgo forrajero; c) sorgo escobero y su clasificación taxonómica es la siguiente (Sandoval, 1991):

Reino.....	Vegetal
División.....	Trachaeophyta
Subdivisión.....	Pteropsidae
Clase.....	Angiospermae
Subclase.....	Monocotiledoneae
Grupo.....	Glumiflora
Orden.....	Graminales
Familia.....	Gramínea
Subfamilia.....	Panicoideas
Tribu.....	Andropogoneae
Género.....	Sorghum
Especie.....	vulgare o bicolor

Sandoval (1991), al evaluar los genotipos de sorgo bajo condiciones de sequía se encontró que casi el 50% de los genotipos resistentes, presentaron

mayor longitud y peso seco de raíz, esto se puede considerar como un posible mecanismo de adaptación.

El sorgo tiene un mejor desarrollo en los lugares en que las temperaturas son uniformemente altas durante el periodo de crecimiento. Este cultivo prospera en suelos con textura arcillo-limosa y arcillo-arenosa, profunda, nivelada y fértil, se desarrolla bien en alturas desde los 1500 metros sobre el nivel del mar (Vinall y Reed, 1981). También reportaron que la temperatura óptima para el crecimiento del sorgo era entre 32°C y 33°C, arriba de esta temperatura se retardaba el crecimiento.

## **2.5. Generalidades del cultivo de maíz.**

### **a) Historia.**

El maíz (*Zea mays* L.), es uno de los cultivos del nuevo mundo que ha experimentado un crecimiento mas espectacular en la agricultura moderna. Hoy ocupa el tercer lugar, después del trigo y el arroz, en la lista de la producción mundial.

Es la planta mas domesticada y evolucionada del reino vegetal, su introducción en Europa fue relativamente tardía alrededor de mediados del siglo XVI, pero pronto se convirtió en alimento de capital importancia (Biblioteca practica agrícola y ganadera, 1990).

En México, el maíz es el producto agrícola que tiene mayor identidad con la cultura mexicana, pues además de la importancia en la alimentación popular de zonas urbanas y rurales, fue el cultivo domesticado que permitió que surgieran culturas muy importantes en nuestro país, como la olmeca, maya, teotihuacana, tolteca y la mexicana (Sánchez et al., 1998).

Se vigoriza la hipótesis de que su origen geográfico se localiza posiblemente en México y Centro América.

b) Clasificación Taxonómica del Maíz (Zea mays L.).

Reino-----Vegetal  
División-----Tracheophyta  
Subdivisión-----Pteropsidae  
Clase----- Angiospermae  
Subclase -----Monocotiledoneae  
Grupo-----Glumiflora  
Orden-----Graminales  
Familia-----Gramineae  
Tribu-----Maydeae  
Genero-----Zea  
Especie-----mays

**2.5.1. Descripción botánica de la planta.**

La descripción botánica del maíz según Robles S. R. (1990), es la siguiente:

a) Ciclo vegetativo.

El maíz es una especie vegetal con habito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según variedades, encontrándose algunas tan precoces de 80 días, hasta las mas tardías con alrededor de 200 días desde la siembra hasta la cosecha.

b) Clasificación sexual.

El maíz es una planta sexual monoica, unisexual incompleta, imperfecta (Pistiladas y estaminadas).

Sexual: Porque se multiplica a base de una semilla, cuyo embrión se origina de la unión de un gameto masculino y un femenino.

c) Hojas.

El número de hojas por planta es variable, encontrándose plantas desde ocho hojas hasta alrededor de 21. El número mas frecuente es de 12 a18, con un promedio de 14. Este número obviamente depende del número de nudos del tallo, ya que en cada nudo emerge una hoja.

d) Fruto.

Botánicamente su fruto es un cariósipide, conocido comúnmente como semilla o grano.

e) Raíz.

Son fibrosas y se distinguen tres clases: raíces temporaleras, permanentes y adventicias o de anclaje. Las dimensiones del deposito de reserva de agua disponible para la planta se determinan, en su mayor parte, por las características de la raíces. La distribución de éstas determina su forma de extraer la humedad.

f) Tallo.

Es más o menos cilíndrico, formado por nudos y entrenudos, el número de estos es variable, generalmente son de 8 a 21.

### **2.5.2. Valor nutritivo.**

Amaya et al., (2001), concluyeron que en maíz, el rendimiento y la calidad nutritiva se ven afectados por varios factores, tales como el material genético, densidad de plantas, fertilidad del suelo, así como las condiciones ambientales.

Todos los tipos de maíz que se producen en México tienen composición bioquímica similar (FAO, 1994):

- ❖ Almidones o carbohidratos, 69 %.
- ❖ Humedad, 12 %.
- ❖ Grasas o lípidos, 4%.
- ❖ Cenizas o minerales, 4%.
- ❖ Celulosa o parte no digerible, 3 %.
- ❖ Proteína, 8 %.

Una ración de 100 gramos de maíz blanco suministra 350 calorías; 8.3 gramos de proteína; 69.6 gramos de carbohidratos; 159 mg de calcio; 2.3

mg de hierro y en pequeñas proporciones, vitaminas B1 y B2. Estos coeficientes son similares en el caso del maíz amarillo.

### **2.5.3. Clima.**

El maíz requiere una temperatura media optima durante su ciclo vegetativo de 25° a 30° C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es mas bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C.

El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C (Robles, S. R., 1990)

### **2.5.4. Suelo.**

El maíz se desarrolla mejor en suelos bien drenados y fértiles, los factores muy importantes para el establecimiento del cultivo son: Los suelos en cuanto a su fertilidad y su textura como es un suelo arcilloso bien aireado y profundo, que contengan abundante en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, el pH a los que mejor se adaptan son de 6 a 7 (Robles, S.R., 1990).

### **2.5.5. Como obtienen humedad las plantas.**

La mayoría de las plantas tienen una gran superficie de absorción en su raíz. Cerca del extremo en crecimiento de cada raíz o raicilla existen muchos pelos que están en contacto directo con las partículas del suelo y con los

espacios de aire donde obtienen oxígeno. Mediante gradientes de potencial hídrico los pelos de su raíz extraen humedad de la película acuosa que envuelve cada partícula del suelo (Ortiz V. y Ortiz S., 1987).

Dos fenómenos explican como la planta obtiene la enorme cantidad de agua que consume y transpira; por el movimiento capilar del agua hacia la raíz de la planta y el crecimiento de las raíces en la tierra húmeda.

Las raíces al absorber la humedad del suelo, ocasiona que aumente la tensión alrededor de las partículas del suelo y el agua se mueve hacia esos puntos de absorción. La eficacia del proceso capilar depende de la cantidad de agua que se suministre a la raíz y de la velocidad con que se surte. Sin embargo, cuando el contenido de humedad en el suelo es bajo, se observa poco desplazamiento de la raíz y es concebible, que al acercarse al punto de nivel de marchitamiento, cualquier dotación de agua que llegue a la raíz debe moverse en su busca. Durante los periodos favorables de crecimiento las raíces se alargan a menudo con tanta rapidez que los contactos con la humedad son satisfactorios y pueden mantenerse incluso cuando el margen de humedad decline y sin la ayuda del proceso capilar. Cuando la raíz se ha desarrollado bien durante el periodo favorable de crecimiento, la planta puede captar humedad necesaria de las capas más profundas. Por lo tanto si las raíces en la parte superior del terreno han agotado la humedad en esa altura hasta el punto de marchitamiento, las necesidades de las plantas pueden satisfacerse si las raíces han logrado profundizar hasta las capas inferiores que aun contienen humedad adecuada. Para las mayorías de las plantas, la concentración de raíces absorbentes es mayor en la parte superior de la zona radicular (por lo general a unos 30 cm. de la superficie) y cerca de la base de la planta (Ortiz V. y Ortiz S., 1987)

El grado de extracción es más rápido en la zona de mayor concentración de la raíz y bajo condiciones favorables de temperatura, aireación. Teniendo en

cuenta que el agua también se evapora desde los primeros centímetros superiores del terreno, la humedad en dicha zona se agota rápidamente. Al disminuir la humedad, la tensión aumenta de manera que la planta obtiene humedad de las capas inferiores (Sánchez et al., 1998).

#### **2.5.6. Requerimientos de agua por el cultivo.**

El agua constituye alrededor de las tres cuartas partes o más del peso de las plantas vivientes. Es utilizada en la reacción de fotosíntesis para la formación de azúcares. El agua en forma molecular entra en varias reacciones metabólicas dentro de la planta (Palacios, 1994).

Este autor hace énfasis en que el cultivo para que pueda desarrollarse en forma normal necesita agua en cantidad considerable, que puede ser proporcionado por la lluvia en algunos lugares y en otros es necesarios complementar sus necesidades mediante el uso del riego.

Penman, citado por Ortiz V. y Ortiz S., 1987, mencionan que las demandas de agua por los diferentes cultivos pueden ser las mismas si se desarrollan en un mismo suelo y en una misma estación. La función que desempeña el agua dentro de la planta son numerosas, pero la cantidad de agua directamente requerida para estos propósitos es limitada. El total de los requerimientos de agua por la planta son para transpirar a fin de conservar su temperatura dentro de los límites de la tolerancia.

A medida que la transpiración se incrementa durante el día, el potencial hídrico del mesófilo de las células decrece. Esta disminución se transmite progresivamente a través de la planta, hasta la pared celular de los pelos radicales, con lo que se desarrolla un gradiente de potencial hídrico de mayor a

menor nivel de energía .Este gradiente es la fuerza de conducción del agua a través del sistema (Van-der Hornet, citado por Lira R., 1994).

La cantidad, distribución y eficiencia de la lluvia son factores importantes en la producción de maíz, la demanda de agua para producir elevados rendimientos, en algunas regiones es superior en un 50% o más a la lluvia normal en los meses de Junio, Julio y Agosto, por lo tanto, los elevados niveles de producción dependen en gran medida de la utilización del agua almacenada en el perfil del suelo (Jugenheimer, 1981).

#### **2.5.7. Resistencia a la sequía.**

La resistencia a la sequía, desde el punto de vista agrícola, es la capacidad de una planta cultivada para rendir su producto económico con agua disponible limitada. Evolutivamente, la resistencia a la sequía es la capacidad de una planta o especie para sobrevivir y reproducirse bajo humedad limitada (Qualset, en Fisher et al., 1983).

Kramer (1980), define a la sequía como un estrés ambiental con suficiente duración como para producir un déficit de agua en la planta, que provoca disturbios en los procesos fisiológicos.

Según Quinzenberry (1981), sequía es cualquier periodo durante el cual, las deficiencias de agua pueden ser consecuencia de un suministro escaso, una demanda elevada humedad, por la planta y/o suelo, la duración de este periodo determina la magnitud del daño ocasionado en el crecimiento y desarrollo de la planta.

El estrés hídrico es actualmente uno de los conceptos más empleados para interpretar la relación Agua-Suelo-Clima., donde se postulo lo siguiente (Kramer ,1980):

- ❖ El crecimiento de las plantas se encuentra controlado directamente por el estrés hídrico de ésta y solo indirectamente por el estrés hídrico de la atmósfera y el suelo.
- ❖ Cuando el estrés hídrico en la planta es muy elevado provoca la disturbacion de los procesos fisiológicos ocasionando la muerte por desecación.
- ❖ El déficit hídrico se produce siempre cuando la pérdida de agua por transpiración es mayor que la absorbida.

Rosielle y Hamblin (1981), definen la tolerancia a estrés como la diferencia en rendimiento entre un ambiente de estrés y uno de no estrés, La tolerancia esta definida por una pequeña diferencia en la productividad entre dos ambientes.

Quinzenberry (1981), menciona que el término resistencia a la sequía esta relacionado con un ambiente desfavorable por falta de humedad y se refiere a la capacidad de un genotipo para ser mas productivo que otro, con una determinada cantidad de humedad en el suelo. Existen un gran número de adaptaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas que permiten a las plantas evadir o tolerar periodos de sequía.

Un evasor de la sequía debe mantener un potencial hídrico alto cuando se expone a un estrés hídrico externo. Hay dos tipos diferentes de evasión de sequía (Levit, 1972):

- ❖ Por medio de conservación del agua.
- ❖ Por medio de absorción de agua lo suficientemente rápido como para mantener el equilibrio con la pérdida de la misma.

### **2.5.8. Absorción de nutrientes.**

Se ha observado que la absorción de nutrientes varía ampliamente, dependiendo del nivel de fertilidad del suelo y de las condiciones ambientales. El maíz toma de los suelos nutrientes en grandes cantidades desde unos 10 días antes del surgimiento de la espiga hasta alrededor de 25 a 30 días después de su formación. La absorción de nitrógeno tiene un promedio máximo de más de 4.5 kilogramos por hectárea por día, durante la fase de la formación de la panoja y de los cabellos de la mazorca (Rojas, G. M., 1978).

El ritmo de acumulación de nutrientes en la planta varía en cierto grado con el nivel de nutrientes que el suelo contenga. Las concentraciones de nutrientes relativamente elevadas en la planta, son necesarias para el crecimiento máximo durante el periodo de desarrollo vegetativo. Las hojas retienen gran parte del nitrógeno absorbido del suelo antes de formarse la panoja. No obstante que ellas constituyen solo el doce a catorce por ciento del total de materia seca producida, más del treinta por ciento del total de nitrógeno tomado está contenido en las hojas antes de que principie la translocación al grano (Van Soest, 1998).

La absorción de elementos fertilizantes por los vegetales dista mucho de ser regular. Alcanza su intensidad máxima en la época de la floración. En este momento un cultivo de maíz absorbe cinco kilogramos por hectárea por día de elementos nutritivos. Durante el periodo que se extiende desde 10 días antes

de la floración hasta 30 días después de ella, el maíz absorbe las tres cuartas partes de los elementos nutritivos que necesita (Bunner y Galston, 1973).

### **2.5.9. Fertilización.**

La clase y cantidad de fertilizantes requeridos por un cultivo es una de las decisiones que con más frecuencia tienen que enfrentarse técnicos y agricultores.

El empobrecimiento de los suelos, la obtención de híbridos y variedades con mayor potencial de producción que los sembrados actualmente así como la generación cada vez mas creciente de información sobre técnicas de laboratorios respuestas de los cultivos de campo y el costo cada vez mayor de los fertilizantes, son algunos de los aspectos mas comunes relacionados con el problema de fertilización (Van Soest, 1998).

La nutrición ayuda a aumentar la producción de grano en calidad y cantidad, al influir en la producción de clorofila y la elaboración de azúcares, lípidos, proteínas y otros tipos de compuestos, por lo que la planta necesita nutrimentos para su optimo desarrollo (Alcalde, 1980).

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario recordar los criterios que deben considerarse para ajustar más a la realidad y con sentido práctico la recomendación de fertilizantes, estos son (Agenda técnica agrícola):

- ❖ Conocer la cantidad de nutrimentos del suelo.
- ❖ Los requerimientos nutricionales del cultivo.
- ❖ La eficiencia de los fertilizantes.

El maíz responde ampliamente a la incorporación de fertilizantes, especialmente de nitrógeno, fósforo y potasio. Los híbridos deseables solo pueden alcanzar su máxima expresión cuando las plantas se desarrollan en suelos bien abastecidos con cantidades balanceadas de nutrientes. Es necesario, hacer la recomendación de aplicar la mitad de las unidades de nitrógeno y todas las unidades de fósforo de la fórmula total óptima, al momento de la siembra y el resto de las unidades de nitrógeno dividirlos en el número de cultivadas contempladas. Se realiza preferentemente en banda y en líneas con las distancias correspondientes en la siembra y después en las plantas. La dosis de aplicación debe ser basándose en el análisis del suelo y a los requerimientos del cultivo.

En el norte México las siembras se realizan generalmente en suelos de origen aluvial, donde la mayoría presentan problemas de nitrógeno y en menor superficie son deficientes en fósforo.

En esta región agrícola un alto porcentaje de productores aplican fertilizantes nitrogenados, algunos también aplican a base de fósforo y son pocos los agricultores que no aplican abonos al sorgo y al maíz por lo que los rendimientos por hectárea son inferiores a las medias de producción que se obtienen a nivel nacional.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización geográfica y características del sitio experimental.

Se establecieron tres módulos de experimentación en comunidades agrícolas del Distrito de Desarrollo Rural 04 en el periodo Verano-Otoño del 2003. El Distrito esta ubicado en la región Sureste del estado de Coahuila con 25° 25' de Latitud Norte y los 101° 00' de longitud Oeste.

Los módulos de experimentación se ubicaron en los siguientes predios agrícolas:

- 1) Jagüey de Ferniza, Municipio de Saltillo: Parcela de Sr.Manuel Zamora Cancino y Francisco Zamora Cancino. Sus coordenadas geográficas son: 101° 02'17'' longitud Oeste y una latitud de 25°13'47'', con una altura sobre el nivel del mar de 2038 metros.
- 2) Dos de Abril, Municipio de General Cepeda: Parcela del Sr.Samuel Marinez .Sus coordenadas geográficas son: 101°34'46'' longitud Oeste y una latitud de 25°21'05'', con una altura sobre el nivel del mar de 1550 metros.
- 3) El porvenir de Tacubaya, Municipio de General Cepeda: Parcela del Sr.Heriberto Vitela. Sus coordenadas geográficas son: 101°25'35'' longitud Oeste y una latitud de 25°22'30'', con una altura sobre el nivel del mar de 1560 metros.

### **3.2. Clima.**

El clima en el ejido Jagüey de Ferniza es de tipo semiárido .Para esta región las heladas se presentan muy tempranas, desde el 15 de septiembre y las tardías hasta el 10 de Abril.

El clima en el ejido El Porvenir de Tacubaya y Dos de Abril se define como seco estepario.

La precipitación pluvial anual para los tres ejidos es menor a los 300 mm, siendo los meses de julio a septiembre los más lluviosos.

### **3.3. Agua.**

La precipitación y el manejo de las escorrentías son las únicas entradas de agua para el cultivo en los tres ejidos.

### **3.4. Suelo.**

Para tener un mejor conocimiento de las características del suelo, se efectuaron análisis físico-químico de los suelos de las parcelas de maíz y sorgo en los diferentes módulos, los resultados se encuentran en el apéndice en los siguientes cuadros: A-3.1, A-3.2, A-3.3, A-3.4, A-3.5.

A continuación se describirá las características de los suelos:

### **3.4.1. Jagüey de Ferniza.**

- ❖ La textura es arcillosa.
- ❖ El pH es medianamente alcalino.
- ❖ No presenta problemas de salinidad.
- ❖ El contenido de materia orgánica es extremadamente rico.
- ❖ Para el caso del sorgo los tres estratos fueron extremadamente ricos en potasio y para el caso del maíz extremadamente pobre.
- ❖ El contenido de nitrógeno es rico y mediano.
- ❖ En fósforo es mediano y medianamente rico.
- ❖ Alto en carbonatos totales.

### **3.4.2. Dos de Abril.**

- ❖ La textura es arcillosa.
- ❖ El pH es medianamente alcalino.
- ❖ No presenta problemas de salinidad.
- ❖ El contenido de materia orgánica es medianamente rico para el primer estrato y medianamente pobre para el segundo en la parcela del maíz. En la de sorgo el contenido es mediano en el primer estrato y medianamente pobre en el segundo.
- ❖ El contenido de potasio en ambos estratos es extremadamente rico para los dos cultivos.
- ❖ El contenido de nitrógeno es medianamente pobre y extremadamente pobre para el caso del maíz, pobre y extremadamente pobre para el caso del sorgo.
- ❖ En fósforo es medianamente pobre para el primer estrato y muy pobre para el segundo en ambos cultivos.
- ❖ Alto en carbonatos totales.

### **3.4.3. Porvenir de Tacubaya.**

- ❖ La textura es migajón arcilloso.
- ❖ El pH es medianamente alcalino para ambos estratos del suelo en el cultivo de maíz.
- ❖ No presenta problemas de salinidad.
- ❖ El contenido de materia orgánica es mediano para ambos estratos en el cultivo.
- ❖ El potasio es extremadamente rico en el primer estrato y medianamente pobre en el segundo.
- ❖ El contenido de nitrógeno en el primer estrato es medianamente pobre y pobre en el segundo.
- ❖ En fósforo es medianamente pobre para ambos estratos en el cultivo.
- ❖ Es bajo y medio en carbonatos totales para ambos estratos en el cultivo.

### **3.5. Tratamientos evaluados y diseño experimental.**

La investigación consistió en evaluar en áreas que aprovechan escurrimientos el rendimiento de materiales vegetativos de maíz y sorgo, fertilizados con dosis de nitrógeno y fósforo. El principal fundamento, es que bajo condiciones de mayor disponibilidad de agua por los escurrimientos, se puede promover el incremento en el rendimiento utilizando variedades mejoradas y fertilizantes.

Como se citó anteriormente los experimentos se establecieron en tres ejidos: Jagüey de Ferniza (1); Dos de Abril (2); y El Porvenir de Tacubaya (3).

En el siguiente cuadro 3.1 se presentan los materiales que fueron evaluados.

**Cuadro 3.1. Materiales evaluados en los tres predios agrícolas.**

Ejido	Maíz		Sorgo	
	De la región	Mejorado	Forrajero	Grano
1	Criollo	H-221	Kingold	VANSB-2000
2	Criollo	H-221	Kingold	VANSB-2000
3		H-221		

El material criollo de maíz es el que siembra el productor y el material mejorado (H-221) proviene del INIFAP y es comercializado por la fundación Produce de Coahuila. En el caso del sorgo para forraje se evaluó el híbrido sorgo X sudan marca Kingold, proveniente de Planview Texas y la variedad VANSB-2000 desarrollada por el programa de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, este último material es para producción de grano para uso humano, pero se evaluó únicamente como forraje.

En las tres áreas agrícolas se evaluaron igualmente para maíz y sorgo los mismos cuatro tratamientos de fertilización, los cuales se presentan en el cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2. Dosis de fertilización empleados en los experimentos.**

Tratamiento	Dosis en Kg. / ha		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
T1	0	0	0
T2	40	60	0
T3	80	60	0
T4	120	60	0

En los módulos donde se evaluaron dos materiales de la misma especie (Jagüey de Ferniza y Dos de Abril), el diseño utilizado fue de parcelas divididas con arreglo en bloques al azar, con cuatro repeticiones. La parcela grande fue considerada el material vegetativo (maíz o sorgo) y la parcela chica las dosis de fertilización.

En los módulos donde se evaluó un solo material de maíz o sorgo y las dosis de fertilización, el diseño fue de bloques al azar con cuatro repeticiones.

La evaluación de los tratamientos consistió en el rendimiento de forraje y grano en maíz y de forraje en sorgo.

El tamaño de la unidad experimental en cada ejido se presenta en el cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3. Tamaño de la unidad experimental en los tres predios de investigación.**

Ejido	Cultivo	Separación entre Surcos(m)	Numero de Surcos	Largo del Surco(m)	Área de la Unidad Experimental(m <sup>2</sup> )
1	Maíz	0.80	6	7	33.6
	Sorgo	0.80	6	7	33.6
2	Maíz	0.85	6	7	35.7
	Sorgo	0.85	6	7	35.7
3	Maíz	0.72	7	7	35.2

### **3.6. Establecimiento del experimento**

#### **3.6.1. Preparación del terreno.**

El predio de Jagüey de Ferniza fue preparado con un subsuelo previo a la temporada de lluvias y en los ejidos Dos de Abril, Porvenir de Tacubaya y se barbechó antes de las lluvias. El suelo se rastreó antes de la siembra en los ejidos Dos de Abril y El Porvenir de Tacubaya.

##### **a) Siembra.**

La siembra en Jagüey de Ferniza se efectuó con maquinaria el 21 de junio del 2003, el maíz mejorado se sembró con una densidad de 64,285 plantas por hectárea (de 8 a 10 semillas por 1.75 metros), el maíz criollo se sembró con una densidad de 121,428 plantas por hectárea (de 17 semillas por 1.75 metros).

Para el cultivo de sorgo forrajero se empleó una densidad de 1'928,571 plantas por hectárea (270 semillas por 1.75 metros).

Y para el sorgo para grano se utilizó una densidad 1'100,000 plantas por hectárea (154 semillas por 1.75 metros).

En el ejido Dos de Abril debido a la demora de las lluvias se sembró el día 7 de agosto del 2003, una densidad de 16.66 Kg./ha., para obtener 50,000 plantas por hectárea en maíz (criollo y mejorado) y para el sorgo (Kingold y VANSB-2000) se empleó una densidad de 20 kilogramos por hectárea.

En el ejido El Porvenir de Tacubaya la siembra se efectuó con tiro y la efectuó el productor el 25 de julio del 2003, se utilizó una densidad de 10 Kg. / ha., en maíz mejorado para obtener 29,000 plantas por hectárea.

#### **b) Fertilización.**

El criterio de aplicación de fertilizante tanto en maíz como sorgo fue el de incorporar en el tratamiento (40-60-00) toda la dosis al momento de la siembra y en los tratamientos (80-60-00) y (120-60-00) la mitad del nitrógeno y todo el fósforo. En la segunda aplicación se incorporó el nitrógeno restante, previo a la escarda.

En el ejido Jagüey de Ferniza, la primera aportación se hizo inmediatamente después de la siembra, se incorporó manualmente a un lado de la línea de siembra de la semilla y se cubrió con suelo utilizando azadones. La segunda aportación se efectuó el día 14 de Septiembre del mismo año. El 25 de julio del 2003 se distribuyó manualmente el fertilizante en el ejido El Porvenir de Tacubaya antes de que se efectuara la siembra se repartió en líneas a la misma separación de siembra y posteriormente se incorporó al suelo por medio de un paso de rastra. La segunda aportación se efectuó el día 29 de Septiembre del mismo año.

En el ejido Dos de Abril se siguió el mismo procedimiento de distribución de fertilizante que en el ejido El Porvenir de Tacubaya. La segunda aportación se efectuó el día 27 de Septiembre del mismo año.

#### **3.7. Mediciones del contenido de humedad.**

Las mediciones del contenido de humedad solamente se realizaron en el ejido de Jagüey de Ferniza. Se instalaron tubos de aluminio de 2 pulgadas de

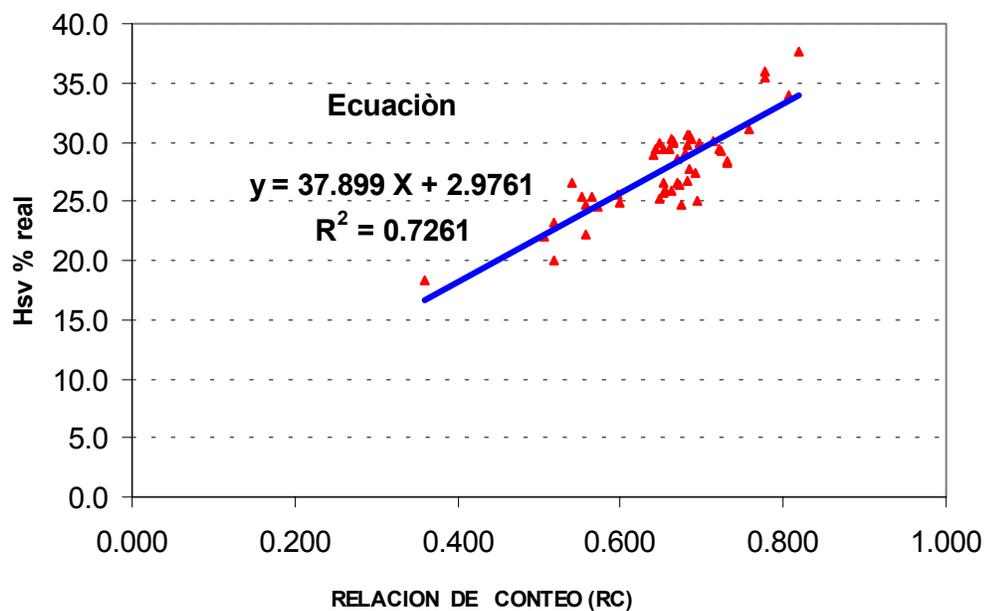
diámetro con 2 metros de largo, en el bloque 8 (Tratamiento 1), 12 (Tratamiento 2), 6 (Tratamiento 3), 4 (Tratamiento 4),

Se perforó dos metros de profundidad con barrenas, se metieron los tubos y se procedió a medir la humedad con el aspensor de neutrones en los diferentes estratos del suelo.

Las mediciones de humedad se efectuaron a intervalos de 10 a 20 días.

Se instaló un pluviómetro para el registro de la precipitación en este ejido mencionado.

Previo a la siembra, se efectuó la calibración del aspensor de neutrones como se muestra en la figura.3.1.



**Figura 3.1. Ecuación de calibración del aspensor de neutrones.**

### 3.8. Labores.

Las labores que se realizaron en los tres ejidos citados anteriormente se observan en el siguiente cuadro 3.4 con sus respectivas fechas.

**Cuadro 3.4. Actividades realizadas en los ejidos.**

Ejido	1er Deshierbe	2do Deshierbe	3er Deshierbe	Escarda
1	14-Agosto-03	12-Sept.-03	10-Oct.-03	01-Agosto-03
2	13-Sept.-03	27-Sept.-03	02-Oct.-03	
3	13-Sept.-03	04-Oct.-03		30-Agosto-03

### 3.9. Cosecha.

#### 3.9.1. Procedimiento.

La cosecha para forraje tanto de maíz y sorgo se efectuó cuando el grano presentaba el estado lechoso. En criterio en maíz para grano, fue cuando presentaba la madurez fisiológica.

En la evaluación del forraje, se cosechó la parcela útil e inmediatamente después se pesó el total de las plantas muestreadas, después se tomaron tres submuestras de 400 a 700 gramos y fueron llevadas al laboratorio para ser secadas en el horno. Después de esto, se calculó el porcentaje promedio de materia seca por las submuestras, para después calcular la cantidad de materia seca en cada parcela útil. El rendimiento se extrapoló a kilogramos por hectárea.

Para evaluar el rendimiento de grano, se cosechó las mazorcas de la parcela útil y se pesaron inmediatamente después. Se tomo una submuestra de

5 mazorcas que fueron llevadas al laboratorio donde se desgranaron. Posteriormente se peso el grano y el olote y se calculó el porcentaje promedio de grano por mazorca.

Así mismo se midió el contenido de humedad en el grano con un medidor digital. Con el porcentaje de grano por mazorca, se calculó el peso de grano en la muestra, se corrigió a peso seco con un contenido de humedad de 14 % y se extrapolo a kilogramos por hectárea.

En el ejido Jagüey de Ferniza se cosechó un área de 8 m<sup>2</sup> en sorgo, para forraje (híbrido sorgo X sudan marca Kingold, proveniente de Planview Texas) y grano (la variedad VANSB-2000). El día 8 de Octubre del 2003 se cosechó el sorgo forrajero y el día 30 de Octubre la variedad VANSB-2000.

En los materiales de maíz, se cosechó un área de 6.8 m<sup>2</sup> el día 9 de diciembre (material criollo que siembra el productor y el mejorado H-221 que proviene del INIFAP y es comercializado por la fundación Produce de Coahuila).

En el ejido El Porvenir de Tacubaya, la cosecha de maíz mejorado H-221 se realizó el día 10 de Diciembre del mismo año en un área de 6.8 m<sup>2</sup> obteniendo una densidad de 29,0000 plantas por hectárea.

En el ejido Dos de Abril se cosechó un área de 8 m<sup>2</sup> en ambos cultivos de sorgo y 6 m<sup>2</sup> en los materiales de maíz. El sorgo forrajero (híbrido sorgo X sudan marca Kingold) fue cosechada el día 11 de Noviembre del 2003. El sorgo para grano (variedad VANSB-2000) se cosechó el día 20 noviembre del mismo año y los dos materiales de maíz el día 11 de diciembre.

La densidad de siembra fue afectada en los tres ejidos por diversos casos, entre los cuales se encuentran el exceso de agua, paso de maquinaria al momento de la escarda.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Condiciones climáticas.

Las lluvias se retrasaron en el año 2003 lo cual ocasionó demora en las siembras. En el ejido Jagüey de Ferniza llovió hasta la segunda quincena de Junio, en los ejidos El Porvenir de Tacubaya, Dos de Abril, llovió hasta la segunda y tercera semana de Julio respectivamente.

Aunque las lluvias llegaron retrasadas, hubo lluvias frecuentes que provocaron escurrimientos, que aportaron agua a los cultivos. En la figura 4.1 muestra que durante los meses de Julio a Agosto de 2003 las precipitaciones fueron el doble, con respecto a las precipitaciones medias ocurridas durante el periodo 1980-2002.

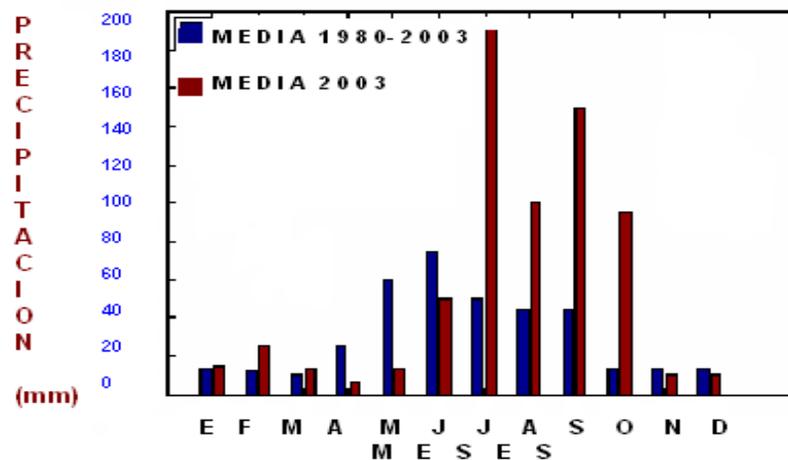


Figura 4.1. Comparación de la precipitación media mensual durante el año 2003, con respecto a la precipitación media mensual de los años 1980-2002.

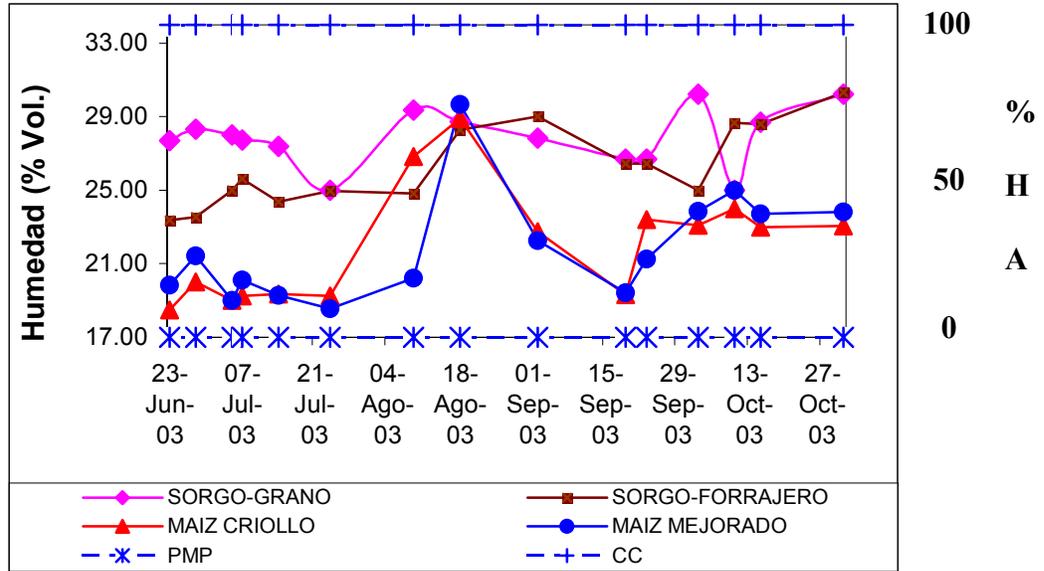
#### **4.2. Dinámica de la humedad en el suelo.**

Los datos de humedad en los diferentes estratos del suelo, generaron diversos gráficos donde se observa el comportamiento de la humedad del suelo durante el ciclo de desarrollo de los materiales de maíz y sorgo en una unidad experimental de un tratamiento de fertilidad en cada material.

La figura 4.2. Presenta el contenido promedio de humedad del estrato 0-100 cm., del tratamiento 1 de los materiales de sorgo y maíz, en donde se aprecia que el sorgo forrajero en el primer tercio del ciclo del cultivo se desarrolló en un suelo con un 50 % del contenido de humedad aprovechable, en el segundo tercio aumentó el contenido de humedad aprovechable a 74.70 %, para finalizar en el tercer tercio con un rango de 47.05 y 76.47 %. El sorgo para grano inició con 62.35 % del contenido de humedad aprovechable, incrementándose a un 75 % de la humedad aprovechable, para finalizar dentro de un rango de 47.05 y 87.05 % del contenido de humedad aprovechable.

Los cultivos de maíz criollo y mejorado en el primer tercio del ciclo del cultivo estuvieron a un mayor déficit hídrico en el suelo, la humedad aprovechable se mantuvo en un 12.47 %, en el segundo tercio debido a las lluvias y escurrimientos, aumentó la humedad aprovechable hasta un 75 %, para finalizar en el tercer tercio con menor humedad, fluctuando entre el 12.5 y 37.5 % de la humedad aprovechable.

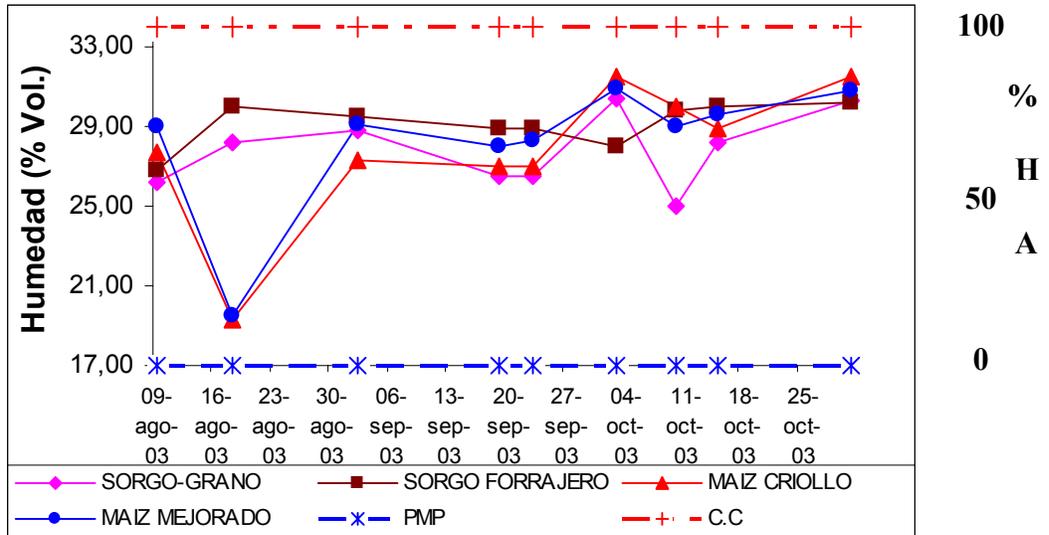
Aquí podemos deducir que el cultivo de sorgo siempre tuvo disponibilidad de agua en el ciclo del cultivo, así mismo la humedad siempre estuvo arriba del punto de marchitez permanente, mientras que el cultivo de maíz en esta unidad experimental fue sometido a mayor déficit hídrico en el suelo, que provocó mayor estrés hídrico en el cultivo.



**Figura 4.2. Contenido volumétrico de humedad en el suelo y humedad aprovechable (HA%) en el estrato (0-100 cm.), durante el ciclo de desarrollo de dos materiales de maíz (criollo- mejorado) y sorgo (grano-forrajero), bajo el tratamiento 1 de fertilidad.**

La figura 4.3. Presenta la evolución del contenido promedio de humedad del estrato 0-100 cm., en una repetición de maíz y sorgo, del tratamiento 2, en donde se aprecia que los dos materiales de sorgo se desarrollaron la mayor parte del ciclo en un suelo donde el contenido de humedad aprovechable fue superior a un 50 %.

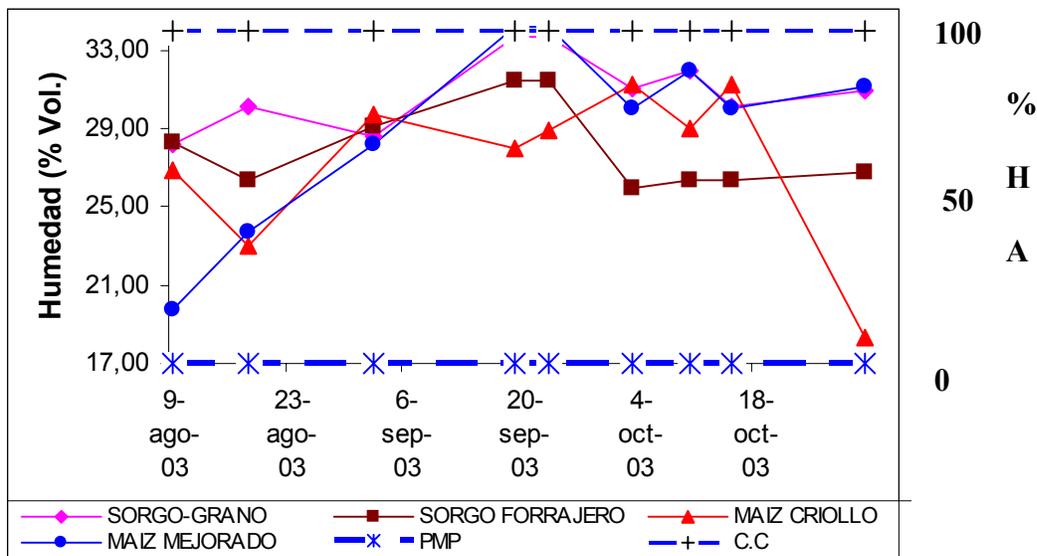
El cultivo de maíz criollo y mejorado en el primer tercio del ciclo del cultivo estuvieron a un mayor déficit hídrico en el suelo, el contenido de humedad aprovechable alcanzó un valor de 12.47 %, en el segundo tercio del ciclo del cultivo la humedad se incrementó y se mantuvo hasta el final del ciclo dentro de un rango de contenido de humedad aprovechable de 58.82 a 76.47 %.



**Figura 4.3. Contenido volumétrico de humedad en el suelo y humedad aprovechable (HA%) en el estrato (0-100 cm.), durante el ciclo de desarrollo de dos materiales de maíz (criollo- mejorado) y sorgo (grano-forrajero), bajo el tratamiento 2 de fertilidad.**

En las parcelas muestreadas del tratamiento 3 de sorgo, se aprecia que el material se desarrolló la mayor parte del ciclo en un suelo donde el contenido de humedad fluctuó entre un 50 y 76.47 % (figura 4.4).

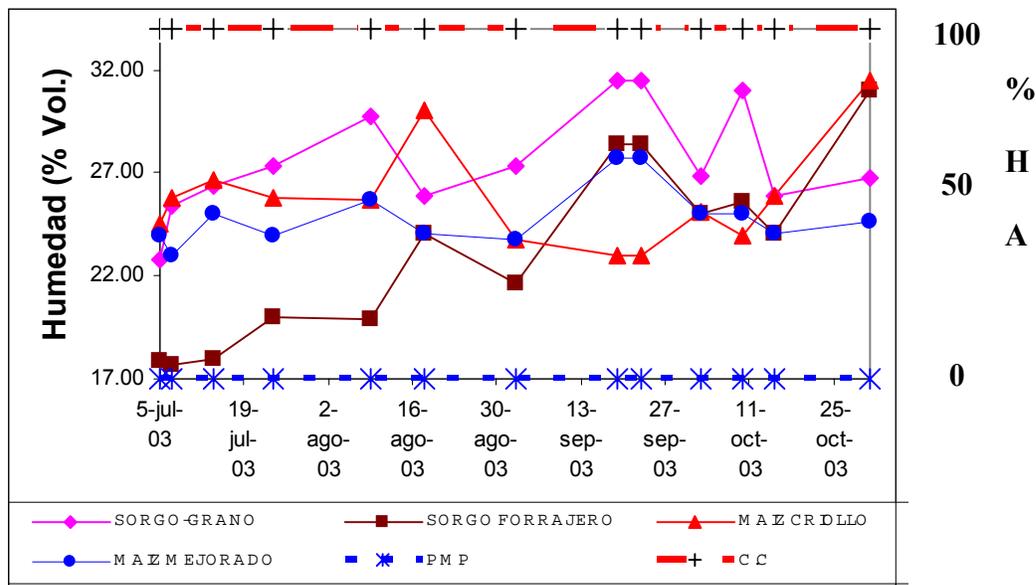
El cultivo de maíz criollo y mejorado en el primer tercio del ciclo cultivo, estuvo a un mayor déficit hídrico en el suelo, en el segundo y tercer tercio del ciclo del cultivo la humedad se incrementó hasta alcanzar un contenido de humedad aprovechable de 94.11 %, manteniéndose en la mayor parte de este periodo el contenido de humedad elevado (figura 4.4).



**Figura 4.4 Contenido volumétrico de humedad en el suelo y humedad aprovechable (HA%) en el estrato (0-100 cm.), durante el ciclo de desarrollo de dos materiales de maíz (criollo- mejorado) y sorgo (grano-forrajero), bajo el tratamiento 3 de fertilidad.**

La parcela de sorgo forrajero del tratamiento 4 se desarrolló inicialmente con bajo contenido de humedad en el suelo (5.9 % HA.), las lluvias y escurrimientos ocasionaron que la humedad en el suelo se incrementara. El cultivo en el tercer tercio del ciclo se desarrolló en un suelo donde los contenidos de humedad se mantuvieron superiores al 50 % de humedad aprovechable. En el caso del sorgo forrajero todo el ciclo se desarrolló en un suelo donde la humedad aprovechable fue superior a un 50 % (figura 4.5).

En las parcelas de maíz criollo y mejorado, muestra que durante la mayor parte del ciclo de los cultivos estos se desarrollaron en suelos cuyos contenidos de humedad fueron superiores al 50 % de humedad aprovechable (figura 4.5).



**Figura 4.5. Contenido volumétrico de humedad en el suelo y humedad aprovechable (HA%) en el estrato (0-100 cm.), durante el ciclo de desarrollo de dos materiales de maíz (criollo- mejorado) y sorgo (grano-forrajero), bajo el tratamiento 4 de fertilidad.**

La melga donde se sembró el maíz y sorgo no estaba nivelado, por lo cual la distribución de los escurrimientos no fue uniforme, el sorgo se sembró del bordo inferior hasta la mitad de la melga y el maíz de la mitad de la melga hasta el bordo superior. El sorgo pudo haber sido mas favorecido por los escurrimientos que el maíz. En el apéndice se encuentran los datos de los contenidos de humedad de las parcelas antes citadas (del cuadro A-4.6 al A-4.21).

Es importante señalar que los muestreos de humedad se efectuaron en solo una unidad experimental de cada uno de los tratamientos de fertilidad evaluados, lo cual no indica que todas las unidades de ese tratamiento estuvieran en las mismas condiciones. Los resultados indican que la mayoría de las unidades tuvieron altos contenidos de humedad y que no predominaron las condiciones de fuerte déficit hídrico en el suelo.

Es importante señalar, que en los otros dos ejidos no se midió la humedad del suelo, pero se pudo constatar visualmente que los contenidos de humedad fueron elevados debido a la lluvia y escurrimientos.

### **4.3. Rendimiento de forraje en sorgo y maíz.**

El efecto de los tratamientos en la producción de forraje (en verde y seco) en sorgo y maíz se muestran en los cuadros 4.1, 4.2, 4.4, 4.5, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11. En el apéndice se encuentran los resultados de los análisis de varianza para el diseño de parcelas divididas (del cuadro A-4.22 al A-4.33), la respuesta ante ello se estudia por ejido.

#### **4.3.1 Rendimiento en sorgo.**

##### **a) Jagüey de Ferniza.**

El análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en sorgo forrajero y para grano (cuadro A-4.22), mostró una diferencia significativa entre los dos materiales, pero entre tratamientos de fertilización no hubo diferencias en ambos cultivos.

El cultivo de sorgo forrajero obtuvo un rendimiento promedio de materia verde de **35,324.2** kg./ha.,(cuadro 4.1), que fue superior significativamente al rendimiento promedio del material para grano, con un **23,113.2** kg. /ha.

La diferencia mínima significativa con un nivel de significancia de 0.05 para la comparación de medias de ambos cultivos fue de **7,973.9** kg. /ha.

El análisis de varianza arrojó un coeficiente de variación bajo (**13.45 %**) en respuesta a los tratamientos, lo cual nos indica que hubo homogeneidad en la siembra, densidad de población, distribución del escurrimiento, etc.

El análisis de varianza para el rendimiento de materia seca (cuadro A-4.23), no presentó diferencias significativas entre los materiales, la respuesta hacia los tratamientos de fertilización fue no significativo, tampoco en la interacción de ambos materiales.

El rendimiento promedio de materia seca en sorgo forrajero fue de **6,789.8 kg. /ha.**, (cuadro 4.2) y el de grano fue de **6,650.3 kg. /ha.**

El análisis de varianza arrojó un coeficiente de variación bajo (**12.52 %**), lo cual nos indica que no hubo heterogeneidad en la densidad de siembra, el escurrimiento se distribuyó uniformemente.

Para ambos materiales, la respuesta no significativa en la producción de materia verde y seca a los tratamientos de fertilidad, se atribuye principalmente a la fertilidad del suelo en el ejido Jagüey de Ferniza.

Las características reportadas en el análisis del suelo en el estrato 0-30, 30-60, 60-90 cm., (cuadro A-3.2) nos indican que el contenido de materia orgánica es extremadamente rico, al igual que el potasio, lo que a nitrógeno se refiere, se encontró que es rico, y mediano y en fósforo es mediano y medianamente rico. Estas características fueron elementos importantes para que no hubiera diferencia entre tratamientos.

El contenido de humedad en la materia verde al momento de la cosecha en el sorgo forrajero fue de un **80.78 %** y el contenido de materia seca, fue de un **19.22 %** (cuadro 4.3), en cambio en el sorgo para grano el contenido de humedad fue menor de un **71.23 %** y en materia seca fue mayor (**28.77 %**), esto

explica que la diferencia significativa en la evaluación del forraje en verde, se debió a que las plantas estaban más hidratadas en el material forrajero (sorgo X sudan marca kingold). Esta característica nos indica que el material para forraje es de fibra suave, en cambio el material para grano es de fibra menos suave, por esta razón el sorgo forrajero es más apetecido por los animales.

**Cuadro 4.1. Rendimiento de materia verde en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.)**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>SF</b>	33562,5	38781,2	36187,5	32765,6	35324,2
<b>SG</b>	22703,1	22218,7	23250,0	24281,2	23113,2

**Cuadro 4.2. Rendimiento de materia seca en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.).**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>SG</b>	6532.3	6393.0	6689.7	6986.4	6650.3
<b>SF</b>	6451.2	7454.3	6955.7	6298.0	6789.8

**Cuadro 4.3. Porcentaje de humedad y materia seca en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) al momento de la cosecha en la localidad de Jagüey de Ferniza.**

<b>Cultivo</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Materia seca (%)</b>
<b>SF</b>	80.78	19.22
<b>SG</b>	71.23	28.77

## **b) Dos de Abril**

El análisis de varianza para el rendimiento de materia verde (cuadro A-4.24) indicó que hubo diferencias altamente significativas entre ambos materiales, pero la respuesta a los tratamientos de fertilización fue no significativo.

El sorgo forrajero obtuvo un rendimiento de materia verde promedio de **18,451.1** kg. /ha., (cuadro 4.4) que fue superior significativamente con respecto al rendimiento promedio del material para grano, con **9,441.4** Kg. /ha

La comparación de medias, con un nivel de significancia de **0.05** se obtuvo una diferencia mínima significativa de **4,364.2** Kg. /ha., con un coeficiente de de variación bajo (**15.02 %**).

El análisis de varianza para el rendimiento de materia seca en ambos materiales (cuadro A-4.25), no presentó diferencia significativa y entre los tratamientos de fertilización fue no significativo, tampoco en la interacción de los dos materiales.

El rendimiento promedio de materia seca en el material para forraje fue de **3,733.9** kg. /ha.(cuadro 4.5 ) diferencia no significativo al promedio de **3,113.7** Kg. /ha., obtenido por el material para grano, con un coeficiente de variación bajo (**18.68 %**).

La respuesta no significativa a los tratamientos de fertilización en ambos cultivos en el rendimiento de materia verde y seca, se le atribuye principalmente a la fertilidad del suelo de la parcela.

Las características de los análisis del suelo que se reportaron fueron los siguientes: El contenido de materia orgánica es medianamente rico para el

primer estrato de 0-30 cm., y medianamente pobre en el segundo estrato (30-60 cm.), el contenido de nitrógeno es medianamente pobre, con un contenido de fósforo medianamente pobre y el contenido de potasio para ambos estratos es extremadamente rico (ver cuadro A-3.3).

El contenido de humedad en en la materia verde al momento de la cosecha en el sorgo forrajero fue de un **79.77%** y el contenido de materia seca fue de un **20.23%** (cuadro 4.6), en cambio en el sorgo para grano el contenido de humedad fue menor (**67.03%**) y de materia seca fue mayor (**32.97%**), estos resultados explican que el sorgo forrajero estuvo mas hidratado (sorgo X sudan marca kingold. Esta característica indica que el sorgo forrajero tiene la fibra suave, en cambio en el sorgo para grano menos suave, por esta razón el sorgo forrajero es más apetecible por los animales.

**Cuadro 4.4. Rendimiento de materia verde en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) en el ejido Dos de Abril (kg. / ha.).**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>SF</b>	17984,3	18343,7	19289,0	18187,5	18451,1
<b>SG</b>	7562,5	9500,0	10312,5	10390,6	9441,4

**Cuadro 4.5. Rendimiento de materia seca en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) en el ejido Dos de Abril (kg. / ha.).**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>SF</b>	3639,4	3712,1	3903,4	3680,5	3733,9
<b>SG</b>	2494,0	3133,0	3401,0	3426,7	3113,7

**Cuadro 4.6. Porcentaje de humedad y materia seca en sorgo forrajero (SF) y grano (SG) al momento de la cosecha en la localidad Dos de Abril (%).**

<b>Cultivo</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Materia seca (%)</b>
<b>SF</b>	79.77	20.23
<b>SG</b>	67.03	32.97

**4.3.2. Rendimiento en maíz.**

**a) Jagüey de Ferniza.**

El análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en maíz mejorado y criollo (cuadro A-4.26), indicó una diferencia significativa entre los dos materiales, no obteniendo respuesta significativa entre los tratamientos de fertilización.

El cultivo de maíz criollo obtuvo un rendimiento promedio de **31,362.3** kg. / ha., (cuadro 4.7), fue superior significativamente al promedio del rendimiento de maíz mejorado con **19,111.3** kg. / ha.

La diferencia mínima significativa (**0.05**) fue de **11,510.8** kg. / ha.

El análisis de varianza tuvo un coeficiente de variación alto (**30.40 %**) lo cual indica que ambos cultivos estuvieron afectados por diferentes factores como: la irregular distribución del escurrimiento superficial en el suelo, debido principalmente a que la parcela no estaba nivelada que ocasionó problemas de emergencia en algunas de las unidades experimentales.

El análisis de varianza para el rendimiento de materia seca (cuadro A-4.27), presenta diferencia significativas entre los dos materiales, pero entre tratamientos de fertilidad no son significativos.

El rendimiento promedio de materia seca para el cultivo de maíz criollo es de **9,933.6** kg. / ha. (cuadro 4.8), fue superior significativamente con respecto al promedio del rendimiento de maíz mejorado con **3,949.6** kg. / ha.

La diferencia mínima significativa (**0.05**) fue de **3,926.7** kg. / ha. Con un coeficiente de variación alto (**33.89%**) lo cual indica que también fue afectado por los puntos citados para el C.V. del rendimiento de materia verde en estos dos cultivos. La respuesta no favorable a los tratamientos de fertilidad se atribuye a la fertilidad del suelo a las características antes mencionadas para este ejido (ver cuadro A-3.1).

**Cuadro 4.7. Rendimiento de materia verde en maíz mejorado (MM) y criollo (MC) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.).**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>MC</b>	30488,2	31191,4	31972,6	31796,8	31362,3
<b>MM</b>	18085,9	21953,1	17968,7	18437,5	19111,3

**Cuadro 4.8. Rendimiento de materia seca en maíz mejorado (MM) y criollo (MC) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.).**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>MC</b>	9656.8	9879.5	10126.9	10071.3	9933.6
<b>MM</b>	1666.7	5316.0	4351.2	4464.7	3949.6

#### 4.4. Rendimiento de maíz grano

##### a) Jagüey de Ferniza.

El análisis de varianza para el rendimiento de grano en maíz (cuadro A-4.28), mostró diferencia significativa entre los dos materiales, no obteniendo respuesta significativa entre tratamientos de fertilización.

El rendimiento promedio de grano en maíz criollo fue de **2,596.0 kg. /ha.**, (cuadro 4.9), fue superior significativamente al promedio del rendimiento de maíz mejorado con **1,980.2 kg. /ha.**

La diferencia mínima significativa (**0.05**) fue de **402.0 kg. / ha.**

El coeficiente de variación fue alto (**29.11%**), motivo por el cual se explicó en el rendimiento de materia verde para estos dos cultivos.

La respuesta de los tratamientos de fertilización en ambos cultivos no fue significativa sobre el rendimiento de grano, efecto que se le atribuye a la fertilidad del suelo con las características antes mencionadas para este ejido de Jagüey de Ferniza (ver cuadro A-3.1).

**Cuadro 4.9. Rendimiento de grano en maíz mejorado (MM) y criollo (MC) en el ejido de Jagüey de Ferniza (kg. / ha.)**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>MC</b>	2561,50	2523,38	2323,20	2975,97	2596,0
<b>MM</b>	1825,34	2014,60	2307,34	1773,66	1980,2

## **b) Dos de Abril**

El análisis de varianza para el rendimiento de grano en maíz mejorado y criollo para el ejido Dos de Abril (cuadro A-4.29), no presentó diferencia significativa entre los dos materiales, también entre los tratamientos de fertilización fue no significativo, con una interacción similar al comportamiento de los tratamientos, por lo cual no se realizó la comparación de medias en ambos materiales.

El rendimiento promedio de grano en el cultivo de maíz criollo fue de **3,391.4 kg. /ha.**, (cuadro 4.10), no significativo al rendimiento de maíz mejorado con **2,398.8 kg. / ha.**, con un coeficiente de variación alto (**29.24%**).

La respuesta no favorable de ambos materiales a las diferentes dosis de fertilización se atribuye principalmente a las características del suelo citados anteriormente para este ejido (ver cuadro A-3.4).

**Cuadro 4.10. Rendimiento de grano en maíz mejorado (MM) y criollo (MC) en el ejido Dos de Abril (kg. / ha.).**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>MC</b>	3213,15	3053,75	3184,80	4114,23	3391,4
<b>MM</b>	2210,88	2150,94	2319,56	2914,03	2398,8

La densidad de población en los dos cultivos fue de **50,000.00 p/ha.**

## **c) El Porvenir de Tacubaya.**

El análisis de varianza para el rendimiento de grano en maíz mejorado para el ejido El Porvenir de Tacubaya (cuadro A-4.30), no presento diferencia significativa entre los tratamientos de fertilización.

El rendimiento promedio de grano en maíz mejorado fue de **2,414.5** kg. /ha., (cuadro 4.11), con un coeficiente de variación bajo (**12.06%**).

La respuesta no significativa a los fertilizantes se le atribuye a las características reportadas del suelo (ver cuadro A-3.5).

**Cuadro 4.11. Rendimiento de grano en maíz mejorado (MM) en el ejido El Porvenir de Tacubaya (kg. /ha.).**

<b>CULTIVO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>MEDIA</b>
<b>MM</b>	2388,84	2366,64	2380,53	2522,02	2414,5

La densidad de población fue de **29,000.00** p/ha.

La producción de grano en maíz criollo fue superior con respecto al mejorado en ambas localidades, debido a que este material es sembrado por los agricultores de esta región, razón por la cual este material ya está adaptado a las condiciones ambientales, sin embargo, las aportaciones de lluvia y escurrimiento ayudaron a alcanzar mejores rendimientos.

#### **4.5. Respuesta por localidad.**

##### **4.5.1. Comparación del rendimiento promedio de materia verde y seca en sorgo forrajero y para grano en Jagüey de Ferniza y Dos de Abril.**

El análisis de varianza para el rendimiento promedio de materia verde fue altamente significativo entre localidades (cuadro A-4.31). Para el ejido Jagüey de Ferniza se obtuvo una producción promedio de **29,218.5** kg. / ha., (cuadro 4.12) fue superior significativamente al rendimiento promedio de **13,945.7** kg. / ha. , obtenido en el ejido Dos de Abril.

La comparación de medias entre localidades con un nivel de significancia de **0.05** fue de **3,990.36** de diferencia mínima significativa (**DMS**).

Como mencionó Córdoba O. B. (1971), que los factores que mas influyen en la adaptación y rendimiento del sorgo para grano es la influencia del clima, pues aun teniendo la propiedad de entrar en estado de latencia en tiempos de sequía, debe de tener humedad a tiempo para que pueda producir espigas y granos antes de las heladas , pues este cultivo es muy sensible a ellas.

**Cuadro 4.12. Rendimiento promedio (kg. /ha.) de materia verde en sorgo (sorgo forrajero y grano) en las localidades de Jagüey de Ferniza (JF) y Dos de Abril (DA).**

<b>Ejido</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>Media</b>
<b>JF</b>	28312.5	30624.5	28031.0	29906.0	<b>29218.5</b>
<b>DA</b>	15913.5	13081.5	14179.0	12609.0	<b>13945.7</b>
<b>Media</b>	<b>22113.0</b>	<b>21853.0</b>	<b>21105.0</b>	<b>21257.5</b>	21582.1

El análisis de varianza para el rendimiento promedio de materia seca en el ejido Jagüey de Ferniza (cuadro A-4.32), se obtuvo una producción de **6,719.8** kg. / ha., altamente significativo que **3,423.5** kg. / ha., obtenido en el ejido Dos de Abril (cuadro 4.13).

La comparación de medias entre localidades con un nivel de significancia de **0.05** fue de 995.99 de diferencia mínima significativa (**DMS**).

**Cuadro 4.13. Rendimiento promedio (kg. /ha.) de materia seca en sorgo (sorgo forrajero y grano) en las localidades de Jagüey de Ferniza (JF) y Dos de Abril (DA).**

<b>Ejido</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>Media</b>
<b>JF</b>	6677.5	7020.0	6404.0	6778.0	<b>6719.8</b>
<b>DA</b>	4054.5	3143.5	3520.5	2975.5	<b>3423.5</b>
<b>Media</b>	<b>5366.0</b>	<b>5081.7</b>	<b>4962.2</b>	<b>4876.7</b>	5071.6

El menor rendimiento en el ejido Dos de Abril puede atribuirse a las condiciones climáticas en que se desarrollaron los materiales. En los dos primeros meses (Agosto-Septiembre), las condiciones climáticas fueron de alta humedad en el ambiente, provocado por las lluvias y los escurrimientos, que aunado a las temperaturas ocasionó una fuerte infestacion del hongo “*Helminthosporium maydis*” en las hojas del sorgo forrajero, lo cual retardó el crecimiento del cultivo. En la segunda mitad del ciclo (Octubre-Noviembre) las temperaturas fueron más bajas en relación a las que tuvieron los materiales en el ejido Jagüey de Ferniza, lo cual también influyó para retardar el crecimiento, así como también promover la infestacion de mosca midge (contarina sorghicola) y ergo (*clavicep africana*) en el sorgo para grano.

#### 4.5.2. Comparación del rendimiento de grano en maíz criollo (MC) y mejorado (MM) en Jagüey de Ferniza y Dos de Abril.

El análisis de varianza para el rendimiento promedio entre localidades no se encontró diferencia mínima significativa (cuadro A-4.33).

En el ejido Jagüey de Ferniza se obtuvo una producción de **2,328.1** kg. / ha. , (cuadro 4.14) valor no significativo sobre el rendimiento que se obtuvo en el ejido Dos de Abril con **2,907.0** kg. / ha.

**Cuadro 4.14. Rendimiento promedio (kg. /ha.) de grano en maíz (criollo y mejorado) en las localidades de Jagüey de Ferniza (JF) y Dos de Abril (DA).**

<b>Ejido</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>Media</b>
<b>JF</b>	1863.5	2101.0	2417.0	2931.0	<b>2328.1</b>
<b>DA</b>	2917.5	3047.0	3216.0	2447.5	<b>2907.0</b>
<b>Media</b>	<b>2390.5</b>	<b>2574.0</b>	<b>2816.5</b>	<b>2689.2</b>	2617.5

Es importante señalar que las condiciones climáticas y ambientales influyeron para que el rendimiento de grano no se potenciara a un mayor nivel.

En el ejido Jagüey de Ferniza se presentó una helada el día 28 de Octubre del 2003, cuando el cultivo se presentaba en estado masoso, lo cual provocó que se detuviera el desarrollo del grano.

En el ejido Dos de Abril debido a la siembra tardía el cultivo se desarrolló en la segunda mitad del ciclo (Octubre-Noviembre) con temperaturas más frescas en relación a las que tuvo el cultivo en Jagüey de Ferniza. Lo cual pudo influir en un menor desarrollo del grano. También en esta localidad el cultivo estaba

instalado en melgas limitadas con bordos con árboles silvestres, los cuales sombreaban las unidades experimentales cerca del bordo, esta condición también afectó el desarrollo del cultivo y por consecuencia el rendimiento del grano.

#### 4.6. Análisis comparativo de rendimiento.

El rendimiento promedio de forraje en verde en sorgo fue dos veces mayor que rendimiento medio regional (cuadro 4.15)

El rendimiento en grano de los materiales evaluados fue tres veces la media regional (cuadro 4.15).

**Cuadro 4.15. Rendimientos medios regionales en maíz y sorgo para los municipios del Sureste de Coahuila.**

Municipio	Sorgo forrajero Materia verde (kg. /ha.) (Temporal)	Maíz grano (kg. /ha.) (Temporal)	Maíz forrajero (kg. /ha.) (Temporal)	Maíz grano (kg. /ha.) (Riego)
General Cepeda	18,381.0	625.0		1,803.0
Saltillo	6,538.0	875.0		2,383.0
Parras		765.0		2,300.0
Arteaga			15,000.0	
Ramos Arizpe	11,500.0		15,000.0	

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Referente a la hipótesis y objetivos planteados inicialmente en esta investigación se concluyó lo siguiente:

1. Debido a las aportaciones por lluvia y a los escurrimientos, los materiales en los diferentes ejidos se desarrollaron bajo condiciones de media a alta disponibilidad de agua, razón por la cual no estuvieron bajo condiciones de fuerte estrés hídrico.
2. En las dos localidades (Jagüey de Ferniza y Dos de Abril) el material de sorgo para forraje tuvo un mayor rendimiento de materia verde que el material para grano, debido al mayor contenido de agua en los tejidos, prueba de ello fue que la producción de materia seca fue estadísticamente igual en los dos materiales.
3. Los materiales criollos de maíz mostraron estadísticamente ser los mejores en obtener rendimientos superiores que el mejorado en las dos localidades (Jagüey de Ferniza y Dos de Abril), debido a que el material criollo está adaptado a las condiciones climáticas para esta región que el maíz mejorado.
4. En las tres localidades donde se efectuó la investigación, el efecto de las diferentes dosis de fertilización empleadas no tuvieron impacto significativo sobre el rendimiento de maíz y sorgo, comportamiento atribuible a la fertilidad del suelo que amortiguó el efecto de los fertilizantes.

5. El rendimiento de forraje de sorgo y maíz fue menor en el ejido Dos de Abril que en el ejido Jagüey de Ferniza, debido a la demora en la fecha de siembra que ocasionó que el cultivo se desarrollara en condiciones climáticas menos favorables para estos cultivos.
6. No hubo efecto de las localidades en el rendimiento de grano en maíz, la presencia de helada en Jagüey de Ferniza afectó el desarrollo del grano y las condiciones climáticas en el ejido Dos de Abril limitaron también su desarrollo.
7. El rendimiento de materia verde en sorgo fue el doble de la media regional en las dos localidades donde se evaluó. El rendimiento de grano en maíz fue tres veces superior a la media regional en las localidades evaluadas.
8. Se generó tecnología agrícola, obteniendo estrategias de manejo para incrementar la producción, bajo las condiciones de disponibilidad de agua en que se desarrollaron los experimentos, por lo que se comprueba que mediante las aportaciones de los escurrimientos superficiales es posible almacenar el agua en el suelo para que esta sea extraída progresivamente de los diferentes estratos por el cultivo (maíz y sorgo).



## VII. BIBLIOGRAFIA

- Amaya C. J, Reta S. D, y Gaytán M. A. 2001. Sistemas de producción para incrementar la productividad y sustentabilidad de maíz en la comarca lagunera. Fomento y sanidad vegetal de la comarca lagunera y Fundación Produce.
- Albiñana.1984. El sorgo, el cultivo y aprovechamiento, editorial editia mexicana, S.A. Barcelona. España. Np.125-130.
- Córdoba Obregón Baldomero. 1971. Cereales.E.S.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Figuroa, S. B. 1990. Sistemas de manejo de escurrimientos en las zonas áridas. Primer simposium nacional sobre captación de agua de lluvia y manejo de escurrimientos superficiales a nivel parcela.277-32.Zacatecas, Zacatecas.
- FAO.1994. El maíz en la nutrición humana. Colección FAO. Alimentación y nutrición. No.25.PP.12-32.
- House, L. R. 1980. Aguide to sorghum breeding. ICRISAT.Patancheru, A.P.India.
- Kuruvadi, S. T.F.; Townley and smith. 1980. Modelo de raíces en trigo macarronero en rizotrones. Instituto Mexicano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 36 (4).

- Kramer, P. J. 1980. Drought stress and the origin of adaptation. Adaptations of plants to water and high temperature stress, N.C. Turner y P.J.Kramer (eds), Wiley, N.Y.
- Levitt, J. 1972. Responses of plants to environmental stresses. Academic press. N.Y.
- Leland, R. T. R. Nov. 1982. El sorgo, guía para su mejoramiento genético. UACH (Chapingo), México, D.F.
- Ortega, R. F. J. 1987. Evaluación de los recursos hídricos en las zonas áridas y su utilización para el desarrollo de la agricultura por entarquinamiento. Tesis de Doctor en Filosofía Universidad Patricio Lumbumba Moscú URSS.
- Ortega, R.F.J; Rodríguez, G. R. y Peña S. 1981. Asistencia técnica para optimizar el uso del agua de riego en cultivos tradicionales de la zona. Proyecto de desarrollo No.452, U.A.A.A.N.
- Ortiz, V. B. y Ortiz, S. C. A. 1987. Edafología, 6 ta, edición. U.A.CH. Dpto. de suelos. Chapingo, México.
- Palacios, V. E. 1994. Curso internacional de sistemas de riego. Volumen I Universidad Autónoma Chapingo, México D.F. P. RME 39-RME 45.
- Quinzenberry, J. E. 1981. Mejoramiento de la planta para la resistencia a la sequia y el aprovechamiento del agua. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables. Christiansen, M.N. y C.F. Lewis (eds). Edición Limusa.

- Robert W. Jugenheimer. 1981. El cultivo del maíz en México .Centro de investigación agraria 25 aba. Edición limusa. México. Npg: 230.
- Robles, S. R.1990. Producción de granos y forrajes. Quinta edición. Editorial Noriega-Limusa. México D.F.Np.153-191.
- Rosielle, A. A. y J. Hamblin, 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments, crops sci.21.P.943-936.
- SIACON.2000.Centro de estadística agropecuaria (SIACON). Con información de la SAGARPA de los Estados. Datos históricos agrícolas.Np.325-400.
- Soriano, A. y E. Montaldi, R. 1980. Relaciones hidricas. Fisiología vegetal. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires, Republica de Argentina.
- Sánchez, R.G.; F.A. Martinez M.; L.A. Lopez .1998. Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano. Alternativas de la competitividad. FIRA, boletín informativo.Vol.XXX. No.309. Morelia, Michoacan, Mexico
- Vinall, H.N. and Reed, H.R.1981. Effect of temperature and other metereological factors on the growth of sorghums. Jour. agr. Res.13;133-147.
- Van, Soest. 1998. Calidad del forraje en maíz y alfalfa.4º Ciclo de conferencias sobre nutrición y manejo. Torreón, Coahuila, México. P. 23-28.
- Wall Josephs y M. Ross.William. 1980. Producción y usos del sorgo. Segunda edición. Editora hemisferio Sur.Buenos Aires, Argentina.

## VIII. APÉNDICE

**Cuadro A-3.1. Resultado de los análisis de suelo para el cultivo de maíz en el ejido Jagüey de Ferniza.**

Estrato (cm.)	pH	CE (dS)	Textura	% Nitrógeno	Fósforo Kg./ha.	Potasio Kg./ha.	% M.O	% C.T
0-30	8.17	0.750	Arcilla	0.318	74.25	58.5	6.2	38.4
30-60	8.09	0.591	Arcilla	0.188	56.25	58.5	3.76	36.4
60-90	8.28	0.466	Arcilla	0.184	45.9	292.5	3.69	39.3

**Cuadro A-3.2. Resultados de los análisis de suelo para el cultivo de sorgo en el ejido Jagüey de Ferniza.**

Estrato (cm.)	pH	CE (dS)	Textura	% Nitrógeno	Fósforo Kg./ha.	Potasio Kg./ha.	% M.O	% C.T
0-30	8.23	0.947	Arcilla	0.304	74.2	+de900	6.08	41.34
30-60	8.17	0.592	Arcilla	0.214	46.5	630.0	4.28	42.32
60-90	8.26	0.450	Arcilla	0.188	36.0	632.0	3.76	45.26

**Cuadro A-3.3. Resultados de los análisis de suelo para el cultivo de sorgo en el ejido Dos de Abril.**

Estrato (cm.)	pH	CE (dS)	Textura	% Nitrógeno	Fósforo Kg./ha.	Potasio Kg./ha.	% M.O	% C.T
0-30	8.06	0.230	Arcilla	0.058	22.05	+de900	1.17	29.95
30-60	7.80	0.330	Arcilla	0.041	12.60	427.5	0.83	35.34

**Cuadro A-3.4. Resultados de los análisis de suelo para el cultivo del maíz en el ejido Dos de Abril.**

Estrato (cm.)	pH	CE (dS)	Textura	% Nitrógeno	Fósforo Kg./ha.	Potasio Kg./ha.	% M.O	% C.T
0-30	7.94	0.240	Arcilla	0.108	14.85	+de900	2.17	29.95
30-60	8.11	0.200	Arcilla	0.041	24.75	+de900	0.830	35.34

**Cuadro A-3.5. Resultados de los análisis de suelo para el cultivo del maíz en el ejido El Porvenir de Tacubaya**

Estrato (cm.)	pH	CE (dS)	Textura	% Nitrógeno	Fósforo Kg./ha.	Potasio Kg./ha.	% M.O	% C.T
0-30	7.91	0.70	Migajon Arcilloso	0.100	22.05	+de900	2.0	18.68
30-60	7.94	0.39	Migajon Arcilloso	0.075	22.05	180	1.50	28.48

**Cuadro A-4.6. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo para grano, del tratamiento 1, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA					
	23-Jun.	28-Jun.	07-Jul.	14-Jul.	09-Ago.	18-Ago.
0 - 20	26.76	27.46	25.03	24.32	25.75	26.18
20-40	32.24	31.69	32.95	32.55	32.20	32.42
40-60	26.81	27.71	28.70	27.17	29.39	29.18
60-80	26.61	27.22	24.79	25.60	28.01	25.83
80-100	26.07	27.56	27.28	27.27	31.46	30.11
100-120	21.28	22.79	25.72	24.17	29.88	28.09
120-140	20.59	20.46	22.34	21.31	28.95	28.14
140-160	19.66	20.06	20.29	15.25	24.41	26.13
160-180	19.41	19.32	19.11	19.63	20.23	25.24
180-200	20.10	19.52	20.09	19.98	19.58	24.46

**Cuadro A-4.6. Continuación.....**

02-Sep.	19-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
24.04	25.75	25.75	31.12	26.18	31.29
31.95	29.14	29.14	35.92	32.17	35.84
28.06	26.39	26.39	29.79	29.18	29.73
25.93	24.28	24.28	25.63	25.83	25.57
29.13	27.91	27.91	28.72	30.11	28.65
28.89	27.87	27.87	27.39	28.09	27.33
27.68	27.08	27.08	25.77	28.14	25.72
26.46	26.98	26.98	26.17	26.13	26.11
23.26	25.51	25.51	23.96	25.24	23.91
20.88	23.40	23.40	23.08	24.46	23.03

**Cuadro A-4.7. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo forrajero, del tratamiento 1, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA					
	23-Jun.	28-Jun.	07-Jul.	14-Jul.	24-Jul.	09-Ago.
0 - 20	20.94	18.77	25.62	19.83	24.07	18.30
20-40	28.00	27.96	28.75	28.26	26.73	25.79
40-60	24.59	25.38	25.91	25.40	25.06	26.68
60-80	22.47	23.49	25.52	25.30	25.89	27.03
80-100	20.89	22.05	22.34	23.08	23.03	26.39
100-120	21.58	21.80	21.41	21.95	21.90	25.84
120-140	21.73	21.75	21.27	22.34	22.25	24.76
140-160	22.37	21.70	22.05	22.64	22.44	22.39
160-180	21.93	22.20	22.10	22.64	22.15	23.28
180-200	22.32	22.50	22.44	18.35	21.75	23.13

**Cuadro A-4.7. Continuación.....**

18-Ago.	02-Sep.	19-Sep.	23-Sep.	10-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
25.24	23.31	23.99	23.99	26.32	25.24	27.18
29.37	31.51	28.70	28.70	32.78	30.85	35.59
29.91	29.13	26.39	26.39	28.64	29.91	32.46
28.73	30.44	26.10	26.10	28.19	28.73	29.04
28.19	30.64	27.03	27.03	27.40	28.19	27.33
26.72	29.42	26.49	26.49	26.42	26.72	25.57
26.08	28.79	26.74	26.74	26.66	26.08	27.28
26.47	27.24	26.29	26.29	26.02	26.47	26.89
25.93	26.17	26.54	26.54	25.53	25.93	28.80
27.01	25.64	25.75	25.75	26.37	27.01	30.26

**Cuadro A-4.8. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo para grano, del tratamiento 2, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA							
	09-Ago	18-Ago	02-Sep	19-Sep	23-Sep	03-Oct	15-Oct	31-Oct
0 - 20	14.75	24.56	27.05	22.07	22.07	27.25	24.56	27.18
20-40	28.80	30.75	30.68	29.53	29.53	35.68	30.75	35.59
40-60	28.90	30.01	29.71	28.01	28.01	32.54	30.01	32.46
60-80	30.03	28.29	29.03	27.03	27.03	29.11	28.29	29.04
80-100	28.50	27.21	27.34	26.05	26.05	27.39	27.21	27.33
100-120	27.22	27.41	26.75	25.07	25.07	25.63	27.41	25.57
120-140	28.41	26.96	29.13	26.79	26.79	27.34	26.96	27.28
140-160	29.15	28.00	29.08	27.33	27.33	26.95	28.00	26.89
160-180	30.38	29.18	31.22	28.75	28.75	28.86	29.18	28.80
180-200	32.55	30.80	28.70	27.52	28.26	30.33	30.80	30.26

**Cuadro A-4.9. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo forrajero, del tratamiento 2, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA						
	09-Ago.	18-Ago.	02-Sep.	23-Sep.	10-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
0 - 20	20.67	29.13	26.80	27.33	24.89	29.13	31.29
20-40	28.70	31.83	32.04	33.07	36.48	31.83	35.84
40-60	29.93	30.40	31.41	30.42	32.93	30.40	29.73
60-80	25.94	28.29	26.71	25.26	26.02	28.29	25.57
80-100	28.90	30.16	30.39	28.26	28.44	30.16	28.65
100-120	29.93	29.96	30.15	28.85	29.28	29.96	27.33
120-140	29.44	30.70	32.14	30.71	30.56	30.70	25.72
140-160	30.13	30.65	31.17	29.68	29.13	30.65	26.11
160-180	30.53	30.60	31.51	30.03	29.87	30.60	23.91
180-200	31.86	30.01	31.12	31.99	30.91	30.01	23.03

**Cuadro A-4.10. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo para grano, del tratamiento 3, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA						
	09-Ago.	18-Ago.	02-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
0 - 20	25.20	27.60	21.32	31.79	28.72	27.60	28.65
20-40	28.55	32.17	30.59	39.40	35.04	32.17	34.96
40-60	28.16	30.31	30.30	35.03	31.36	30.31	31.29
60-80	29.59	31.54	30.15	33.12	30.43	31.54	30.36
80-100	29.69	28.93	30.59	28.99	29.70	28.93	29.63
100-120	26.98	27.21	28.89	27.42	27.88	27.21	27.82
120-140	20.37	27.21	28.21	27.57	26.17	27.21	26.11
140-160	18.01	27.60	28.16	27.37	25.82	27.60	25.76
160-180	17.56	28.68	28.65	27.91	25.77	28.68	25.72
180-200	17.71	28.78	28.84	25.07	27.05	25.10	26.99

**Cuadro A-4.11. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo forrajero, del tratamiento 3, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA						
	09-Ago.	18-Ago.	02-Sep.	19-Sep.	10-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
0 - 20	17.61	26.23	25.10	32.58	25.53	26.23	27.52
20-40	30.18	27.60	29.57	37.34	27.65	27.60	29.87
40-60	31.41	27.80	29.86	32.48	25.92	27.80	25.81
60-80	30.67	24.75	30.83	27.91	26.56	24.75	25.96
80-100	31.56	25.54	30.20	27.08	26.32	25.29	24.84
100-120	30.67	23.62	27.48	25.51	25.33	23.62	23.56
120-140	29.29	19.34	22.68	22.51	22.76	19.34	22.05
140-160	29.54	18.12	17.78	18.93	19.75	18.12	20.04
160-180	29.88	17.82	17.00	18.49	18.47	17.82	18.67
180-200	30.03	20.18	28.21	18.00	22.96	23.62	18.87

**Cuadro A-4.12. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo para grano, del tratamiento 4, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA					
	05-Jul.	07-Jul.	14-Jul.	24-Jul.	09-Ago.	18-Ago.
0 - 20	20.26	29.040832	23.48	24.91	25.10	20.28
20-40	27.07	28.99193	30.18	30.62	31.56	30.06
40-60	25.26	25.813304	27.13	28.21	30.28	27.26
60-80	21.83	22.879188	26.58	27.86	31.17	26.37
80-100	19.72	20.482993	24.27	25.15	30.43	25.29
100-120	18.01	18.722523	23.43	23.48	26.68	25.10
120-140	18.50	18.233504	21.21	20.13	23.58	23.87
140-160	18.89	18.673621	19.88	19.19	18.80	20.48
160-180	18.74	18.820327	18.89	18.94	19.04	18.85
180-200	166.08	18.673621	19.19	18.89	18.80	19.44

**Cuadro A-4.12. Continuación.....**

02-Sep.	19-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
22.77	34.54	34.54	27.59	20.28	27.52
28.89	37.97	37.93	29.94	30.06	29.87
28.31	31.58	31.55	25.87	27.26	25.81
28.99	27.31	27.28	26.02	26.37	25.96
27.48	26.13	26.10	24.89	25.29	24.84
27.09	25.59	25.56	23.62	25.10	23.56
22.63	21.90	21.88	22.10	23.87	22.05
19.67	20.23	20.21	20.09	20.48	20.04
18.89	18.76	18.73	18.71	18.85	18.67
18.75	19.39	19.37	18.91	19.44	18.87

**Cuadro A-4.13. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de sorgo forrajero, del tratamiento 4, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA					
	05-Jul.	07-Jul.	14-Jul.	24-Jul.	09-Ago.	18-Ago.
0 - 20	13.90	17.10	17.17	22.20	19.04	22.39
20-40	19.58	15.88	17.66	22.64	24.51	30.21
40-60	19.67	19.35	18.94	19.63	19.68	27.80
60-80	18.16	18.57	17.96	18.20	18.60	22.59
80-100	17.86	17.64	17.96	17.47	17.51	17.48
100-120	16.93	16.66	17.37	16.82	17.56	17.77
120-140	17.57	17.35	17.37	17.22	17.71	17.72
140-160	17.62	17.01	17.76	17.42	17.22	17.48
160-180	18.35	18.42	18.16	14.41	19.09	19.05
180-200	19.28	19.50	19.58	14.66	20.03	19.20

**Cuadro A-4.13. Continuación.....**

02-Sep-03	19-Sep.	23-Sep.	10-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
22.44	30.37	30.37	24.05	22.39	28.65
27.58	37.64	37.64	29.23	30.21	34.96
22.82	32.73	32.73	28.14	27.80	31.29
17.97	23.40	23.40	25.97	22.59	30.36
17.29	18.10	18.10	20.79	17.48	29.63
17.78	16.97	16.97	17.19	17.77	27.82
17.73	17.16	17.16	18.08	17.72	26.11
17.24	17.46	17.46	17.68	17.48	25.76
18.65	18.34	18.34	18.22	19.05	25.72
19.33	19.27	19.27	19.66	19.20	26.99

**Cuadro A-4.14. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz criollo, del tratamiento 1, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA					
	23-Jun.	07-Jul.	14-Jul.	24-Jul.	09-Ago.	18-Ago.
0 - 20	13.24	17.45	16.78	15.84	19.39	20.42
20-40	19.61	20.09	20.87	20.32	27.47	30.99
40-60	20.40	19.95	19.29	19.88	29.19	31.68
60-80	19.80	19.55	20.62	20.27	28.36	30.89
80-100	19.41	19.26	19.24	19.98	29.79	30.6
100-120	18.72	20.19	19.58	19.54	30.62	30.45
120-140	19.21	19.36	18.65	19.09	30.33	30.74
140-160	18.72	18.62	18.85	18.80	29.39	31.14
160-180	19.46	19.50	19.44	19.63	30.72	32.32
180-200	20.25	20.04	19.68	19.49	30.82	34.14

**Cuadro A-4.14. Continuación.....**

02-Sep.	19-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
19.23	17.51	17.61	22.20	18.41	22.15
27.82	20.16	25.12	25.33	27.16	25.28
25.40	20.01	23.84	24.79	25.93	24.74
20.98	19.62	21.93	22.98	23.28	22.93
20.25	19.32	19.57	20.23	20.08	20.19
18.84	20.26	18.98	19.35	19.20	19.31
19.18	19.42	18.69	19.25	18.56	19.21
18.75	18.69	18.69	19.06	18.76	19.02
19.23	19.57	19.52	19.11	19.34	19.06
19.23	20.11	19.96	19.06	20.18	19.02

**Cuadro A-4.15. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz mejorado, del tratamiento 1, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA					
	23-Jun.	28-Jun.	07-Jul.	14-Jul.	24-Jul.	09-Ago.
0 - 20	19.90	13.36	19.50	16.13	11.85	16.04
20-40	19.46	19.17	18.77	20.57	20.57	24.66
40-60	20.30	20.31	19.16	19.68	20.08	20.96
60-80	20.20	35.61	14.86	20.32	21.01	19.93
80-100	19.41	18.77	19.65	19.68	19.29	19.49
100-120	19.61	19.07	19.36	18.94	19.78	19.09
120-140	19.41	19.72	19.65	19.44	19.44	19.58
140-160	19.90	19.62	19.55	19.58	19.78	18.65
160-180	19.01	19.81	19.99	19.78	19.83	19.58
180-200	20.20	20.16	19.70	19.78	20.37	19.68

**Cuadro A-4.15. Continuación.....**

	02-Sep.	19-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
	20.88	19.57	17.65	23.37	22.44	23.32
	26.07	18.83	22.86	26.71	26.42	26.64
	23.75	19.23	23.89	24.74	26.13	24.69
	20.54	19.81	21.39	23.42	23.38	23.37
	20.15	19.72	20.45	21.12	20.18	21.07
	18.89	19.42	19.32	19.50	19.30	19.46
	19.52	19.72	19.86	19.35	19.39	19.31
	19.04	19.62	19.91	19.65	19.49	19.60
	19.28	20.06	20.35	19.30	19.69	19.26
	19.57	34.49	19.81	19.94	20.28	19.90

**Cuadro A-4.16. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz criollo, del tratamiento 2, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA						
	09-Ago.	18-Ago.	02-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
0 - 20	20.96	17.53	16.13	23.30	27.25	20.43	27.18
20-40	29.88	20.18	28.55	28.80	34.99	30.99	34.91
40-60	28.80	20.03	30.30	26.79	33.13	31.68	33.05
60-80	29.39	19.64	30.54	27.91	31.51	30.90	31.44
80-100	29.64	19.34	31.17	28.01	30.78	30.60	30.70
100-120	29.64	20.28	31.41	28.90	30.63	30.21	30.56
120-140	30.72	19.44	31.80	30.27	31.36	30.75	31.29
140-160	31.71	18.71	33.26	30.91	30.92	31.14	30.85
160-180	32.15	19.59	33.11	32.33	33.47	32.32	33.39
180-200	29.10	20.13	36.51	28.99	32.39	34.14	33.10

**Cuadro A-4.17. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz mejorado, del tratamiento 2, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA						
	09-Ago.	18-Ago.	02-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
0 - 20	23.43	19.59	23.45	26.98	29.55	24.95	29.48
20-40	30.62	18.85	30.78	29.04	32.83	30.11	32.76
40-60	30.57	19.25	29.47	27.37	30.14	29.72	30.07
60-80	30.08	19.84	30.01	27.87	30.38	30.90	30.31
80-100	30.23	19.74	31.66	30.42	31.56	32.37	31.49
100-120	30.97	19.44	32.63	30.91	33.32	33.35	33.25
120-140	31.95	19.74	32.09	29.98	30.48	31.49	30.41
140-160	31.81	19.64	32.97	31.25	32.00	33.80	31.93
160-180	35.01	20.08	33.35	30.76	34.65	34.53	34.57
180-200	33.29	19.79	33.11	32.38	27.74	33.21	32.95

**Cuadro A-4.18. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz criollo, del tratamiento 3, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA						
	09-Ago.	18-Ago.	02-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
0 - 20	19.39	18.41	29.13	20.40	29.89	29.96	13.15
20-40	27.47	27.16	30.64	30.96	34.50	34.58	19.46
40-60	29.19	25.93	28.89	31.65	32.00	32.08	20.24
60-80	28.36	23.28	29.62	30.86	29.55	29.62	19.65
80-100	29.79	20.08	30.30	30.57	30.14	30.21	19.26
100-120	30.62	19.20	30.34	30.42	30.58	30.65	18.58
120-140	30.33	18.56	28.40	30.71	29.79	29.86	19.06
140-160	29.39	18.76	30.15	31.11	30.09	30.16	18.58
160-180	30.72	19.34	31.27	32.28	32.05	32.13	19.31
180-200	30.82	20.48	28.36	34.10	31.90	31.98	18.38

**Cuadro A-4.19. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz mejorado, del tratamiento 3, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA						
	09-Ago.	18-Ago.	02-Sep.	19-Sep.	23-Sep.	15-Oct.	31-Oct.
0 - 20	16.78	22.44	22.29	35.77	35.77	29.47	29.82
20-40	21.31	26.42	29.57	38.57	38.57	30.99	34.42
40-60	20.18	26.13	29.86	34.59	34.59	29.23	31.93
60-80	20.67	23.38	28.65	31.06	31.06	29.96	29.48
80-100	19.63	20.18	30.73	31.15	31.15	30.65	30.07
100-120	19.83	19.30	31.02	28.41	28.41	30.70	30.51
120-140	19.78	19.39	30.05	28.01	28.01	28.73	29.73
140-160	19.29	19.49	29.18	28.90	28.90	30.50	30.02
160-180	20.23	19.69	31.95	31.25	16.53	31.63	29.53
180-200	20.77	20.28	31.32	30.47	30.47	28.29	31.83

**Cuadro A-4.20. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz criollo, del tratamiento 4, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA					
	05-Jul.	07-Jul.	14-Jul.	24-Jul.	09-Ago.	18-Ago.
0 - 20	13.11	17.99	21.11	20.18	22.25	29.47
20-40	27.75	29.73	29.10	27.57	26.19	30.99
40-60	27.51	27.13	27.62	27.32	27.57	29.23
60-80	26.82	27.52	28.16	26.88	27.08	29.96
80-100	27.26	26.64	27.13	27.13	25.60	30.65
100-120	24.81	25.37	24.61	23.68	22.99	30.70
120-140	20.26	19.50	19.93	19.04	18.99	28.73
140-160	18.55	18.72	18.35	18.35	18.50	30.50
160-180	17.57	17.70	18.89	18.01	18.40	31.63
180-200	19.43	18.67	19.49	19.93	19.34	30.01

**Cuadro A-4.20. Continuación.....**

	02-Sep.	23-Sep.	03-Oct.	15-Oct.	31-Oct.
	20.93	18.39	21.80	18.07	27.18
	25.73	27.13	28.03	29.86	34.91
	24.47	25.90	27.05	27.26	33.05
	23.94	23.25	24.55	27.65	31.44
	23.89	20.06	24.35	26.77	30.70
	23.07	19.18	23.67	25.49	30.56
	20.83	18.54	20.82	19.59	31.29
	18.89	18.73	18.22	18.80	30.85
	18.12	19.32	18.27	17.77	33.39
	19.09	20.45	18.71	18.76	33.44

**Cuadro A-4.21. Contenido de humedad base volumen en los diferentes estratos en el material de maíz mejorado, del tratamiento 4, en el ejido Jagüey de Ferniza (2003).**

ESTRATO	FECHA						
	09-Ago.	18-Ago.	02-Sep.	19-Sep.	23-Sep.	15-Oct.	31-Oct.
0 - 20	22.25	21.16	17.39	25.75	25.75	21.16	21.75
20-40	26.19	26.03	24.38	35.72	35.72	26.03	27.96
40-60	27.57	24.75	25.59	28.41	28.41	24.75	24.54
60-80	26.83	24.21	25.83	24.04	24.04	24.21	24.49
80-100	25.60	24.16	25.83	24.92	24.92	24.16	24.30
100-120	22.99	23.33	24.38	23.84	23.84	23.33	23.61
120-140	18.99	21.07	21.17	21.39	21.39	21.07	20.78
140-160	18.50	19.10	18.07	19.18	19.18	19.10	18.18
160-180	18.40	18.31	18.02	17.65	17.65	18.31	18.23
180-200	19.34	19.30	19.04	18.39	18.39	19.30	18.67

**Cuadro A-4.22. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia verde (kg. / ha.) en el cultivo de sorgo forrajero y para grano en el ejido Jagüey de Ferniza.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	37453824.0	12484608.0	0.2401	0.864
<b>Factor A</b>	1	1192855552.0	1192855552.0	22.94	0.016(*)
<b>Error A</b>	3	155965440.0	51988480.0		
<b>Factor B</b>	3	28434432.0	9478144.0	0.613	0.618(NS)
<b>Interacción</b>	3	70356992.0	23452330.0	1.51	0.243(NS)
<b>Error B</b>	18	278183936.0	15454663.0		
<b>Total</b>	31	1763250176.0			

**C.V.=13.45 %**

**Cuadro A-4.23. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia seca (kg. / ha.) en el cultivo de sorgo forrajero y para grano en el ejido Jagüey de Ferniza.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	1558656.0	519552.0	0.1921	0.895
<b>Factor A</b>	1	155520.0	155520.0	0.575	0.819(NS)
<b>Error A</b>	3	8113408.0	2704469.2		
<b>Factor B</b>	3	881408.0	293802.6	0.4153	0.747(NS)
<b>Interacción</b>	3	3200128.0	1066709.3	1.508	0.246(NS)
<b>Error B</b>	18	12732672.0	707370.6		
<b>Total</b>	31	26641792.0			

**C.V.=12.52 %**

**Cuadro A-4.24. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia verde (kg. / ha.) en el cultivo de sorgo forrajero y para grano en el ejido Dos de Abril.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	51687424.0	17229142.0	1.1063	0.468
<b>Factor A</b>	1	649406976.0	649406976.0	41.7004	0.006(**)
<b>Error A</b>	3	46719488.0	15573163.0		
<b>Factor B</b>	3	17790464.0	5930154.5	1.3515	0.289(NS)
<b>Interacción</b>	3	987776.0	2329258.75	0.5309	0.670(NS)
<b>Error B</b>	18	78978048.0	4387669.5		
<b>Total</b>	31	851570176.0			

**C.V.=15.02 %**

**Cuadro A-4.25. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia seca (kg. / ha.) en el cultivo de sorgo forrajero y para grano en el ejido Dos de Abril.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	5490816.0	1830272.0	1.06	0.480
<b>Factor A</b>	1	3076672.0	3076672.0	1.78	0.273(NS)
<b>Error A</b>	3	5159296.0	1719765.3		
<b>Factor B</b>	3	1572224.0	524074.6	1.2816	0.311(NS)
<b>Interacción</b>	3	851328.0	283776.0	0.6940	0.570(NS)
<b>Error B</b>	18	7360672.0	408926.2		
<b>Total</b>	31	23511008.0			

**C.V.=18.68 %**

**Cuadro A-4.26. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia verde (kg. / ha.) en el cultivo de maíz criollo y mejorado en el ejido Jagüey de Ferniza.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	775608320.0	258536112.0	2.3864	0.246
<b>Factor A</b>	1	1200691200.0	1200691200.0	11.0830	0.043(*)
<b>Error A</b>	3	325009408.0	108336472.0		
<b>Factor B</b>	3	22163456.0	7387818.5	0.1255	0.943(NS)
<b>Interacción</b>	3	26802176.0	8934059.0	0.1518	0.927(NS)
<b>Error B</b>	18	1059608576.0	58867144.0		
<b>Total</b>	31	3409883136.0			

**C.V.=30.40 %**

**Cuadro A-4.27. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia seca (kg. / ha.) en el cultivo de maíz criollo y mejorado en el ejido Jagüey de Ferniza.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	74672128.0	24890710.0	1.9743	0.294
<b>Factor A</b>	1	286463744.0	286463744.0	22.72	0.016(*)
<b>Error A</b>	3	37822464.0	12607488.0		
<b>Factor B</b>	3	18108160.0	6036053.5	1.0906	0.379(NS)
<b>Interacción</b>	3	12455296.0	4151765.2	0.7501	0.539(NS)
<b>Error B</b>	18	99626368.0	5534798.0		
<b>Total</b>	31	529148160.0			

**C.V.=33.89 %**

**Cuadro A-4.28. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de grano (kg. / ha.) en el cultivo de maíz criollo y mejorado en el ejido Jagüey de Ferniza.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	5041664.0	1680554.6	12.718	0.033
<b>Factor A</b>	1	3033424.0	3033424.0	22.9573	0.016(*)
<b>Error A</b>	3	396400.0	132133.3		
<b>Factor B</b>	3	140704.0	46901.3	0.1057	0.955(NS)
<b>Interacción</b>	3	1459744.0	486581.3	1.0971	0.377(NS)
<b>Error B</b>	18	7983488.0	443527.1		
<b>Total</b>	31	18055424.0			

**C.V.=29.11 %**

**Cuadro A-4.29. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de grano (kg. / ha.) en el cultivo de maíz criollo y mejorado en el ejido Dos de Abril.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	2615568.0	871856.0	0.5011	0.708
<b>Factor A</b>	1	7882608.0	7882608.0	4.5301	0.123(NS)
<b>Error A</b>	3	5220144.0	1740048.0		
<b>Factor B</b>	3	4182928.0	1394309.3	1.9459	0.158(NS)
<b>Interacción</b>	3	134864.0	44954.6	0.0627	0.978(NS)
<b>Error B</b>	18	12897952.0	716552.8		
<b>Total</b>	31	32934064.0			

**C.V.=29.24 %**

**Cuadro A-4.30. Análisis de varianza en bloques al azar para el rendimiento de grano (kg. / ha.) en el cultivo de maíz mejorado en el ejido El Porvenir de Tacubaya.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamientos</b>	3	62520.0	20840.0	0.2460	0.862
<b>Bloques</b>	3	421824.0	140608.0	1.6599	0.244(NS)
<b>Error</b>	9	762384.0	84709.3		
<b>Total</b>	15	1246728.0			

**C.V.=12.06 %**

**Cuadro A-4.31. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia verde (kg. /ha.) por localidad (factor A = Jagüey de Ferniza-Dos de Abril y el factor B=materiales de sorgo).**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	2753024.0	917674.6	0.1410	0.929
<b>Factor A</b>	1	933027840.0	933027840.0	143.33	0.001(**)
<b>Error A</b>	3	19528704.0	6509568.0		
<b>Factor B</b>	1	450330624.0	450330624.0	53.3240	0.001(**)
<b>Interacción</b>	1	10246656.0	10246656.0	1.2133	0.314(NS)
<b>Error B</b>	6	50671104.0	8445184.0		
<b>Total</b>	15	1466557952.0			

**C.V.=13.47 %**

**Cuadro A-4.32. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de materia seca (kg. /ha.) por localidad (factor A = Jagüey de Ferniza-Dos de Abril y el factor B=materiales de sorgo).**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	546784.0	182261.3	0.4494	0.737
<b>Factor A</b>	1	43464352.0	43464352.0	107.1747	0.002(**)
<b>Error A</b>	3	1216640.0	405546.6		
<b>Factor B</b>	1	576448.0	576448.0	1.0423	0.348(NS)
<b>Interacción</b>	1	231136.0	231136.0	0.4179	0.546(NS)
<b>Error B</b>	6	3318400.0	553066.6		
<b>Total</b>	15	49353760.0			

**C.V.=14.66 %**

**Cuadro A-4.33. Análisis de varianza en parcelas divididas para el rendimiento de grano en maíz (kg. /ha.) por localidad (factor A = Jagüey de Ferniza-Dos de Abril y el factor B=materiales de maíz).**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	392680.0	130893.3	0.2554	0.854
<b>Factor A</b>	1	1340384.0	1340384.0	2.6152	0.204(NS)
<b>Error A</b>	3	1537624.0	512541.3		
<b>Factor B</b>	1	2256752.0	2256752.0	8.2870	0.028(*)
<b>Interacción</b>	1	187272.0	187272.0	0.6877	0.557(NS)
<b>Error B</b>	6	1633952.0	272325.3		
<b>Total</b>	15	7348664.0			

**C.V.=19.94 %**