

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Efecto de la aplicación de composta y labranza de conservación sobre las
propiedades físicas del suelo y rendimiento del sorgo forrajero**

POR

Jorge Aarón Barboza García

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

Torreón, Coahuila, México

SEPTIEMBRE 2010

TESIS QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO



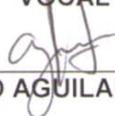
DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

VOCAL



I.B.Q. RUBI MUÑOZ SOTO

VOCAL



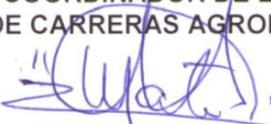
M. C. HUGO AGUILAR MÁRQUEZ

VOCAL



M. C. HÉCTOR DONACIANO GARCÍA SÁNCHEZ

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M. E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Efecto de la aplicación de composta y labranza de conservación sobre las
propiedades físicas del suelo y rendimiento del sorgo forrajero
POR

JORGE AARÓN BARBOZA GARCÍA

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSE LUIS REYES CARRILLO

ASESOR



I.B.Q. RUBÉN MUÑOZ SOTO
ASESOR



M. C. HUGO AGUILAR MÁRQUEZ

VOCAL



M. C. HÉCTOR DONACIANO GARCÍA SÁNCHEZ

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M. E. VICTOR MARTINEZ CUETO



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE 2010

DE DICATORIA

A DIOS:

Por mostrarme que la utilidad de un hombre justo nace de la obligación de Dejar huella a nuestro paso y si aparte lo conseguimos con a mor, nos ganamos un lugar en el cielo.

A MIS PADRES:

Jorge Barboza y Manuela García con el amor, apoyo y el buen ejemplo Me brindaron y me dieron las armas para luchar en la vida, mostrándome un camino de rectitud, honestidad y trabajo. “Gracias Padres”

A MIS HERMA NOS:

|Jorge Iván, Jorge Alan, Cruz Melina y Pamela del Roció que me apoyaron y tuvieron confianza en mi mostrándome el verdadero amor que es el más grande tesoro que una persona puede recibir. “Gracias Hermanos”

A MIS MAESTROS

Que me trasmitieron valiosos conocimientos a través de sus palabras y forjaron en mi una persona capaz de enfrentar la vida y salir a delante.” Gracias Maestros”

A MI” ALMA TERRA MATER”

UAAAN-UL Por cubrirme con el manto de conocimientos y herramientas básicas para emprender el vuelo “Gracias Alma Terra Mater”

RESUMEN	
INTRODUCCION	1
OBJETIVO	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVO ESPECIFICO	3
REVISION DE LITERATURA	4
LABRANZA DE CONSERVACION	4
ABONOS ORGANICOS	6
MATERIALES Y METODOS	12
LOCALIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL	12
CARACTERISTICAS CLIMATICAS	12
CARACTERISTICAS EDAFICAS	12
DENSIDAD DE SIEMBRA	13
RIEGO	13
FERTILIZACION	13
COSECHA	13
VARIABLES EVALUADAS SUELO	13
TRATAMIENTOS	14
CUADRO DE TRATAMIENTO	14
DISEÑO DEL EXPERIMENTO	16
RESULTADOS Y DISCUSION	18
TEMPERATURA DEL SUELO	18
HUMEDAD DEL SUELO	22
COMPACTACION DEL SUELO	27
DENSIDAD APARENTE DEL SUELO	31
RESISTENCIA AL CORTE	32
NITROGENO EN LA PLANTA	34
ALTURA DE PLANTA	35
RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE	36
RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO	38
CONCLUSIONES	40
LITERATURA CITADA	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Comparación de medias para factor c sobre temperatura 21 de abril	19
Cuadro 2 Comparación de medias para el factor c sobre temperatura 28 de mayo	20
Cuadro 3 Comparación de medias para el factor c sobre temperatura 26 de junio	20
Figura 1 Comportamiento de temperatura para labranzas y fertilización	21
Cuadro 4 Comparación de medias, factor c sobre humedad 07 de abril	24
Cuadro 5 Comparación de medias, factor c sobre humedad 09 de Mayo	25
Cuadro 6 Comparación de medias, factor c sobre humedad 20 junio	26
Figura 2 Comportamiento a través de tiempo de humedad	27
Cuadro 7 Comparación de medias, factor c sobre compactación	29
Cuadro 8 Comparación de medias para factor sobre compactación	29
Cuadro 9 Comparación para medias, factor c sobre compactación	30
Figura 3 Comportamiento a través de tiempo de Compactación	30
Cuadro 10 Comparación de medias para efecto de factor c sobre densidad	32
Cuadro 11 Comparación de medias para efecto del factor a*b 30 Junio	33
Figura 4 Comportamiento a través del tiempo de Resistencia al corte	33
Figura 5 Comportamiento de nitrógeno en planta	34
Cuadro 12 Comparación de medias para altura de planta	35
Figura 6 Altura de planta para sorgo forrajero	36
Cuadro 13 Comparación de medias para rendimiento de sorgo	37
Cuadro 14 Comparación de medias para rendimiento de sorgo	37
Figura 7 Rendimiento de forraje verde en sorgo	38
Cuadro 15. Comparación de medias para rendimiento de forraje seco	39
Figura 8 Comportamiento de Rendimiento de forraje en seco	39
Cuadro 16. Análisis de varianza de temperatura en sorgo 21 de abril	46
Cuadro 17. Análisis de varianza de Temperatura 28 de mayo	47
Cuadro 18. Análisis de varianza de temperatura 20 de junio	48
Cuadro 19 Análisis de varianza de humedad	49
Cuadro 20. Análisis de varianza de humedad 09 de Mayo	50
Cuadro 21. Análisis de varianza de humedad 20 de junio	51
Cuadro 22 Análisis de varianza de compactación 09 de Mayo	52
Cuadro 23. Análisis de varianza de compactación 28 de Mayo	53
Cuadro 24 Análisis de varianza de compactación 20 de Junio	54
Cuadro 25 Análisis de varianza densidad aparente 09 de Mayo	55
Cuadro 26 Análisis de varianza densidad aparente 18 de Junio	56
Cuadro 27. Análisis de varianza de resistencia al corte 30 de Mayo	57
Cuadro 28. Análisis de varianza de resistencia al corte 18 de Junio	58

Cuadro 29. Análisis de varianza de nitrógeno	59
Cuadro 30. Análisis de varianza de altura de planta	60
Cuadro 31. Análisis de Varianza de rendimiento de forraje verde	61
Cuadro 32. Análisis de varianza de rendimiento en seco en sorgo	62

APENDICE

Cuadro A1. Datos de temperatura 21 de Abril 2006	63
Cuadro A2. Datos de temperatura 28 de Mayo 2006	64
Cuadro A3. Datos de temperatura 20 de Junio 2006	65
Cuadro A4. Datos de humedad 07 de Abril 2006	66
Cuadro A5. Datos de humedad 09 de Mayo 2006	67
Cuadro A6. Datos de humedad 20 de junio 2006	68
Cuadro A7. Datos de compactación 09 de Mayo 2006	69
Cuadro A8. Datos de compactación. 28 de Mayo 2006	70
Cuadro A9. Datos de compactación. 20 de Junio 2006	71
Cuadro A10. Datos de resistencia al corte.. 30 de Mayo 2006	72
Cuadro A11. Datos de resistencia al corte. 08 de Junio 20	72
Cuadro A12. Datos de % nitrógeno en planta, Durango. Junio 2006	73
Cuadro A13. Datos de altura de planta. Junio 2006	73
Cuadro A14. Datos de rendimiento en verde. Junio 2006	74
Cuadro A15. Datos de rendimiento en seco.	74

RESUMEN

Los sistemas de producción agrícola en la actualidad a nivel mundial se han ido cambiando con la intención de hacerlos más eficientes y sustentables, evitando de esta forma un menor daño al medio ambiente. Estos cambios recientemente fueron adoptados en nuestro país y por ende en nuestra región; siendo uno de ellos el uso del suelo, el cual por el tipo de agricultura que se practicaba, consistía en el uso excesivo de maquinaria (labranza tradicional) y fertilizantes químicos; provocando daños en su estructura física. En relación con el último aspecto el uso de fertilizantes orgánicos y la labranza de conservación se plantean como una alternativa dentro de la agricultura sustentable; los objetivos de este trabajo fueron evaluar el efecto de la aplicación de composta y labranza de conservación sobre las propiedades físicas del suelo y rendimiento en sorgo forrajero. El trabajo se desarrolló durante el ciclo Primavera-Verano del 2006 En la pequeña propiedad Internacional Textil de Servicios (ITS), localizado en el Ejido El Retoño, Durango. Se evaluaron 2 factores; Tipo de labranza. Labranza Tradicional y Labranza de Conservación y dosis de composta (1000 kg ha⁻¹, 2000 kg ha⁻¹, 3000 kg ha) y fertilización química (120 N, 60 P, 0 K). Los resultados indican que la labranza de conservación no provocó diferencia significativa en la mayoría de sus tratamientos, lo mismo sucedió con las dosis de composta y fertilización química. Sin embargo cuando se interrelacionan los dos factores existe diferencia significativa. En cuestión de rendimiento se observó que el mejor tratamiento fue el de 3000 kg ha⁻¹ cuando fue aplicado en labranza de conservación, seguido por el tratamiento 2000 kg ha⁻¹, y el tratamiento de 1000 kg ha⁻¹.

PALABRAS CLAVES:

Contaminación, tradicional, conservación, fertilización, sustentable

INTRODUCCIÓN

El mejorar y conservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de un suelo, constituye la base de su productividad agrícola, la cual depende en gran parte de la presencia o no de materia orgánica. La incorporación de materia orgánica al suelo se puede dar de diversas formas; una de ellas es mediante la incorporación de abonos orgánicos, los cuales se utilizan como fuente de nutrientes para las plantas. La descomposición de la materia orgánica del suelo, consiste en un proceso de digestión enzimática por parte de los microorganismos y del cual se desprende la liberación de nutrimentos fácilmente asimilables por los cultivos.

Se considera que en el país el 75 % de los suelos dedicados a la agricultura dependen de las condiciones de temporal, caracterizándose entre otras cosas por ser suelos someros, con drenaje deficiente y pendientes pronunciadas; por otra parte el contenido de materia orgánica promedio del suelo nacional es de 2.4 % (Ojeda, 1994), el cual es considerado bajo, por lo que se hace necesario incrementar este contenido.

En México se ha dado muy poca importancia a la conservación del suelo como recurso no renovable; el cual se ve afectado entre otras causas por el uso excesivo de maquinaria agrícola. Los primeros antecedentes sobre labranza de suelos en México datan de 1957. Estudios realizados en maíz y trigo y cuyo único objetivo era evaluar el efecto de la labranza, diferentes combinaciones de implementos e intensidad en el movimiento del suelo, sin dejar residuos vegetales como cobertura. Posteriormente disminuyeron los trabajos de labranza en la preparación del suelo y se empezó a incluir el residuo vegetal como cubierta para prevenir la erosión y conservar agua (Claveran, 1996). En 1987, se empezó a promover con más auge el sistema de labranza de conservación, sistema que han aceptado los productores, ya que encierra en un solo proceso, mayor producción y conservación del recurso natural.

La Comarca Lagunera es una de las regiones agrícolas y ganaderas más importantes de la República Mexicana, y al mismo tiempo es una de las zonas

agrícolas más contaminadas, debido al uso irracional de productos químicos en la agricultura, lo que hace que sus suelos, intensamente explotados, además de su empobrecimiento físico, químico y biológico; presenten índices elevados de residuos tóxicos (Ramón, 2001). Existen en esta Comarca 415,000 bovinos, de los cuales aproximadamente 240,000 están en producción; para el año 2001 se establecieron 18,000 hectáreas de maíz forrajero que produjeron 785,000 toneladas de forraje verde. Fue el maíz forrajero el cultivo que mayor superficie ocupó después de la alfalfa, un 31.5 % de la superficie cultivada en el ciclo Primavera-Verano (SAGARPA, 2002). En ésta región se producen aproximadamente 820,000 toneladas de estiércol de bovino anualmente (González, 2001), lo cual permite plantear la posibilidad de su utilización en la agricultura, de ahí la importancia de utilizar éste deshecho de la ganadería en la producción de maíz forrajero; reduciéndose la utilización de productos químicos y así abatir costos de producción e índices de contaminación. Los abonos orgánicos (estiércol, compost y residuos de cosecha) se recomiendan en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Castellanos, 1982).

Los problemas principales en la Comarca Lagunera son la falta de agua y la erosión eólica. Por el clima de la región, durante la época de siembra, los fuertes vientos provocan erosión, por encontrarse el suelo pulverizado debido a los trabajos de laboreo que se practican en la región. Esto hace importante retomar el sistema de labranza de conservación, ya que las condiciones que propician este sistema, ayudan a mantener mejores condiciones de humedad, reducir la compactación y evitar la erosión, lo cual permitiría incrementar la producción y reducir costos.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la labranza de conservación y la aplicación de abonos orgánicos sobre las propiedades físicas del suelo y su respuesta en el cultivo de sorgo forrajero.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de composta, y labranza de conservación sobre las propiedades físicas del suelo.
- Evaluar el efecto de la aplicación de composta, y labranza de conservación sobre el rendimiento en sorgo forrajero.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Labranza de Conservación

La labranza se entiende como la preparación del suelo o laboreo agrícola (Gavande, 1973) y se refiere a las manipulaciones mecánicas del suelo con el fin de mantenerlo en condiciones óptimas para la germinación y el desarrollo de los cultivos. A pesar de que los principios en que se sustentan los diferentes sistemas de labranza son los mismos, independientemente de otros factores, los sistemas apropiados para cada situación, son específicos para cada tipo de suelo y cultivo y su adaptación depende de factores biofísicos y socioeconómicos.

Entre los factores biofísicos a considerar en la selección y aplicación de un sistema de labranza destacan: el clima, el cultivo, las propiedades del suelo, la topografía, el drenaje, y los requerimientos energéticos (Karawasra, 1991). La labranza convencional y el mal manejo de los suelos producen modificaciones generalmente desfavorables desde el punto de vista de conservación de algunas propiedades de los suelos, tales como: degradación integral del recurso suelo (Martínez, 1997), incrementando la superficie agrícola con problemas de erosión y pérdida paulatina de la productividad.

En la década de los 80's se definió la labranza de conservación como cualquier sistema de labranza que deje al menos un 30% de residuos cubriendo el suelo después de cosechar, como protección contra la erosión, pero que, a partir de los 90's la definición cambio a sistema de labranza que deja niveles de residuos de cosecha en niveles suficientes para proteger adecuadamente al suelo de la erosión a través del año. Considerando que el porcentaje de cobertura requerida en el campo varía de acuerdo al tipo de suelo, pendiente, rotación de cultivos, tipo de residuo usado para cobertura y otros factores. Suelos razonablemente llanos pueden ser cubiertos con un 10 a 20 %, mientras que con pendientes pronunciadas se puede requerir de un 50 a 60 % de cobertura (Reeder, 1992).

Los sistemas de producción con labranza de conservación pueden ayudar a reducir la erosión y la evaporación de la humedad, además de reducir los costos de producción por hectárea, concluyendo que en el primer año los rendimientos son

más bajos que en el sistema convencional, pero que después son equivalentes o superiores (Smart y Bradford, 1996).

En un estudio sobre el comportamiento del suelo bajo labranza de conservación en la producción de maíz forrajero, donde los sistemas de labranza aplicados fueron: labranza cero, labranza con rastra, labranza reducida (con arado de discos) y labranza tradicional (arado de discos y dos pasos de rastra), combinados con cubierta de rastrojo (40%), cubierta de estiércol (40%) y suelo desnudo, se concluyó que los tratamientos de labranza tradicional y labranza reducida registraron la producción más alta y que el tratamiento de labranza reducida más cubierta de rastrojo el que registro la mayor conservación de humedad (Medrano, 2002).

Al evaluar cuatro tratamientos de labranza en la producción de avena forrajera en la Comarca Lagunera, los cuales fueron labranza cero con 40% de cobertura, otros dos con labranza reducida utilizando arado de discos y arado de cinceles y el cuarto tratamiento con labranza tradicional y reportan que las condiciones bajo las cuales queda el terreno mediante los sistemas de labranza de conservación con cobertura favorecen la producción de avena forrajera, al mantener mejores condiciones de humedad y reducir la compactación del suelo (Martínez *et al.*,1999). Por su parte Martínez (1997) evaluó 4 tipos de labranza (tradicional, rastra, no inversión del suelo y cero) y los tratamientos de cero labranza los combinó con coberturas, las cuales fueron 0, 33, 66 y 100 % en el cultivo de maíz, y reporta que el mejor tratamiento fue el de labranza cero con 66% de cobertura, con un rendimiento de 11.54 t ha⁻¹ de grano, contra 9.27 t ha⁻¹ de la labranza tradicional. En general los tratamientos de labranza cero y residuos de cosecha superaron en rendimiento a la labranza tradicional con 5.12 t ha⁻¹, dicho efecto se puede relacionar con las mejores condiciones de humedad en el suelo, que se generaron con los residuos de cosecha en la superficie. Con el tratamiento de 100% de cobertura se ahorró un riego con relación a todos los tratamientos, lo cual refuerza la bondad del uso de residuos de cosecha en la superficie como una medida para conservar más tiempo el recurso agua en el suelo y aprovechable para el cultivo.

Al evaluar tres tratamientos de labranza de conservación dejando 13 t ha⁻¹ de paja de labranza tradicional retirando los residuos y labranza tradicional incorporando los residuos, en el cultivo de trigo y reportan lo siguiente sobre la erosión del suelo con coberturas de 0.0, 0.6, 1.1, 2.2 y 4.4 t ha⁻¹ se tuvieron pérdidas de suelo de 27.6, 7.2, 3.2, 0.4 y 0.0 t ha⁻¹ respectivamente. El mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento de labranza de conservación y 13 t ha⁻¹ de paja de trigo, así mismo los menores costos totales del cultivo, aunado al más alto valor de cosecha generaron el mayor beneficio neto (Becerra y León, 1997).

La labranza de conservación es uno de los sistemas de producción agrícola con importantes perspectivas para la sustentabilidad. Socialmente permite la producción de alimentos; económicamente reduce los costos y en muchos casos incrementa el rendimiento. Finalmente en la dimensión ecológica, propicia la conservación del suelo, agua y evita o disminuye la erosión, además de propiciar condiciones que contribuyen al equilibrio ecológico y la sustentabilidad ambiental (Martínez *et al.*, 1997).

3.2 Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada. La adición de residuos vegetales o estiércoles incrementa la actividad y cantidad de biomasa microbiana del suelo ayudando a reducir el uso de agroquímicos, entre ellos los fertilizantes. Se propone el uso de abonos orgánicos en dosis bajas, con fertilizantes minerales que complementen los requerimientos nutrimentales del cultivo con el fin de incrementar el rendimiento y la calidad de los productos. Este mismo autor evaluó gallinaza, vermicomposta y composta en niveles de 2, 4 y 6 t ha⁻¹ ajustando a una dosis óptima de 165-200-300 kg en el cultivo de papa y reporta que hubo mayor rendimiento con gallinaza y menor con vermicomposta. La gallinaza fue el abono que aportó mayor cantidad de nutrimentos de origen orgánico, tuvo la mejor respuesta en rendimiento total, comercial, producción de materia seca, acumulación de N por tubérculos y

presento el mayor contenido de C-biomasa microbiana en el suelo (Romero *et al*, 1999)

Se afirma que el uso de veza como abono verde o la incorporación de residuos de maíz, frijol y estiércol, constituyen alternativas en el proceso de habilitación de tepetates para la producción agrícola (Álvarez *et al*, 2000)

Muchos residuos orgánicos considerados como basura se utilizan para obtener productos con valor agregado, mediante el composteo; cuando en el proceso participan lombrices se llama vermicomposteo (Santamaría *et al.*, 2001). Las características químicas y microbiológicas de las compostas y las vermicomposteo son muy semejantes. Sin embargo, la respuesta de los cultivos a la aplicación de vermicomposta suele ser superior a la de la composta convencional.

Se evaluaron cuatro abonos orgánicos en el cultivo de maíz (estiércol de bovino, caprino, gallinaza y composta) y se reporta que la composta a 40 t ha⁻¹ presentó la mejor respuesta para rendimiento de grano y que los abonos orgánicos principalmente la composta es una alternativa para sustituir a la fertilización inorgánica (López y Díaz ,2001).

Al evaluar dosis de fertilización orgánica (estiércol de bovino y sistemas de acolchado plástico en la producción de tomate; las dosis de fertilización fueron cero fertilización, 40, 80, 120, 160 t ha⁻¹ y fertilización química 100-60-00, con acolchado y sin acolchado plástico y reportan que fue el tratamiento con 40 t ha⁻¹ sin acolchado plástico el que arrojó los mayores rendimientos (Berúmen *et al.*, 2001).

Se realizó un experimento con fertilizantes orgánicos para estudiar el efecto sobre el rendimiento y control de plagas en algodón transgénico y reportan que el tratamiento de abono orgánico (estiércol bovino) presentó mayor rendimiento (siete 7 t ha⁻¹) que la gallinaza (5.3 t ha⁻¹) y el fertilizante inorgánico (testigo 5.5 t ha⁻¹) sobresaliendo la dosis de 164 U.N. (77 t ha⁻¹). Este tratamiento fue superior al tratamiento testigo (164 U.N. inorgánico) en 1.5 t ha⁻¹ y concluyen que el estiércol bovino es mejor que la gallinaza y el fertilizante inorgánico (Gallegos y López ,2001).

Al estudiar cinco niveles de estiércol de bovino (20, 40, 80, 120 y 160 t ha⁻¹), fertilización química (dosis recomendada) y un testigo en el cultivo de cebolla, y

reportando una modificación de las propiedades físicas y químicas del suelo en comparación a las condiciones que mostraba antes de aplicar materia orgánica, así mismo menciona que el tratamiento de 40 t ha⁻¹ , fue el que tuvo mejor respuesta en rendimiento del cultivo, seguido por los tratamientos de 120 y 160 t ha⁻¹ (Varela , 2001).

Al comparar seis niveles de materia orgánica (0, 20, 40, 80, 120, 160 t ha⁻¹) y un nivel de fertilización química en el cultivo de zanahoria se encontró que los mayores rendimientos con el tratamiento de 80 t ha⁻¹ de estiércol y que la incorporación de materia orgánica al suelo proporciona un mejor control de la temperatura (Pérez ,1999).

En Milpa Alta D.F. se aplica de manera intensiva abono orgánico (estiércol de ganado bovino) en la producción de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*); hasta 500 t ha⁻¹ en promedio 250 t ha⁻¹, como fuente de nutrientes, calor, retenedor de humedad, obteniendo hasta 40 cortes al año, con volúmenes de producción de 45 a 60 t ha⁻¹ (Fierro ,1997).

En maíz forrajero se evaluaron tres dosis de estiércol composteado (0, 850 y 1700 kg ha⁻¹) así como un testigo con fertilización química 120-60-00 y reporta que el mejor tratamiento fue el de 1700 kg ha⁻¹ de estiércol composteado con un rendimiento de 55 t ha⁻¹ de forraje verde y concluye que la aplicación de material composteado permite incrementar los contenidos de materia orgánica en el suelo, lo que representa un beneficio para los suelos de la región que en su mayoría son extremadamente bajos en materia orgánica (Ortiz ,1998).

En maíz con tres dosis de estiércol de bovino 0, 10 y 15 t ha⁻¹ y tres dosis de bagazo de caña de azúcar 0, 10 y 15 t ha⁻¹ en dos ciclos consecutivos de maíz se reporta que los mejores rendimientos de maíz grano se dan en los tres tratamientos que involucran estiércol a 15 t ha⁻¹ así mismo concluye que la aplicación consecutiva de composta estiércol de bovino – bagazo de azúcar incrementa de manera considerable el rendimiento del maíz y reduce los costos de producción del cultivo (Briz ,1999).

En el cultivo de melón se realizó un estudio donde se evaluaron tres tipos de fertilización, granular, ácida y orgánica con y sin acolchado y se halló que la combinación de la fertilización orgánica y acolchado plástico al suelo generaron los rendimientos más altos (41.19 t ha^{-1}) que cuando se trabajó con suelo desnudo en combinación con fertilización granular (19.60 t ha^{-1}) y ácida (10.66 t ha^{-1}) (Orozco y Sánchez ,1999).

En la producción de maíz forrajero con cuatro criterios de riego 14, 21, 28 y 38 días y con cuatro dosis de estiércol composteado 850, 1500, 3000 y 3600 kg ha^{-1} y fertilización química como testigo 120-60-00 y se obtuvo la mejor producción de forraje verde de maíz en el criterio de riego cada 28 días y 2 con 1500 kg ha^{-1} de estiércol composteado con un rendimiento de 75.9 t ha^{-1} superando en más de 30 t ha^{-1} la media regional que oscila en 45 t ha^{-1} .(Díaz *et al.* ,1999)

Se evaluaron cuatro tipos de abono orgánico, estiércol de bovino, gallinaza, caprino y composta a diferentes dosis, las cuales fueron $20, 30$ y 40 t ha^{-1} para estiércol bovino, caprino y composta y $4, 8$ y 12 t ha^{-1} para gallinaza sobre el rendimiento del maíz, y concluyen que el tratamiento con abono orgánico de composta 30 t ha^{-1} fue el que tuvo la mayor retención y conservación de humedad a través del tiempo; sobresaliendo de los tratamientos de gallinaza, bovino y caprino. En cuanto a la altura de planta el tratamiento de 40 t ha^{-1} de estiércol caprino fue el mejor. En lo que respecta a diámetro de tallo y número de hojas el tratamiento con estiércol caprino fue el mejor en los niveles de 30 y 40 t ha^{-1} . En rendimiento de grano el mejor fue con gallinaza a 12 t ha^{-1} seguido por estiércol caprino a 30 y 40 t ha^{-1} Para rendimiento de forraje el tratamiento de abono orgánico bovino fue el de más alto rendimiento en los niveles de 20 y 30 t ha^{-1} (López y Díaz ,2001).

En cebolla se evaluó el efecto de la composta Bioterra® sobre las características de suelo y planta, los tratamientos utilizados fueron T0 0 t ha^{-1} T1 $160-60-00$, T2 5 t ha^{-1} , T3 10 t ha^{-1} , T4 15 t ha^{-1} , T5 20 t ha^{-1} , los resultados evidenciaron que en propiedades físicas del suelo no existió diferencia entre los tratamientos. El mejor rendimiento se obtuvo con la fertilización química con 37.12 t ha^{-1} y con similares resultados el tratamiento 5 (20 t ha^{-1} de composta) con 34.75 t ha^{-1} de

rendimiento y concluye que el contenido de humedad del suelo a pesar de no existir diferencia estadística se apreció un incremento para cada tratamiento en un 10 % después de la aplicación de los abonos orgánicos, observándose que el tratamiento de composta a 20 t ha⁻¹ presentó la mejor respuesta (Córdova, 2002).

En maíz forrajero se evaluaron cuatro tratamientos 20, 40 y 60 t ha⁻¹ de estiércol bovino y fertilización química (160-80-00) en surcos dobles, y concluye que el tratamiento II (40 t ha⁻¹) fue el que mejor respondió para la producción de materia verde con 62.43 t ha⁻¹ hasta el período de 60 días después de la siembra, sin embargo, se puede determinar que económicamente es más viable el tratamiento I (20 t ha⁻¹ de estiércol) ya que para ese mismo período tuvo un rendimiento de materia verde de 60.03 t ha⁻¹. También se observó que la adición de estiércol al suelo puede incrementar el contenido de materia orgánica. Por el contrario la aplicación del fertilizante químico no tiene ningún efecto sobre el contenido de materia orgánica del suelo. La mayor cantidad de nitratos en el suelo al final de la cosecha se encontró en el tratamiento de fertilización química (González, 2001).

En el cultivo de chile jalapeño se evaluaron seis tratamientos de estiércol 0, 40, 80, 160, 240 y 320 t ha⁻¹ y fertilización química 160-60-00 (N, P, K), y se encontró significancia estadística para los tratamientos en cationes como Na⁺, P⁺, Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺, esto debido a la gran solubilidad de estos en el agua y que posiblemente fueron rápidamente disueltos en el agua de riego y separados de la materia orgánica que se aplicó; esto también se observó en aniones como CO⁻, HCO⁻, SO⁻, así mismo también se mejoró la retención de humedad del suelo. La aplicación de materia orgánica no afectó la textura del suelo. El mejor rendimiento y calidad del fruto se obtuvo con el tratamiento de fertilización química. Concluye que la aplicación de materia orgánica afecta en forma inmediata las propiedades químicas del suelo, como la capacidad de intercambio catiónico, por la alta cantidad de iones que entran en la solución del suelo proveniente de la materia orgánica, misma que favorece posteriormente a la fertilidad del suelo. La textura no sufrió ningún cambio, pero si la capacidad de retención de humedad del suelo, sobre todo en aquellos tratamientos donde se aplicó más cantidad de materia orgánica (Lara, 2002).

En la producción de maíz forrajero se evaluaron dos niveles de ácido sulfúrico 4 y 6 t ha⁻¹ en el factor A y en el factor B 4 dosis de fertilización orgánica e inorgánica (20, 40, 60 t ha⁻¹ de estiércol y fertilización química 120-60-00, y un testigo sin aplicación). Como resultado de la combinación de los niveles aplicados de los factores A y B, los tratamientos 10 y 7 (a2b5) y (a2b2) fueron los que generaron mayor rendimiento de forraje verde y materia seca, con una producción media de 80.0 y 16.0, así como 76.3 y 15.2 t ha⁻¹ respectivamente. Los resultados se obtuvieron con la aplicación de 6.0 t ha⁻¹ de ácido sulfúrico y 60 t ha⁻¹ de estiércol bovino y los resultados del tratamiento 7 fueron producto de las aplicaciones de 6.0 t ha⁻¹ de ácido sulfúrico y fertilización química. Los resultados de los análisis al finalizar el experimento, establecen que si se produjeron cambios en algunas propiedades físicas y químicas del suelo (capacidad de retención de humedad, densidad aparente, pH, conductividad eléctrica y porcentaje de sodio intercambiable), respecto al contenido de nitrógeno y fósforo, los tratamientos a2b4 y a2b5 en los estratos de 15-30 y 30-60 incrementaron su concentración por el efecto de la aplicación de 40.0 y 60.0 t ha⁻¹ de estiércol bovino (Romero ,2002).

En la producción de maíz forrajero al evaluar 3 dosis de estiércol bovino (60, 90 y 120 t ha⁻¹) y 3 dosis de composta de desperdicios orgánicos domésticos (60, 90 y 120 t ha⁻¹) y un testigo sin fertilizar y concluye que el tratamiento de composta a 90 t ha⁻¹ presento la mayor retención de humedad, el mayor diámetro de tallo, mayor numero de hojas, el mejor rendimiento en grano (3.9 t ha⁻¹) seguido del tratamiento de estiércol a 90 t ha⁻¹ (3.03 t ha⁻¹), en cuanto a rendimiento de forraje verde el máximo rendimiento lo obtuvo el estiércol 120 t ha⁻¹ (66.66 t ha⁻¹) seguido de la composta a 90 t ha⁻¹ (66.0 t ha⁻¹) después el estiércol a 90 t ha⁻¹ (Jaqués, 2002).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del área experimental.

El trabajo se desarrolló durante el ciclo Primavera-Verano del 2006 en la pequeña propiedad Internacional Textil de Servicios (ITS) localizado en el Ejido El Retoño, municipio de Gómez Palacio, Durango, ubicado en el km 26 de la carretera 41 Gómez palacio – Francisco I Madero.

4.2 Características climáticas.

El sitio tiene una altitud sobre el nivel del mar de 1,100 m. El clima es de tipo seco desértico con precipitación media anual de 242.8 mm y la temperatura media anual es de 20.9° C. El lapso comprendido entre Mayo y Agosto es el más caluroso del año y los meses de Diciembre y Enero los más fríos. El promedio de heladas es de 24 en un año, la primera se presenta en los meses de Noviembre o Diciembre y la última en los meses de Febrero o Marzo con un periodo libre de heladas de Abril a Octubre y se considera que la atmósfera de la región es relativamente seca (Beltrán, 2000).

4.3 Características edáficas.

En la Región Lagunera se reconocen once series de suelo (Ramírez, 1976) que derivan su nombre de la localidad donde primero se encontraron las series de mayor importancia son: Coyote, San Ignacio, San Pedro, Concordia y la Santiago. La serie Coyote es la más importante en la región, tanto por la superficie que cubre (98,218 ha) como por sus características físico-químicas. En importancia siguen a la serie Coyote, Zaragoza (68,000 ha), San Pedro (65,000 ha), San Ignacio (56,000 ha), y Tlahualilo (20,000 ha); existen otras series cuya superficie no llega a 20,000 ha, como son Noé, Gómez Palacio, Concordia y Santiago (Martínez, 1997).

Estos suelos varían en sus texturas desde arcillosas en la serie Zaragoza, migajones arcillosos en la Coyote, hasta migajones – arenosos y arenosos en la serie San Pedro. En consecuencia se observa variabilidad en la retención de humedad y disponibilidad de nutrimentos debido a las características de los suelos.

4.4 Cultivo sorgo forrajero

4.5 Densidad de siembra

Se sembró en surcos separados de 75 centímetros, utilizando 15 kilogramos de semilla por hectárea.

4.6 Riegos

Para su establecimiento este cultivo requirió un riego de pre siembra y tres de auxilio. El primer riego de auxilio a los 30 días después de la siembra y los dos restantes cada 20 a 25 días aproximadamente.

4.7 Fertilización

Se aplicaron los diferentes tratamientos de composta y al testigo se le aplicó fertilizante químico a la dosis 120-60-00.

4.8 Cosecha

Se realizó cuando el grano alcanzó un estado masoso lechoso

4.9 Variables evaluadas:

En suelo

Determinación	profundidad	Metodología	frecuencia
Físicas			
Densidad aparente g/cm ³	0-15 y 15-30	Barrena de núcleos	Antes de cada riego
Humedad captación retención	0-30 y 30-60 0-30 y 30-60	Gravimetría	Después de cada riego Antes de cada riego
Temperatura	0-15 y 15-30	Geotermómetro	Antes de cada riego
Compactación	0-15 y 15-30	penetró metro	Antes de cada riego
Resistencia	0-15 y 15-30	Marco de esfuerzo torsional	Antes de cada riego

5. Tratamientos

Factor A = Tipo de labranza

a_1 = Labranza Tradicional

a_2 = Labranza De Conservación

Factor B = Dosis de composta y fertilización química

b_1 = 1000 Kg. / ha⁻¹.

b_2 = 2000 Kg. / ha⁻¹.

b_3 = 3000 Kg. / ha⁻¹.

b_4 = Fertilización química (120 N, 60 P, 0 K Dosis Recomendada)

Factor C = Profundidad

c_1 = 0 – 15 cm

c_2 = 15 - 30 cm

c_3 = 30 - 45cm

Para la variable humedad se consideraron tres profundidades y para la variable densidad aparente, temperatura y compactación solo dos profundidades. Para resistencia al corte, altura de planta, rendimiento en verde, rendimiento en seco y nitrógeno en planta no se consideró el factor C (profundidad).

Cuadro de tratamientos

a_1 = L.T b_1 = 1000 Kg / ha ⁻¹ .	a_2 = L.C b_2 = 2000 Kg / ha ⁻¹ .	a_2 = L.C b_1 = 1000 Kg / ha ⁻¹ .	a_1 = L.T b_3 = 3000 Kg / ha ⁻¹ .
a_1 = L.T b_2 = 2000 Kg / ha ⁻¹	A2 L.C b_3 = 3000 Kg / ha ⁻¹ .	a_2 = L.C b_4 = (120 N, 60 P, 0 K)	a_1 = L.T b_4 = (120 N, 60 P, 0 K)
a_1 = L.T b_3 = 3000 Kg / ha ⁻¹	L.C a_2 , b_1 = 1000 Kg / ha ⁻¹	a_2 = L.C b_2 = 2000 Kg / ha ⁻¹	a_1 = L.T b_1 = 1000 Kg / ha ⁻¹ .
a_1 = L.T b_4 = (120 N, 60 P, 0 K)	L.C a_2 , b_4 = (120 N, 60 P, 0 K)	a_2 = L.C b_3 = 3000 Kg / ha ⁻¹	a_1 = L.T b_2 = 2000 Kg / ha ⁻¹

BLOQUE I

a2 = L.C b4 =(120 N, 60 P, 0 K)	a1 = L.T b4 =(120 N, 60 P, 0 K)
a2 = L.C b3 =3000 Kg / ha ⁻¹	a1 = L.T b2 =2000 Kg / ha ⁻¹
a2 = L.C b2 = 2000 Kg / ha ⁻¹	a1 = L.T b1 = 1000 Kg / ha ⁻¹ .
a2 = L.C b1 = 1000 Kg / ha ⁻¹	a1 = L.T b3 =3000 Kg / ha ⁻¹

BLOQUE II

BLOQUE III

a1= L.T b1= 1000 Kg / ha ⁻¹	a2= L.C b2= 2000 Kg. / ha ⁻¹
a1 = L.T b3 =3000 Kg. / ha ⁻¹	a2 = L.C b1 = 1000 Kg. / ha ⁻¹
a1 = L.T b4 =(120 N, 60 P, 0 K)	a1 = L.C b4 =(120 N, 60 P, 0 K)
a1 = L.T b2 =2000 Kg / ha ⁻¹ .	a2 = L.C b3 =3000 Kg. / ha ⁻¹

BLOQUE IV

6. Diseño del experimento:

El presente trabajo se desarrolló mediante dos diseños experimentales para las variables de humedad, densidad aparente temperatura y compactación bajo un diseño experimental bloques al azar con un arreglo en parcelas subdivididas (A x B x C) y de acuerdo al siguiente modelo: (Olivares, 1996)

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + A_j + \epsilon_{ij}(a) + B_k + (AB)_{jk} + \epsilon_{ijk}(b) + C_l + (AC)_{jl} + (BC)_{kl} + (ABC)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}(c)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j = 1, 2, \dots, a$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

$$l = 1, 2, \dots, c$$

Y_{ijk} = es la observación en el nivel k de dosis de composta la profundidad l, en el tipo de labranza j en el bloque i

μ = es la media verdadera general

β_i = es el efecto del bloque i

A_j = es el efecto de la de labranza j

$\epsilon_{ij}(a)$ = es el error experimental en parcela grande

B_k = es el efecto del nivel k de dosis de composta

AB_{jk} = es el efecto de la interacción de la labranza j en la dosis de composta k

$\epsilon_{ijk}(b)$ = es el error experimental en subparcelas

C_l = es el efecto de la profundidad l

AC_{jl} = es el efecto de la interacción de la labranza j, y la profundidad l

BC_{kl} = es el efecto de la interacción de la dosis de composta k en la profundidad l

ABC_{jkl} = es el efecto de la interacción del tipo de labranza j, en la dosis de composta k, profundidad l

$\epsilon_{ijkl}(c)$ = es el error experimental en las sub parcelas

Para las variables resistencia al corte, altura de planta, rendimiento en verde, rendimiento en seco y nitrógeno en planta se utilizó el diseño experimental bloques al azar arreglado en parcelas divididas y de acuerdo al siguiente modelo

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + A_j + \epsilon_{ij}(a) + B_k + \epsilon_{ik}(b) + (AB)_{jk} + \epsilon_{ijk}(b)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j = 1, 2, \dots, a$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

Y_{ijk} = es la observación en la labranza j en el nivel k de dosis de composta en el bloque i

μ = es la media verdadera general

β_i = es el efecto del bloque i

A_j = es el efecto del nivel j de labranza

$\epsilon_{ij}(a)$ = es el error experimental de las parcelas grande

B_k = es el efecto del nivel k de dosis de composta

AB_{jk} = es el efecto de la interacción del tipo de labranza j en la dosis de composta k

$\epsilon_{ijk}(b)$ = es el error experimental de las subparcela

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros del apéndice A1 a A15 se presentan los valores de las observaciones a partir de los cuales se discuten los resultados por variable evaluada que se muestran a continuación.

7.1 Temperatura del suelo

Los Cuadros de análisis de varianza 16, 17 y 18 presentan los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos) en función de la profundidad a tres estratos; 0-15; 15-30; y 30-45 cm respectivamente.

En el Cuadro 16 se observa diferencia significativa para el factor A (labranza), factor C (profundidad a 0-15 cm); y la interacción A*C, lo cual indica que la labranza y la profundidad tienen efecto sobre la temperatura del suelo a esa profundidad tanto para efectos simples como en la interacción. Para la profundidad 15-30 cm no se aprecia diferencia (Cuadro 17) entre labranza y abono orgánico, existiendo únicamente diferencia significativa para la profundidad, considerándose a este respecto que, es más importante la profundidad (factor C) en su efecto sobre la temperatura del suelo que los tratamientos evaluados (factor A y B). Los resultados del Cuadro 18 para la profundidad 30-45 cm muestran diferencia significativa en el abono orgánico y la profundidad; no así para la labranza, lo anterior señala que para el factor temperatura tienen más efecto los abonos orgánicos y la profundidad que la labranza. Estos resultados pueden deberse más a procesos exotérmicos de descomposición de la materia orgánica y cobertura que a la misma labranza, ya que durante la mineralización los microorganismos generan calor, tanto que descomponen la materia orgánica, produciéndose durante el proceso temperaturas entre 32 y 60 ° C lo cual calienta el suelo (Rodríguez, 1982).

En el Cuadro 1 se presenta la comparación de medias para la temperatura del suelo a diferente profundidad, en el que no hay diferencia significativa en la fecha del 21 de Abril para los tratamientos 1, 2 ,3 (labranza tradicional con 1000, 2000 y 3000 Kg ha⁻¹ respectivamente de composta. El Cuadro 2 para el 28 de Mayo no presenta diferencia significativa para los tratamientos 12, 5 (labranza de conservación con 2000 Kg. ha⁻¹ a la profundidad 0-15 cm. y labranza tradicional con 3000 Kg ha⁻¹ de composta a 15-30 cm, respectivamente), tratamientos 6 y 7 (labranza tradicional con 3000 Kg ha⁻¹ de composta y profundidad 15-30 cm. y labranza tradicional con fertilización química y profundidad de 0-15 cm. respectivamente), tampoco muestran diferencia significativa, como se puede apreciar en el .Cuadro 3 (26 de junio).

Cuadro 1 Comparación de medias para la profundidad sobre temperatura del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 21 de abril del 2006.

1	24.7500	A
2	24.7500	A
3	24.7500	A
11	24.5500	AB
10	24.5000	AB
9	24.5000	AB
4	23.7500	B
12	23.7500	B
13	22.0000	C
16	22.0000	C
15	21.5000	CD
14	21.5000	CD
6	21.0000	DE
5	20.7500	DE
7	20.7500	DE
8	20.5000	E

*son diferentes a una probabilidad de 0.05.

Cuadro 2 Comparación de medias para el factor c sobre temperatura del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 28 de mayo del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	comparación
12	26.875	A
5	26.625	A
10	26.5000	AB
9	26.3750	AB
4	26.2500	ABC
13	26.2500	ABC
11	26.1250	ABCD
14	26.0000	ABCD
15	25.8750	BCD
2	25.7500	BCDE
1	25.7500	BCDE
6	25.3750	CDEF
8	25.2500	DEF
7	24.8750	EF
16	24.8750	EF
3	24.7500	F

*son diferentes a una probabilidad de 0.05

Cuadro 3. Comparación de medias para el factor c sobre temperatura del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 26 de junio del 2006.

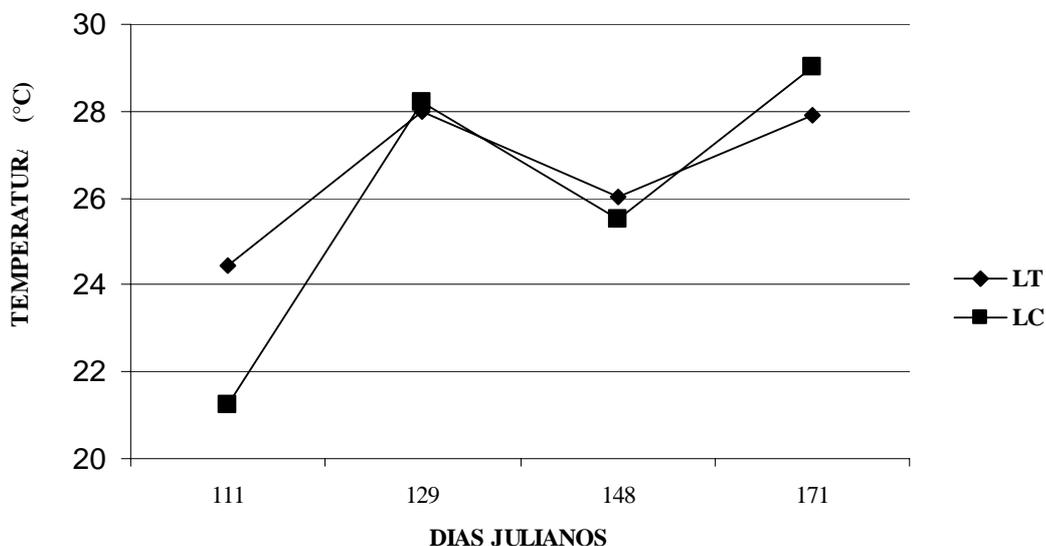
TRATAMIENTO	MEDIA	comparación
66	32.0000	A
7	31.0000	ABC
14	30.2500	ABCD
3	30.0000	ABCDE
5	29.2500	BCDE
1	29.0000	BCDE
8	28.2500	BCDE
2	28.2500	CDE
4	27.8750	CDE
15	27.5000	DE
13	27.2500	E
12	27.1250	E
10	27.0000	E
11	27.0000	E
9	27.0000	E
16	26.5000	E

*son diferentes a una probabilidad de 0.05

La Figura 1 muestra el comportamiento de la temperatura a través del tiempo en las diferentes labranzas (labranza tradicional y de conservación). La Figura corrobora la diferencia existente para los sistemas de labranza observándose que los tratamientos en labranza tradicional son los que presentan mayor temperatura en las tres profundidades consideradas por lo cual se puede afirmar que este tipo de labranza favorece el incremento en la temperatura del suelo.

Lo anterior coincide con Smart y Bradford (1996) quienes indican que los sistemas de la labranza de conservación ayudan a reducir la erosión, incrementar la temperatura del suelo reducción de la evaporación. Martínez *et al.* (1999) y Medrano (2002) coinciden en señalar que la labranza reducida favorece la conservación de temperatura en los cultivos.

Figura 1. Comportamiento de temperatura para diferentes sistemas de labranzas y fertilización en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 2006



7.2. Humedad del suelo

Los Cuadros de análisis de varianza 19, 20 y 21 presentan los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos) en función de la profundidad a tres estratos (0-15; 15-30; y 30-45 cm. respectivamente). Como se muestra en los Cuadro 19 y 20 se observa diferencia significativa únicamente para el factor C (profundidad a 0-15 cm.); no existiendo diferencia para el factor A (labranza), Factor B (abonos orgánicos) e interacción. Para el Cuadro 21 los resultados son similares, existiendo diferencia para el factor C (Profundidad); además para la interacción A*B en el Cuadro 21 (labranza y abono orgánico). En relación a esta variable se considera también que es más importante la profundidad en su efecto sobre la humedad del suelo que los tratamientos evaluados. Lo anterior coincide con Castellanos y Reyes (1982), quien menciona que el mayor impacto que el estiércol produce en el suelo es sobre las propiedades físicas, ya que disminuye la densidad aparente, incrementa la porosidad y produce un acolchado que reduce las pérdidas directas de humedad por evaporación. Lo anterior, también concuerda con lo expuesto por Phillips *et al.* (1980) y Bustillos (1987), quienes indican que bajo el sistema de labranza de conservación, con al menos un 30% de cobertura, los suelos estudiados (Xerosol y Cambisol) presentaron mayor retención de humedad como sucedió en este caso. Además, comentan que esto se debió a la reducción de pérdidas de agua debido a la cobertura sobre la superficie. Reafirmando lo anterior, Onstad y Otterby (1979), estimaron que este tipo de labranza con cobertura sobre el suelo puede llegar a aumentar el agua retenida en un suelo desde 0.5 hasta 5 cm en suelos con rangos moderados de infiltración; en suelos con rangos bajos de infiltración el aumento puede variar desde 2.5 a 12.5 cm, lo que da idea de cómo estas prácticas hacen más eficiente el uso del agua. A lo anterior debe agregarse lo reportado por Castellanos *et al.* (1996) quienes estudiaron el efecto a largo plazo de la aplicación de estiércol de bovino y reportan un incremento significativo en la velocidad de infiltración y retención de humedad con dosis de 60 t ha^{-1} , señalan estos autores que dicho efecto se logra debido a que del total de aportaciones orgánicas 70% se mineraliza rápidamente, en uno o dos años; el resto se transforma en humus, se incorpora al suelo y produce su efecto benéfico en la estructura del suelo

a partir del primer año de aplicación.

En el Cuadro 4 se presenta la comparación de medias para el factor (C) profundidad, en el se muestra diferencia no significativa en la fecha del 07 de Abril para los tratamientos 4, 7 y 12 (labranza tradicional con 3000 Kg ha⁻¹ a 15-30 cm; labranza de conservación con 1000 Kg ha⁻¹ a 0-15 cm; labranza de conservación con 3000 Kg ha⁻¹ a 30-45 cm respectivamente de compost y profundidad. El Cuadro 5 para el 09 de mayo presenta diferencia no significativa para los tratamientos 24, 12 y 18 labranza de conservación con fertilización química a 30-45 cm; labranza de conservación con 3000 Kg ha⁻¹ a la profundidad 30-45 cm y labranza de conservación con 2000 Kg ha⁻¹ de composta a 30-45 cm respectivamente.

El Cuadro 6 (20 de Junio) muestra diferencia no significativa para los tratamientos 10, 24 y 18 labranza tradicional con fertilización química a 0-15 cm; labranza de conservación con fertilización química a la profundidad 30-45 cm y labranza de conservación con 2000 Kg ha⁻¹ de compost a 30-45 cm respectivamente.

La Figura 2 muestra el comportamiento de humedad a través del tiempo en los diferentes Labranzas y dosis de fertilización. Se puede observar que los tratamientos en la labranza de conservación son los que presentan mayor contenido de humedad, por lo cual se puede afirmar que la labranza de conservación favorece la retención de humedad en el suelo.

Lo anterior coincide con Smart y Bradford (1996) quienes indican que los sistemas de la labranza de conservación ayudan a reducir la erosión y la evaporación de la humedad Martínez *et al.* (1999) y Medrano (2002) coinciden en señalar que la labranza reducida favorece la conservación de humedad en los cultivos.

Cuadro 4. Comparación de medias para el factor c sobre humedad del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 07 de abril del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	
7	19.6	A
13	18.4	A
21	18.978	A
18	17.565	AB
15	17.3725	AB
22	17.3375	AB
23	17.18	AB
14	15.15	AB
11	17.13	AB
10	17.1275	AB
17	17.0825	ABC
24	16.9950	BCDEF
16	16.8625	BCDEF
9	16.8300	BCDEF
19	16.7175	BCDEF
20	16.5625	BCDEF
5	16.4375	CDEFG
12	16.3900	CDEFGH
2	16.3325	CDEFGH
1	16.3275	DEGGH
6	16.2575	DEFGH
7	16.1050	EFGH
3	16.9150	FGH
8	15.4175	GH
4	25.3225	H

*Letras iguales no significancia al 0.05.

Cuadro 5. Comparación de medias para el factor c sobre humedad del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 09 de Mayo del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	comparación
24	17.4125	A
21	17.2	A
18	16.975	AB
10	16.3825	AB
23	16.345	AB
16	16.1675	AB
13	16.0525	BC
17	17.77	BC
20	15.69	ABCD
15	15.45	CDE
22	15.4200	CDE
9	15.3975	CDE
11	15.2625	CDEF
19	15.1850	CDEF
14	14.8175	DEFG
8	14.1625	EFGH
5	13.5150	FGHI
2	13.2050	GHI
12	12.9875	HI
7	12.9675	HI
6	12.7675	HI
4	12.2675	I
1	12.0574	I
3	10.2625	J

*Letras iguales no significancia al 0.05.

Cuadro 6. Comparación de medias para el factor c sobre humedad del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 20 junio del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	COMPARACIÓN
10	14.655	A
24	14.4225	A
18	13.99	A
16	13.4675	AB
11	13.4525	AB
17	13.1475	AB
19	12.775	AB
14	12.4525	AB
23	12.3375	AB
20	12.24	AB
15	12.1925	BCDEFG
22	12.0350	BCDEFG
9	11.9900	BCDEFG
13	11.9050	CDEFG
21	11.7825	CDEFG
12	11.3900	DEFGH
8	10.9250	EFGH
1	10.7550	FGH
2	10.5375	GH
6	9.6225	HI
3	9.6225	HIJ
5	9.5200	IJK
4	7.9175	JK
7	6.8600	K

*Letras iguales no significancia al 0.05

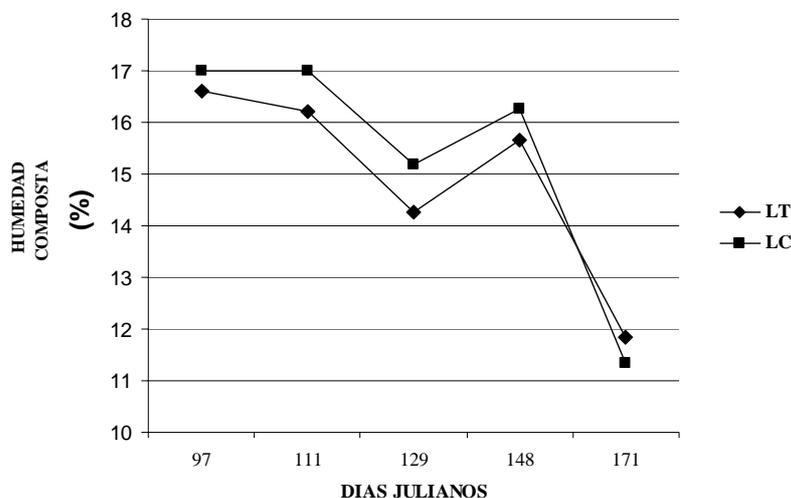


Figura 2. Comportamiento a través de tiempo de humedad en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 2006

7.3 Compactación del suelo

Los Cuadros de análisis de varianza 22, 23 y 24 presentan los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos) en función de la profundidad a tres estratos (0-15; 15-30; y 30-45 cm. respectivamente). En el Cuadro 22 se observa diferencia significativa únicamente para el factor C (profundidad); no existiendo diferencia para el factor A (labranza), factor B (abonos orgánicos) e interacción. En el Cuadro 23 los resultados son similares, existiendo diferencia para el factor B y C (abonos orgánicos y profundidad); además para la interacción A*C (labranza y profundidad) y diferencia significativa únicamente para los abonos orgánicos en el Cuadro 23. En relación a esta variable de compactación se considera también que es más importante la profundidad; en este caso interaccionado con el abono orgánico en su efecto sobre la compactación del suelo. En lo que respecta al cuadro 24 existe diferencia significativa para el factor B (abonos orgánicos), interacción A*B*C (labranza y profundidad).

En el Cuadro 7 se presenta la comparación de medias para el factor (C) profundidad, en el se muestra diferencia no significativa en la fecha del 09 de Mayo para los tratamientos 12, 16 y 10 labranza de conservación con 2000 kg ha⁻¹ a 15-30 cm; labranza de conservación con fertilización química a 15-30 cm; labranza de conservación con 1000 kg ha⁻¹ a 15-30 cm. respectivamente de composta y profundidad. El Cuadro 8 para el 28 de Mayo presenta diferencia significativa entre el tratamiento 12 y los otros tratamientos; siendo el mejor el 12 a este respecto labranza de conservación con 2000 kg ha⁻¹ de composta a 15-30 cm. El Cuadro 9 (20 de Junio) muestra diferencia no significativa para los tratamientos 14, 5 y 6 labranza tradicional con 3000 kg ha⁻¹ a 15-30 cm; labranza de conservación con 3000 kg ha⁻¹ a la profundidad 0-15 cm y labranza tradicional con 2000 kg ha⁻¹ de composta y profundidad en el suelo de 0-15 cm respectivamente.

La Figura 3 muestra el comportamiento de compactación a través del tiempo (9 de Mayo; 28 de Mayo, 20 de Junio); es decir a la siembra, intermedio y a la cosecha en los diferentes tipos de labranza y dosis de fertilización. Observándose que la labranza de conservación presento los mejores valores, lo cual concuerda con Medrano *et al.* (2002) quienes mencionan que los suelos con labranza de conservación aumentan al principio la compactación en el suelo y con el tiempo esta va disminuyendo en comparación con los de labranza tradicional. Coincide con Castellanos y Reyes (1982), quien mencionan que el mayor impacto que el estiércol produce en el suelo es sobre las propiedades físicas, pues disminuye la densidad aparente, incrementa la porosidad, y produce un acolchado, el cual reduce las pérdidas directas de humedad por evaporación. A lo anterior debe agregarse a lo reportado por Castellanos *et al.* (1996), quienes señalan que del total de aportaciones orgánicas, el 70% se mineraliza rápidamente en uno o dos años, y el resto se transforma en humus, produciendo su efecto benéfico en la estructura, D_A y compactación del suelo a partir del primer año de aplicación. El efecto negativo de la compactación es mencionado por Bengough y Young (1993), quienes señalan que la compactación disminuye el crecimiento de las raíces, pues esta constituye un impedimento mecánico y de esta forma, una fracción de la reserva de agua y nutrimentos no son accesibles a la planta.

Cuadro 7. Comparación de medias para el factor c sobre compactación del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 09 de Mayo del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	
12	313.25	A
16	312.25	A
10	311.5000	A
8	307.2500	ABCD
2	300.7500	ABCDE
13	299.0000	ABCDE
4	292.7500	BCDEF
15	292.7500	BCDEFG
5	284.5000	BCDEFG
14	284.5000	BCDEFG
1	281.2500	BCDEFG
9	279.5000	CDEFG
11	278.0000	DEFG
6	273.0000	EFG
3	265.0000	FG
7	261.7500	G

*Letras iguales no significancia al 0.05.

Cuadro 8. Comparación de medias para efecto del factor sobre compactación en el suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 28de Mayo del 2006

TRATAMIENTO	MEDIA	comparación
12	317	AB
16	265	ABC
8	260.000	BC
11	245.5000	BCD
5	242.5000	BCDE
14	237.2500	BCDE
15	232.5000	BCDEFG
6	232.5000	BCDEFG
4	227.7500	BCDEFG
9	226.2500	BCDEFG
13	222.7500	CDEFG
2	210.0000	DEFG
10	208.2500	DEFG
7	204.7500	EFG
3	200.2500	FG
1	194.2500	G

*Letras iguales no significancia al 0.05.

Cuadro 9. Comparación de medias para efecto del factor c sobre compactación en el suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 20 Junio del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	
6	302.0	A
14	301.5	A
5	301.0000	A
2	299.0000	AB
1	297.5000	AB
11	296.0000	ABC
10	296.0000	ABC
9	294.2500	BC
3	290.7500	BC
13	289.2500	BC
15	278.2500	CD
7	266.5000	DE
4	256.7500	E
16	252.2500	EF
12	236.0000	FG
8	229.0000	G

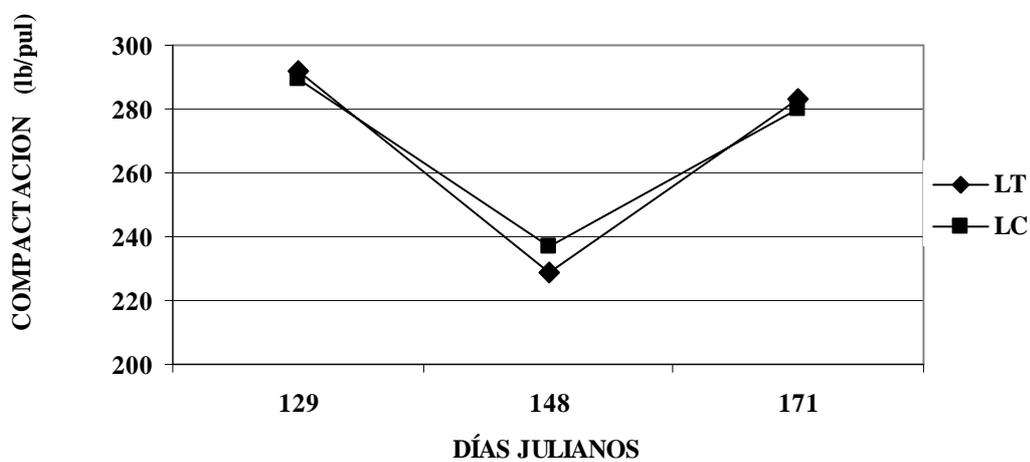


Figura 3 Comportamiento a través de tiempo de Compactación en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 2006

7.4 Densidad aparente del suelo

Los Cuadros de análisis de varianza 25 y 26 presentan los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos) en función de la profundidad a tres estratos (0-15; 15-30; y 30-45 cm respectivamente). En el Cuadro 25 se observa diferencia significativa únicamente para el factor C (profundidad a 0-15 cm); no existiendo diferencia para el factor A (labranza) y factor B (abonos orgánicos). En el Cuadro 26 como se aprecian los resultados indican no significancia para ningún factor e interacción.

Estos resultados concuerdan con los de Lutrell *et al.* (1977) quienes mencionan que los cambios en densidad aparente en labranza de conservación son menores que en la labranza convencional ya que en seis años bajo este sistema, la densidad aparente decreció de 1.43 g cm^{-3} a 1.40 g cm^{-3} , mientras que en labranza convencional esta se incrementó de 1.37 gr cm^{-3} a 1.53 gr. cm^{-3} . Lo anterior también concuerda con Campos (1996), quien menciona que la velocidad de infiltración es mayor en labranza de conservación y que la densidad aparente es mayor en la labranza tradicional, lo cual se debe al reacomodo de los agregados del suelo después de la labranza

En el Cuadro 10 se presenta la comparación de medias para el factor (C) profundidad, en el se muestra diferencia no significativa únicamente para la fecha del 10 de junio para los tratamientos 8 y 2 (labranza tradicional con fertilización química a 15-30 cm de profundidad; y labranza de conservación con 2000 Kg. ha^{-1} a 15-30 cm

Cuadro.10 Comparación de medias para efecto de la profundidad sobre densidad aparente del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 10 Junio del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	comparación
8	1.6	A
2	1.612	A
16	1.5675	AB
1	1.5600	AB
7	1.5350	ABC
3	1.5325	ABC
5	1.5125	ABCD
4	1.4750	ABCDE
12	1.4375	BCDE
6	1.4050	CDE
14	1.3650	DE
15	1.3525	E
11	1.3500	E
13	1.33425	E
9	1.3350	E
10	1.3275	E

*Letras iguales no significancia al 0.05

7.5 Resistencia al corte

Los Cuadros de análisis de varianza 28 y 29 presentan los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos. Para estos cuadros los resultados indican no significancia para ningún factor; únicamente para la interacción A*B de la fecha 30 de mayo del 2003 cuadro 28. Figura 4.

En el Cuadro 11 para la fecha del 09 de mayo se presenta la comparación de medias para el factor de interacción (A*B) labranza y abonos orgánicos, en el se muestra diferencia no significativa únicamente para los tratamientos 3 y 1 (labranza tradicional con 3000 Kg ha⁻¹ de compost y labranza tradicional con 1000 Kg. ha⁻¹ de compost.

Cuadro 11. Comparación de medias para efecto del factor a*b sobre resistencia al corte en el suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 30 Junio del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	comparación
3	40.0000	A
1	39.0000	AB
2	36.5000	ABC
8	34.5000	ABCD
5	33.2500	ABCD
6	32.2500	BCD
7	30.0000	CD
4	28.7500	D

*Letras iguales no significancia al 0.05.

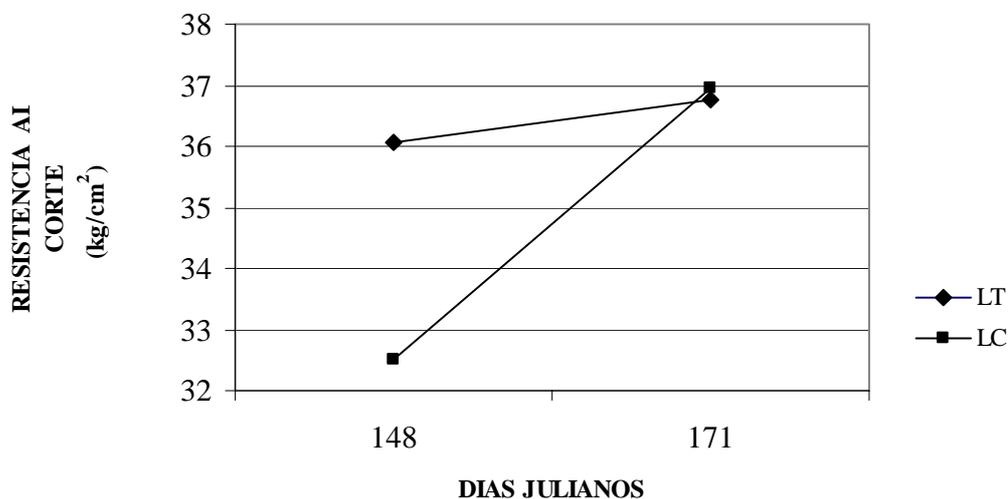


Figura 4. Comportamiento a través del tiempo de Resistencia al corte para sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 2006.

7.6. Nitrógeno en planta

El Cuadro 30 de análisis de varianza presenta los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos). En dicho Cuadro se observa que no existe diferencia significativa para ninguno de los dos factores, ni interacciones. Lo anterior implica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales en el efecto causado sobre la acumulación de nitrógeno en planta; es decir que estos dos factores y en especial la labranza (conservación y convencional) no afectan esta variable. Estos resultados son corroborados por la Figura 5 donde se aprecia la similitud en el efecto causado por cada uno de los tratamientos sobre esta variable.

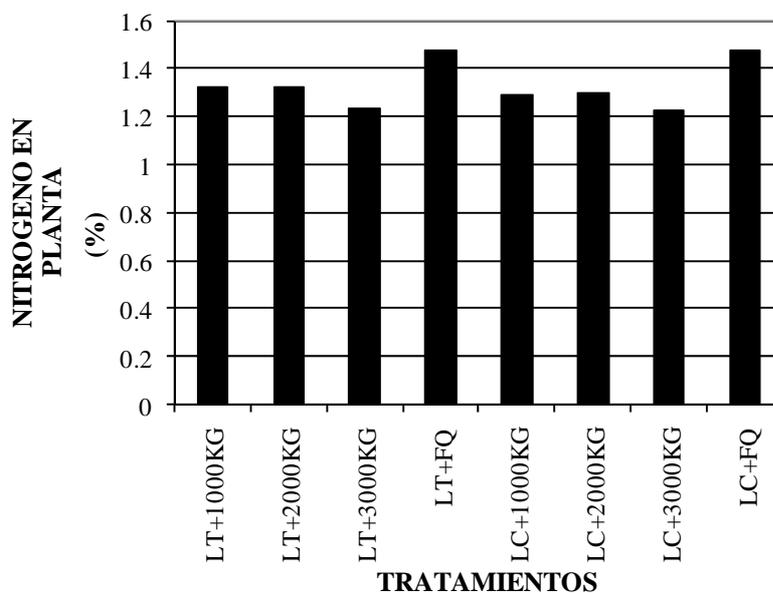


Figura 5. Comportamiento de nitrógeno en planta en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 2006

7.7. Altura de planta

El Cuadro 31 de análisis de varianza y Cuadro 12 de comparación de Medias presentan los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos). En dicho Cuadro se observa que no existe diferencia significativa para el factor A (labranza de conservación vs. labranza convencional); existiendo efecto de los abonos orgánicos empleados (factor B). En este caso al menos un nivel del factor es diferente a los demás tratamientos y en este caso la prueba de medias (DMS) indica que los tratamientos 3 (3 000 kg ha⁻¹); 1 (1000 kg ha⁻¹) y 2 (2000 kg ha⁻¹) son los más sobresalientes; pero estadísticamente iguales entre sí, siendo superiores a la fertilización química con 120-60-00 de N-P-K, (tratamiento 4).

Estos resultados son corroborados por la Figura 6 donde se aprecia la similitud en el efecto causado por cada uno de los tratamientos sobre esta variable.

Cuadro 12. Comparación de medias para altura de planta en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. Junio del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA*	comparación
3	238.8750	A
1	235.3750	A
2	233.8750	A
4	199.7500	B

Letras iguales indican no significancia al 0.05%.

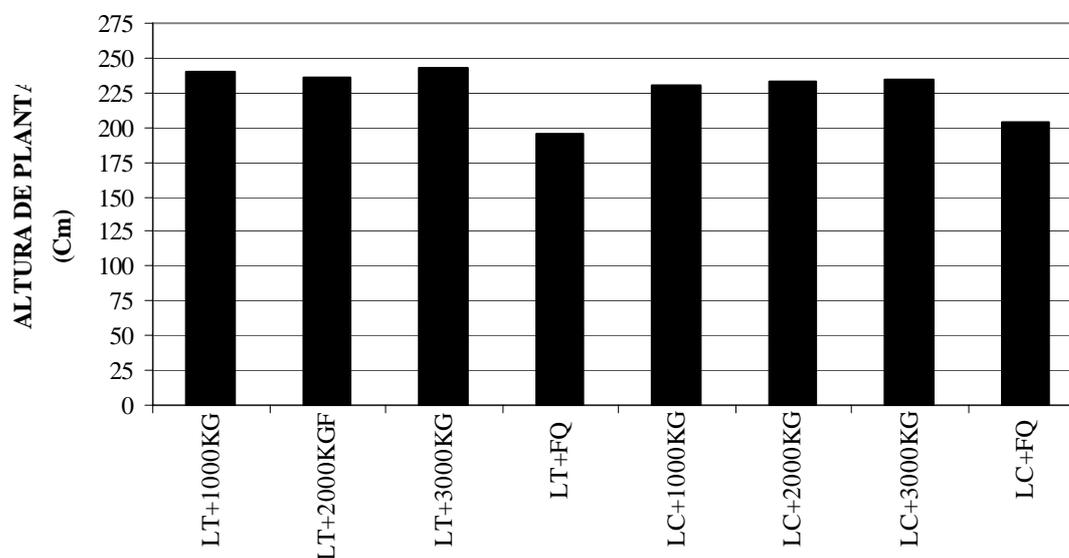


Figura 6. Altura de planta para sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 2006.

7.8 Rendimiento de forraje verde

El Cuadro 31 de análisis de varianza presenta los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos). En dicho Cuadro se observa que no existe diferencia significativa para el factor A (labranza de conservación vs. labranza convencional); existiendo efecto de los abonos orgánicos empleados (factor B). En este caso al menos un nivel del factor es diferente a los demás tratamientos; existiendo también diferencia para la interacción A*B. Para el efecto del factor B la prueba de medias (DMS) indica que los tratamientos 3 (3 000 kg ha⁻¹) y 1 (1000 kg ha⁻¹) son los más sobresalientes; pero estadísticamente iguales entre sí, siendo superiores al tratamiento 2 (1000 kg ha⁻¹) y a la fertilización química con 120-60-00 de N-P-K, (tratamiento 4), Cuadro 13. Lo referente a la interacción de A*B la prueba de medias del Cuadro 14 y la Figura 7 muestran que el tratamiento 7 (labranza de conservación + 3000 kg de composta ha⁻¹) ha⁻¹ presentó el más alto rendimiento 107.75 tn ha⁻¹, seguido por el tratamiento 6 (labranza de conservación + 2000 kg de composta ha⁻¹) con 97.985 t ha⁻¹ y el tratamiento 1 (labranza de conservación + 1000 kg de composta ha⁻¹) con 93.34 t ha⁻¹; no existiendo diferencia significativa entre estos tres

tratamientos, de la misma forma se puede observar que el tratamiento con rendimiento más bajo fue el cuatro (labranza tradicional + fertilización química) 59.09 t ha⁻¹

Este comportamiento puede deberse a lo mencionado por Castellanos y Reyes (1982), quienes indican que el mayor impacto que produce el abono orgánico (estiércol o compost) en el suelo es sobre las propiedades físicas, ya que disminuye la densidad aparente, incrementa la porosidad produce un acolchado, reduciendo las pérdidas directas de humedad por evaporación. En cultivos como alfalfa con problemas de restricción de infiltración de agua, se obtuvieron incrementos del rendimiento hasta 23 t ha⁻¹, en 18 cortes, con la aplicación de estiércol, además de que se mejoró la aireación y aumentó el contenido de materia orgánica.

Cuadro 13. Comparación de medias para rendimiento de sorgo forraje (factor B). Gómez Palacio, Durango. Junio del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA*	
3	97.8475	A
2	88.6525	AB
1	95.2400	A
4	69.4625	C

*Nivel de significancia = 0.05

Cuadro. 14 Comparación de medias para rendimiento de sorgo forrajero (factor A*B). Gómez Palacio, Durango. Junio del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	comparación
7	107.7500	A
6	97.9850	AB
1	93.3400	BC
3	87.9450	BC
8	79.8350	CD
2	79.3200	CD
5	73.1400	DE
4	59.0900	E

Nivel de significancia = 0.05

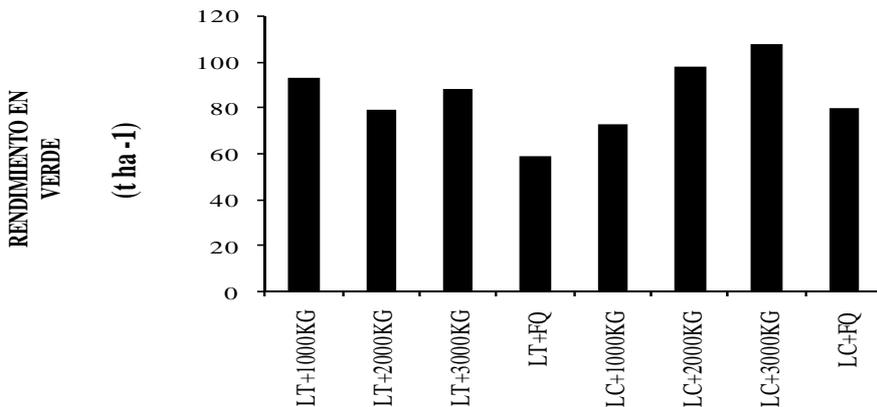


Figura 7. Rendimiento de forraje verde en sorgo. Gómez Palacio, Durango. 2006.

7.9 Rendimiento de forraje seco

Los Cuadros 32 de análisis de varianza y 15 de comparación de medias presentan los resultados de los tratamientos empleados (labranza y abonos orgánicos). En dicho Cuadro se observa que no existe diferencia significativa para el factor A (labranza de conservación vs. labranza convencional); existiendo efecto de los abonos orgánicos empleados (factor B). En este caso al menos un nivel del factor es diferente a los demás tratamientos; para el efecto del factor B la prueba de medias (DMS) indica que los tratamientos 3 (3 000 kg ha⁻¹); 2 (1000 kg ha⁻¹) y 1 (1000 kg ha⁻¹) son los más sobresalientes; pero estadísticamente iguales entre sí, siendo superiores al tratamiento de fertilización química con 120-60-00 de N-P-K, (tratamiento 4).

La Figura 8 corrobora lo anterior, en ella se muestra que el tratamiento 7 (labranza de conservación + 3000 kg de composta ha⁻¹) ha⁻¹presento el más alto rendimiento 23.51 t ha⁻¹ , seguido por el tratamiento 6 (labranza de conservación + 2000 kg de composta ha⁻¹) con 21.17 t ha⁻¹ y el tratamiento 1 (labranza de conservación + 1000 kg de composta ha⁻¹) con 21.05 t ha⁻¹; no existiendo diferencia significativa entre estos tres tratamientos, de la misma forma se puede observar que el tratamiento con rendimiento más bajo fue el cuatro (labranza tradicional + fertilización química) 15.98 t ha⁻¹

Cuadro 15. Comparación de medias para rendimiento de forraje seco. Gómez Palacio, Durango. Junio del 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA	comparación
3	32.5138	A
2	21.1775	A
1	21.0550	A
4	15.9875	B

*Nivel de significancia = 0.05

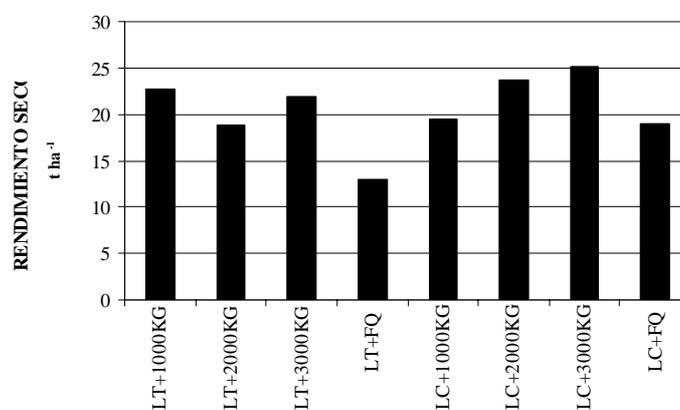


Figura 8. Comportamiento de Rendimiento de forraje en seco para sorgo. Gómez Palacio, Durango. 2006.

8. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este trabajo y con los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. La labranza de conservación no provocó diferencia significativa en la mayoría de sus tratamientos
2. La labranza de conservación no provocó diferencia significativa en las dosis de composta y fertilización química
3. Existió interacción en los tratamientos evaluados
4. El mejor rendimiento fue con la aplicación de composta a una dosis de 3000 kg ha⁻¹ cuando fue aplicado en labranza de conservación, seguido por el tratamiento de 2000 kg ha⁻¹, y el tratamiento de 1000 kg ha⁻¹.

9. LITERATURA CITADA

- Álvarez, S.J.D. C. R. Ferrera. y B. J. D. Etchevers. 2000. Actividad microbiana en tepetate con incorporación de residuos orgánicos. *Agrociencia* 34: 523-532.
- Arredondo, V.C.T., J.M. Cabrera., C.F. Bermúdez., H. R. Contreras., C.M. González., C.F. Aragón y R.R. Zarate. 1997. Fertilización química complementada con zeolita, estiércol y composta en la producción de maíz en Oaxaca. In: *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*, Villa Hermosa, Tabasco, In: p. 158.
- Barcenas, H. J.L. y V. J.A. Orozco. 1999. Fertilización química y orgánica con acolchado y riego localizado en cultivo de melón. In: *Memorias Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario I.T.A. N° 23 Oaxaca, Oax. 1999.* p.173.
- Becerra, M.A. y G.D. León. 1997. Labranza de conservación: una alternativa para la sustentabilidad agrícola. In: *Memorias XXIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo 1997-1998.* Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. p.163.
- Beltrán, M. F. A. 2000. Mineralización del nitrógeno en el suelo bajo tres sistemas de labranza, en los cultivos de Maíz (*Zea mays L.*) y Avena (*Avena sativa L.*). Tesis de Maestría (sin publicar) FAZ UJED Venecia, Durango. 151 p.
- Bengough, A. G. e I. M. Young. 1993. Root elongation of seedling peas through layered Soil of different penetration resistances. *Plant Soil* . 149:129-139.
- Berúmen, P. S., R. J.L. Monarrez. Y V. R. Figueroa. 2001. Efecto del abono orgánico en el desarrollo y producción del tomate (*Lycompersicum sculentum Mill.*) bajo condiciones de acolchado plástico y fertirrigación. *Agro faz* Junio 2001. p. 16-24.
- Bustillos D., S. 1987. Evaluación de los efectos de la labranza sobre dos suelos de México. Tesis Ingeniero Agrónomo en Zonas Áridas (sin publicar). Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.
- Briz, I, J.M. 1999. Efecto residual de aplicación de composta estiércol-bagazo de caña de azúcar en el rendimiento de maíz. In: *Memorias XI Congreso Nacional de*

- Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario I.T.A. N° 28 Villa de Ocuilzapotlan, Tabasco 2000 p.106.
- Campos, S. 1996. Evaluación de la labranza de conservación y la tradicional en la producción de soya y sorgo y su influencia en la aparición de enfermedades, maleza y condiciones físicas del suelo. Tesis Doctoral (sin publicar). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, Nuevo León.
- Castellanos, R., J. Z. y J. L. Reyes C. 1982. El valor del estiércol como fertilizante. La utilización del estiércol en la agricultura, Memoria del primer simposium, Torreón, Coahuila.
- Castellanos J. Z., J. Etchevers B., A. Aguilar Santelises y R. Salinas J. 1996. Efecto de largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades del suelo en una región irrigada del norte de México. Terra. 14: 151-158.
- Claveran, A. 1996. Avances de Investigación en Labranza de Conservación en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. VI° Congreso Internacional de Labranza. Guadalajara, Jalisco.
- Córdova, R. I. 2002 Evaluación del efecto de la composta sobre características de suelo y planta en cebolla (*Allium cepa* L.) Tesis de Maestría (sin publicar) UJED, FAZ, DEP Venecia Durango. 44p.
- Díaz, G.A. R. M.E. Castillo. L.G. García y C. P. Yescas. 1999. Producción de maíz forrajero bajo cuatro criterios de riego y aplicación de estiércol composteado. In: Memorias X Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario I.T.A. N° 23 Oaxaca, Oax. p.58.
- SAGARPA. Suplemento estadístico de la Región Lagunera 1° de enero del 2002.
- Fierro, A. A. 1997. Producción de nopal verdura (*Opuntia ficus indica*) utilizando altos volúmenes de fertilizante orgánico (estiércol de bovino) en Milpa Alta, D.F. In: Memorias VII Congreso nacional y V Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Monterrey N.L. p.133. México.
- Gallegos, R.M.A. y M. J. D. López. 2001. Fertilizantes orgánicos y su efecto sobre el rendimiento y control de plagas en algodón transgénico. AGROFAZ. JUNIO 2001. p 25-31 vol 1.

- Gavande, S.A. 1973. Física de Suelos: Principios y aplicaciones. LIMUSA. WILLEY, S.A. México D.F. 351 p.
- González, V.J.A. 2001. Potencial forrajero del Maíz (*Zea mays* L.) en función de diferentes niveles de materia orgánica bajo un sistema de surcos dobles. Tesis de Maestría (sin publicar) FAZ. UJED. Venecia, Durango. 88 p.
- Jaquéz, B. L. 2002 Evaluación de abonos orgánicos para incrementar la productividad del suelo en *Zea mays* L. Tesis de Maestría (sin publicar). UJED, FAZ, DEP Venecia, Durango. 41p.
- Karawasra, S.P.S. 1991. Socioeconomic considerations in tillage. Proc. 12th Conference of ISTRO "Soil tillage in agricultural Sustainability". Ibadan; Nigery pp. 536-545
- Lal, R.D.J., N.R. Eckert. Fausey y W.M. Eduards, 1990. Conservation tillage in sustainable agriculture. Sustainable agricultural systems. Soil and water conservation society, Ankeny, Iowa pp 203-225.
- Lara, S. J. 2002. Biodegradación de la materia orgánica y su efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo. Tesis de Maestría (sin publicar). FAZ UJED . Venecia, Durango. 111 p.
- López, M. J. D. y E. A. Díaz. 2001. Efecto de abonos orgánicos sobre humedad del suelo y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) AGROFAZ vol 1 p. 1-8.
- Luttrell, D. H., C. W. Bockhop y W. G. Lovely. 1977. The effect of tillage operations on soil physical conditions. Transactions of the ASAE 64:103-107.
- Martínez, G. M..A. 1997. Labranza de Conservación en maíz de riego en el altiplano de San Luis Potosí. In: Memorias XXIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo 1997-1998 p.168 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo Tapachula de Córdova y Ordóñez, Chiapas.
- Martínez, R. C. E. 1997. Comportamiento de un Suelo Xeresol Haplico ante la Acción de los Implementos de Labranza. Disertación Doctoral (sin publicar) Facultad de Agronomía, Universidad de Nuevo León. Marín, N.L. México. Pp. 3-5,10,11,15-18.
- Martínez, R de C. E., A. C. Godoy, L. G. García y M. J. R. Díaz. 1999. Labranza de conservación: una alternativa para la producción de avena forrajera en la

- Comarca Lagunera. In: Memorias X Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario I.T.A. N° 23 Oaxaca, Oax. 1999. p.47
- Medrano, R.J.G. 2002. Comportamiento del suelo bajo labranza de conservación en la producción de maíz forrajero. Tesis de maestría (sin publicar) CIGA-ITA 10. Torreón. Coahuila. P. 103.
- Ojeda, O.D. 1994. Promedios generales en contenidos de nutrientes aprovechables y otros datos calculados para los suelos analizados en la Republica Mexicana durante 1988 – 1993. Guano y Fertilizantes de México, S.A. Subgerencia Técnica Agronómica. Sección Edafología p. 2.
- Olivares, S. E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín Nuevo León, México. p 183-190.
- Onstad, C. A. y M. A. Otterby. 1979. Estimating the effects of cropping. Tillage and erosion control practices over large areas. Transactions of the ASAE 64. 111-115.
- Orozco, V. J.A. y S. J. L. Sánchez.1999. Acolchado plástico y fertirrigación orgánica y química en el cultivo de melón. In: Memorias XI Congreso Nacional De Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. p. 127 I.T.A. N° 28 Villa de Ocuilzapotlan, Tabasco.
- Ortiz, Ch. F.E. 1998. Fertilización Orgánica y retención nutrimental en la producción de maíz forrajero. In: Memorias IX Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario I.T.A. N° 2 Konkal Yucatán. p. 56
- Pérez, S. M.C. 1999. Biodegradación de materia orgánica y su impacto en las características físicas y químicas del suelo. Tesis de maestría (sin publicar) FAZ-UJED Venecia, Durango 92 p.
- Phillips, R. E., R. L. Blevins, G. W. Thomas, W. W. Frye y H. Phillips. 1980. No- tillage Agriculture. Science. 208: 1108-1113.
- Ramírez, C. J. 1976. Características generales de las series de suelos en la región Lagunera Coahuila y Durango, SRH Distrito de Riego 17 pp. 2-6.

- Ramón, R. M. 2001. Aplicación de dosis de estiércol de bovino en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con y sin acolchado plástico del suelo. Tesis de maestría (sin publicar) CIGA-ITA 10. Torreón. Coahuila.
- Reeder, R.C. 1992. Making. The transition to conservation tillage. Conservation tillage systems and management. Midwest plan service. Agricultural and Biosystems Engineering Department. Iowa State University.
- Rivera. C.A. 1997 Respuesta del pepino a dos tipos de fertilizantes en terrenos de la Coordinación de Investigación Científica de la U.A.N.L. In: XXVIII congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Villahermosa, Tabasco. p. 151.
- Rodríguez S., F. 1982. Fertilizantes y Nutrición Vegetal. AGT Editor. México, DF.
- Romero, E. E. J. 2002. Aplicación de ácido sulfúrico, abono orgánico e inorgánico; sus efectos en el suelo y en la producción de maíz forrajero. Tesis de Maestría (sin publicar) FAZ UJED Venecia, Durango 73 p.
- Romero, L.M.R. S. A. Trinidad., E. R. García y C. R. Ferrera. 1999. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia* 34: 261-269.
- Santamaría, R. S., C. R. Ferrera., S. J. J. Almaraz., S. A. Galvis y B. I. Barois. 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos. C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. *Agrociencia* 35: 377-384. 2001.
- Smart, J.R. y J.M. Bradford. 1996. Conservation tillage for a semi-arid subtropical environment. United States Department of Agriculture Research Service. Weslaco Texas, 78596 VI Congreso Internacional de AMIA.
- Varela, M. M. 2001. Biodegradación de materia orgánica y su efecto en la producción de cebolla, después del tercer ciclo. Tesis de Maestría (sin publicar) FAZ-UJED Venecia, Dgo. 106 p.

Cuadro 16. Análisis de varianza de temperatura en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 21 de abril del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	2.187500	0.729167	0.4667	0.727
FACTOR A	1	162.562500	162.562500	104.0400	0.002 *
ERROR A	3	4.687500	1.562500		
FACTOR B	3	2.562500	0.854167	1.4471	0.262 NS
A X B	3	2.812500	0.937500	1.5882	0.226 NS
ERROR B	18	10.625000	0.590278		
FACTOR C	1	3.062500	3.062500	9.8000	0.005 *
A X C	1	5.062500	5.062500	16.2000	0.001 *
B X C	3	0.812500	0.270833	0.8667	0.526 NS
A X B X C	3	0.562500	0.187500	0.6000	0.625 NS
ERROR C	24	7.500000	0.312500		
TOTAL		63	202.437500		

C.V. (ERROR C) = 2.4471%

Cuadro 17. Análisis de varianza de Temperatura en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 28 de mayo del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	1.843750	0.614583	0.4739	0.723
FACTOR A	1	4.515625	4.515625	3.4819	0.158 NS
ERROR A	3	3.890625	1.296875		
FACTOR B	3	3.281250	1.093750	1.2638	0.316 NS
A X B	3	5.328125	1.776042	2.0522	0.142 NS
ERROR B	18	15.578125	0.865451		
FACTOR C	1	6.890625	6.890625	19.0360	0.000 *
A X C	1	0.562500	0.562500	1.5540	0.223 NS
B X C	3	2.265625	0.755208	2.0863	0.128 NS
A X B X C	3	0.593750	0.197917	0.5468	0.659 NS
ERROR C	24	8.687500	0.361979		
TOTAL	63	53.437500			

C.V. (ERROR C) = 2.3337%

**Cuadro 18. Análisis de varianza de temperatura en sorgo forrajero.
Gómez Palacio, Durango. 20 de junio del 2006**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	9.671875	3.223958	0.8113	0.566
FACTOR A	1	19.140625	19.140625	4.8165	0.115 NS
ERROR A	3	11.921875	3.973958		
FACTOR B		34.671875	11.557292	3.0805	0.053 *
A X B	3	32.421875	10.807292	2.8806	0.064 NS
ERROR B	18	67.531250	3.751736		
FACTOR C	1	64.000000	64.000000	17.4545	0.001 *
A X C	1	1.000000	1.000000	0.2727	0.612 NS
B X C	3	9.500000	3.166667	0.8636	0.524 NS
A X B X C	3	0.500000	0.166667	0.0455	0.986 NS
ERROR C	24	88.000000	3.666667		
TOTAL	63	338.359375			

C. V. (ERROR C) = 6.7299%

Cuadro 19 Análisis de varianza de humedad en sorgo forrajero.

Gómez Palacio, Durango. 07 de abril del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	13.486328	4.495443	3.4099	0.170
FACTOR A	1	3.599609	3.599609	2.7304	0.197 NS
ERROR A	3	3.955078	1.318359		
FACTOR B	3	12.689453	4.229818	2.3506	0.106 NS
A X B	3	3.812500	1.270833	0.7062	0.563 NS
ERROR B	18	32.390625	1.799479		
FACTOR C	2	29.929688	14.964844	20.4844	0.000 *
A X C	2	1.787109	0.893555	1.2231	0.303 NS
B X C	6	2.207031	0.367839	0.5035	0.804 NS
A X B X C	6	3.324219	0.554036	0.7584	0.608 NS
ERROR C	48	35.066406	0.730550		
TOTAL	95	142.248047			

C.V. (ERROR C) = 5.0869%

**Cuadro 20. Análisis de varianza de humedad en sorgo forrajero.
Gómez Palacio, Durango. 09 de Mayo del 2006**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	36.263672	12.087891	2.5410	0.232
FACTOR A	1	20.177734	20.177734	4.2415	0.131 NS
ERROR A	3	14.271484	4.757162		
FACTOR B	3	8.037109	2.679036	0.3408	0.798 NS
A X B	3	37.591797	12.530599	1.5940	0.225 NS
ERROR B	18	141.501953	7.861219		
FACTOR C	2	221.281250	110.640625	77.6288	0.000 *
A X C	2	2.843750	1.421875	0.9976	0.622 NS
B X C	6	13.636719	2.272786	1.5947	0.169 NS
A X B X C	6	8.332031	1.388672	0.9743	0.546 NS
ERROR C	48	68.412109	1.425252		
TOTAL	95	572.349609			

C. V. (ERROR C) = 8.1055%

Cuadro 21. Análisis de varianza de humedad en sorgo forrajero.

Gómez Palacio, Durango. 20 de junio del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	5.596680	1.865560	0.3070	0.821
FACTOR A	1	6.156250	6.156250	1.0131	0.390 NS
ERROR A	3	18.230469	6.076823		
FACTOR B	3	15.703125	5.234375	0.9125	0.543 NS
A X B	3	72.783203	24.261068	4.2295	0.020 *
ERROR B	18	103.250000	5.736111		
FACTOR C	2	266.016602	133.008301	74.3469	0.000 *
A X C	2	1.027344	0.513672	0.2871	0.756 NS
B X C	6	13.902344	2.317057	1.2952	0.277 NS
A X B X C	6	14.912109	2.485352	1.3892	0.238 NS
ERROR C	48	85.873047	1.789022		
TOTAL	95	603.451172			

C. V. (ERROR C) = 11.5471%

Cuadro .22 Análisis de varianza de compactación en sorgo forrajero.

Gómez Palacio, Durango. 09 de Mayo del 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	11873.5000	3957.8332	2.4853	0.237
FACTOR A	1	126.500000	126.5000	0.0794	0.790 NS
ERROR A	3	4777.50000	1592.5000		
FACTOR B	3	10916.0000	3638.6667	2.9649	0.059 NS
A X B	3	3421.00000	1140.3333	0.9292	0.551 NS
ERROR B	18	22090.5000	1227.2500		
FACTOR C	1	3422.50000	3422.5000	7.0352	0.013 *
A X C	1	12.000000	12.0000	0.0247	0.871 NS
B X C	3	648.500000	216.1666	0.4443	0.727 NS
A X B X C	3	1419.50000	473.166656	0.9726	0.576 NS
ERROR C	24	11675.5000	486.479156		
TOTAL	63	70383.0000			

C. V. (ERROR C) = 7.5852%

Cuadro 23. Análisis de varianza de compactación en sorgo forrajero**Gómez Palacio, Durango. 28 de Mayo del 2006**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	1584.7500	528.250000	0.2113	0.883
FACTOR A	1	1156.0000	1156.00000	0.4625	0.547 NS
ERROR A	3	7498.5000	2499.50000		
FACTOR B	3	25450.5000	8483.50000	5.7041	0.007 *
A X B	3	3961.00000	1320.33337	0.8878	0.532 NS
ERROR B	18	26770.7500	1487.26391		
FACTOR C	1	8326.50000	8326.50000	11.0835	0.003 *
A X C	1	5402.25000	5402.25000	7.1910	0.013 *
B X C	3	6044.50000	2014.83337	2.6820	0.069 NS
A X B X C	3	4722.75000	1574.25000	2.0955	0.126 NS
ERROR C	24	18030.0000	751.250000		
TOTAL	63	108947.5000			

C.V. (ERROR C) = 11.7682%

Cuadro 24 Análisis de varianza de compactación en sorgo forrajero.

Gómez Palacio, Durango. 20 de Junio del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	3510.00000	1170.00000	1.0545	0.483
FACTOR A	1	199.500000	199.500000	0.1798	0.698 NS
ERROR A	3	3328.50000	1109.50000		
FACTOR B	3	34488.5000	11496.1669	22.5698	0.000 *
A X B	3	2400.50000	800.166687	1.5709	0.230 NS
ERROR B	18	9168.50000	509.361115		
FACTOR C	1	5.500000	5.500000	0.0324	0.853 NS
A X C	1	375.500000	375.500000	2.2115	0.147 NS
B X C	3	597.000000	199.000000	1.1720	0.341 NS
A X B X C	3	1683.50000	561.166687	3.3050	0.037 NS
ERROR C	24	4075.00000	169.791672		
		TOTAL	63	59832.0000	

C.V. (ERROR C) = 4.6287%

Cuadro.25 Análisis de varianza densidad aparente en sorgo forrajero.

Gómez Palacio, Durango. 09 de Mayo del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	0.282822	0.094274	5.3818	0.101
FACTOR A	1	0.001282	0.001282	0.0732	0.797
ERROR A	3	0.052551	0.017517		
FACTOR B	3	0.097321	0.032440	1.6362	0.215 NS
A X B	3	0.104874	0.034958	1.7632	0.189 NS
ERROR B	18	0.356873	0.019826		
FACTOR C	1	0.345200	0.345200	31.0436	0.000 *
A X C	1	0.020248	0.020248	1.8209	0.187 NS
B X C	3	0.057785	0.019262	1.7322	0.186 NS
A X B X C	3	0.043015	0.014338	1.2894	0.300 NS
ERROR C	24	0.266876	0.011120		
TOTAL		63	1.628845		

C.V. (ERROR C) = 7.2319%

Cuadro26 Análisis de varianza densidad aparente en sorgo forrajero.

Gómez Palacio, Durango. 18 de Junio del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	3	0.024666	0.008222	0.8486	0.552
FACTOR A	1	0.005074	0.005074	0.5236	0.524 NS
ERROR A	3	0.029068	0.009689		
FACTOR B	3	0.030495	0.010165	1.1518	0.356 NS
A X B	3	0.006363	0.002121	0.2403	0.868 NS
ERROR B	18	0.158859	0.008826		
FACTOR C	1	0.016586	0.016586	1.4421	0.240 NS
A X C	1	0.003441	0.003441	0.2992	0.596 NS
B X C	3	0.022469	0.007490	0.6512	0.593 NS
A X B X C	3	0.047615	0.015872	1.3800	0.272 NS
ERROR C	24	0.276039	0.011502		
TOTAL	63	0.620674			

Cuadro 27. Análisis de varianza de resistencia al corte del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 30 de Mayo del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	119.593750	39.864582	2.4867	0.237
FACTOR A	1	101.531250	101.53125	6.3333	0.085NS
ERROR A	3	48.093750	16.031250		
FACTOR B	3	87.843750	29.281250	1.1444	0.359 NS
INTERACCION	3	266.843750	88.947914	3.4763	0.037 *
ERROR B	18	460.562500	25.586805		
TOTAL	31	1084.468750			
C.V. (ERROR B) =		14.76%			

Cuadro28. Análisis de varianza de resistencia al corte del suelo en sorgo forrajero. Gómez Palacio, Durango. 18 de Junio del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	27.093750	9.031250	0.1389	0.930
FACTOR A	1	0.281250	0.281250	0.0043	0.951 NS
ERROR A	3	195.09375	65.03125		
FACTOR B	3	16.593750	5.531250	0.4964	0.693 NS
INTERACCION	3	16.593750	5.531250	0.4964	0.693 NS
ERROR B	18	200.56250	11.142361		
TOTAL	31	456.218750			

C.V. (ERROR B) = 9.06%

Cuadro29. Análisis de varianza de nitrógeno en planta en sorgo forrajero.

Gómez Palacio, Durango Junio del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	0.067440	0.022480	3.0940	0.189
FACTOR A	1	0.002289	0.002289	0.3150	0.615 NS
ERROR A	3	0.021797	0.007266		
FACTOR B	3	0.261692	0.087231	2.1655	0.127 NS
INTERACCION	3	0.001652	0.000551	0.0137	0.997 NS
ERRR B	18	0.725086	0.040283		
TOTAL	31	1.079956			

C.V. (ERROR B) = 15.07%

**Cuadro30. Análisis de varianza de altura de planta para en sorgo forrajero.
Gómez Palacio, Durango. Junio del 2006.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	836.62500	278.875000	3.2287	0.181
FACTOR A	1	94.500000	94.500000	1.0941	0.374 NS
ERROR A	3	259.12500	86.375000		
FACTOR B	3	8007.8750	2669.291748	16.1830	0.000 *
INTERACCION	3	415.87500	138.625000	0.8404	0.508 NS
ERROR B	18	2969.0000	164.944443		
TOTAL	31	12583.000000			

C.V. (ERROR B) = 5.66%

Cuadro 31. Análisis de Varianza de rendimiento de forraje verde de sorgo.

Gómez Palacio, Durango. Junio del 2006

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	827.265625	275.755219	2.3988	0.245
FACTOR A	1	761.093750	761.093750	6.6209	0.081 NS
ERROR A	3	344.859375	114.953125		
FACTOR B	3	3382.01562	1127.33850	12.3928	0.000 *
INTERACCION	3	2396.95312	798.984375	8.7832	0.001 *
ERROR B	18	1637.40625	90.967010		
TOTAL	31	9349.59375			

C.V. (ERROR B) = 11.25%

Cuadro32. Análisis de varianza de rendimiento en seco en sorgo forrajero.

Gómez Palacio, Durango. Junio del 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	66.649414	22.216471	3.2375	0.180
FACTOR A	1	58.670898	58.670898	8.5497	0.060 NS
ERROR A	3	20.586914	6.862305		
FACTOR B	3	241.55761	80.519203	6.4557	0.004 *
INTERACCION	3	105.57617	35.192059	2.8215	0.067 NS
ERROR B	18	224.50683	12.472602		
TOTAL	31	717.547852			

C.V. (ERROR B) = 17.28%

**Cuadro A1. Datos de temperatura para compost. Gómez Palacio, Durango.
21 de Abril 2006**

FACTORES			REPETICIONES			
A	B	C	1	2	3	4
1	1	1	25.000	24.000	25.000	25.000
1	1	2	24.000	25.000	24.000	25.000
1	2	1	25.000	24.000	25.000	25.000
1	2	2	25.000	24.000	24.000	25.000
1	3	1	26.000	25.000	24.000	24.000
1	3	2	25.000	25.000	24.000	25.000
1	4	1	25.000	24.000	22.000	24.000
1	4	2	25.000	23.000	24.000	23.000
2	1	1	21.000	20.000	21.000	21.000
2	1	2	22.000	22.000	22.000	22.000
2	2	1	21.000	20.000	21.000	22.000
2	2	2	22.000	21.000	21.000	22.000
2	3	1	20.000	21.000	21.000	21.000
2	3	2	21.000	21.000	22.000	22.000
2	4	1	20.000	20.000	22.000	20.000
2	4	2	22.000	22.000	23.000	21.000

Cuadro A2. Datos de temperatura para compost. Gómez Palacio, Durango.
28 de Mayo 2006

FACTORES			REPETICIONES			
A	B	C	1	2	3	4
1	1	1	26.000	26.000	27.000	24.000
1	1	2	27.500	26.000	27.000	25.000
1	2	1	26.000	26.000	26.000	25.000
1	2	2	27.000	26.000	27.000	26.000
1	3	1	23.000	24.000	26.000	26.000
1	3	2	26.000	26.000	26.500	26.000
1	4	1	26.000	27.000	26.000	26.000
1	4	2	27.000	28.000	27.000	25.500
2	1	1	26.000	26.000	24.500	26.000
2	1	2	26.500	25.500	26.000	27.000
2	2	1	25.500	25.000	25.500	25.500
2	2	2	25.000	25.500	27.000	26.500
2	3	1	25.000	24.000	25.000	25.500
2	3	2	25.500	26.000	26.000	26.000
2	4	1	26.000	25.000	25.000	25.000
2	4	2	25.000	25.500	25.000	24.000

**Cuadro A3. Datos de temperatura para compost. Gómez Palacio, Durango.
20 de Junio 2006**

FACTORES			REPETICIONES			
A	B	C	1	2	3	4
1	1	1	29.000	27.000	29.000	31.000
1	1	2	27.000	26.000	28.000	27.000
1	2	1	28.000	30.000	28.000	27.000
1	2	2	27.000	27.000	27.000	27.000
1	3	1	29.000	28.000	34.000	29.000
1	3	2	26.000	28.000	28.000	26.000
1	4	1	28.000	28.500	27.000	28.000
1	4	2	26.000	27.500	28.000	27.000
2	1	1	29.000	29.000	27.000	32.000
2	1	2	27.000	28.000	26.000	28.000
2	2	1	28.000	36.000	34.000	30.000
2	2	2	27.000	28.000	29.000	37.000
2	3	1	30.000	31.000	31.000	32.000
2	3	2	27.000	27.000	28.000	28.000
2	4	1	31.000	27.000	28.000	27.000
2	4	2	27.000	26.000	26.000	27.000

Cuadro A4. Datos de humedad para compost. Gómez Palacio, Durango.**07 de Abril 2006**

FACTORES			REPETICIONES			
A	B	C	1	2	3	4
1	1	1	16.700	16.120	6.060	16.460
1	1	2	18.67	16070	15.610	16.340
1	1	3	17.950	17.470	16.890	16.020
1	2	1	16.560	16.020	16.080	16.67
1	2	2	17.370	16.460	17.090	17.590
1	2	3	18.890	17.820	16.480	17.070
1	3	1	16.890	16.190	15.440	15.140
1	3	1	16.890	16.190	15.440	15.140
1	3	2	17.970	16.640	16.840	17.070
1	3	3	17.830	17.020	15.590	16.430
1	4	1	16.340	14.620	15.220	15.110
1	4	2	17.140	16.540	16.570	15.310
1	4	3	18.040	15.990	16.880	15.340
2	1	1	17.800	17.070	15.030	15.850
2	1	2	18.730	17.950	16.710	22.850
2	1	3	17.920	17.960	17.840	17.410
2	2	1	18.130	16.250	15.380	15.270
2	2	2	17.750	17.330	16.720	16.800
2	2	3	19.170	17.170	16.000	17.010
2	3	1	17.370	16.220	15.300	15.530
2	3	2	18.770	17.120	17.260	16.340
2	3	3	17.370	17.130	17.100	17.120
2	4	1	14.520	14.880	16.930	15.340
2	4	2	14.850	16.380	18.680	17.540
2	4	3	15.560	16.980	16.580	18.860

**Cuadro A5. Datos de humedad para compost. Gómez Palacio, Durango.
09 de Mayo 2006**

FACTORES			REPETICIONES			
A	B	C	1	2	3	4
1	1	1	13.140	10.490	11.380	13.220
1	1	2	16.160	14.850	13.910	16.670
1	1	3	17.1310	15.440	14.210	16.120
1	2	1	13.30	14.290	1.390	13.810
1	2	2	16.490	15.950	16.730	16.360
1	2	3	16.600	17.450	16.380	16.670
1	3	1	12.240	9.480	11.280	8.050
1	3	2	16.450	13.240	15.880	15.480
1	3	3	17.080	13.590	14.830	15.240
1	4	1	11.670	11.460	15.470	10.470
1	4	2	16.410	12.690	9.090	13.760
1	4	3	16.740	14.430	16.590	15.000
2	1	1	17.510	15.360	10.830	10.360
2	1	2	18.880	17.320	14.200	13.810
2	1	3	19.220	18.980	15.630	14.970
2	2	1	11.270	13.890	12.210	13.580
2	2	2	14.770	16.220	12.790	15.490
2	2	3	16.320	15.580	14.240	15.540
2	3	1	16.670	13.430	8.870	12.900
2	3	2	18.700	15.360	13.300	14.440
2	3	3	18.350	17.490	14.400	15.140
2	4	1	11.480	13.200	16.710	15.260
2	4	2	14.430	15.580	16.500	18.160
2	4	3	15.290	17.170	18.810	18.380

**Cuadro A6. Datos de humedad para compost. Gómez Palacio, Durango.
20 de junio 2006**

A	B	FACTORES		REPETICIONES		
		C	1	2	3	4
1	1	1	8.760	8.210	14.80	11.250
1	1	2	13.060	12.20	10.180	12.500
1	1	3	10.810	12.230	17.280	12.270
1	2	1	13.650	8.770	10.950	8.780
1	2	2	14.730	17.04	13.900	12.950
1	2	3	13.950	16.530	13.040	11.960
1	3	1	7.650	9.070	8.190	13.170
1	3	2	13.600	13.060	13.200	13.950
1	3	3	13.360	12.650	10.990	14.100
1	4	1	5.840	5.510	12.130	7.350
1	4	2	9.160	9.900	14.110	12.390
1	4	3	11.190	11.690	13.210	12.870
2	1	1	9.140	6.300	8.860	7.370
2	1	2	12.280	11.260	12.370	11.710
2	1	3	11.220	11.030	13.640	11.240
2	2	1	9.580	10.940	8.260	9.710
2	2	2	13.690	13.090	10.970	12.060
2	2	3	12.770	13.300	10.240	11.830
2	3	1	7.660	5.900	7.910	5.970
2	3	2	2.390	12.800	12.630	10.950
2	3	3	12.070	13.550	12.720	11.010
2	4	1	12.830	9.050	10.040	11.780
2	4	2	15.280	13.230	12.830	12.530
2	4	3	15.930	14.320	13.760	13.840

**Cuadro A7. Datos de compactación para compost. Gómez Palacio, Durango.
09 de Mayo 2006**

FACTORES			REPETICIONES			
A	B	C	1	2	3	4
1	1	1	288.000	314.000	242.000	281.000
1	1	2	294.000	301.000	294.000	229.000
1	2	1	294.000	288.000	301.000	320.000
1	2	2	307.000	320.000	314.000	301.000
1	3	1	307.000	275.000	242.000	236.000
1	3	2	314.000	288.000	294.000	216.000
1	4	1	353.000	242.000	294.000	288.000
1	4	2	398.000	294.000	307.000	314.000
2	1	1	294.000	294.000	262.000	288.000
2	1	2	307.000	294.000	301.000	294.000
2	2	1	268.000	307.000	294.000	223.000
2	2	2	301.000	301.000	294.000	242.000
2	3	1	262.000	333.000	275.000	177.000
2	3	2	281.000	288.000	327.000	275.000
2	4	1	301.000	320.000	301.000	307.000
2	4	2	314.000	320.000	301.000	314.000

**Cuadro A8. Datos de compactación para compost. Gómez Palacio, Durango.
28 de Mayo 2006**

FACTORES			REPETICIONES			
A	B	C	1	2	3	4
1	1	1	151.000	233.000	190.000	203.000
1	1	2	236.000	236.000	223.000	210.000
1	2	1	249.000	184.000	184.000	223.000
1	2	2	197.000	197.000	210.000	229.000
1	3	1	171.000	262.000	184.000	184.000
1	3	2	268.000	275.000	190.000	249.000
1	4	1	223.000	255.000	210.000	223.000
1	4	2	262.000	366.000	307.000	333.000
2	1	1	184.000	275.000	262.000	249.000
2	1	2	242.000	197.000	249.000	203.000
2	2	1	294.000	255.000	184.000	197.000
2	2	2	255.000	255.000	223.000	216.000
2	3	1	203.000	190.000	177.000	249.000
2	3	2	268.000	210.000	216.000	236.000
2	4	1	281.000	190.000	301.000	268.000
2	4	2	268.000	236.000	288.000	268.000

**Cuadro A9. Datos de compactación para compost. Gómez Palacio, Durango.
20 de Junio 2006**

FACTORES			REPETICIONES			
A	B	C	1	2	3	4
1	1	1	301.000	294.000	288.000	307.000
1	1	2	294.000	301.000	275.000	307.000
1	2	1	307.000	301.000	294.000	294.000
1	2	2	288.000	294.000	301.000	301.000
1	3	1	294.000	281.000	294.000	294.000
1	3	2	301.000	281.000	301.000	301.000
1	4	1	262.000	242.000	229.000	294.000
1	4	2	236.000	249.000	236.000	223.000
2	1	1	301.000	301.000	301.000	301.000
2	1	2	301.000	281.000	301.000	275.000
2	2	1	301.000	353.000	301.000	301.000
2	2	2	301.000	340.000	301.000	288.000
2	3	1	281.000	294.000	203.000	288.000
2	3	2	275.000	301.000	236.000	301.000
2	4	1	216.000	242.000	229.000	229.000
2	4	2	236.000	301.000	236.000	236.000

Cuadro A10. Datos de resistencia al corte para compost.

Gómez Palacio, Durango. 30 de Mayo 2006

FACTORES		REPETICIONES			
A	B	1	2	3	4
1	1	37.0000	45.0000	32.0000	42.0000
1	2	40.0000	32.0000	32.0000	42.0000
1	3	38.0000	33.0000	37.0000	52.0000
1	4	33.0000	32.0000	28.0000	22.0000
2	1	30.0000	38.0000	32.0000	33.0000
2	2	32.0000	35.0000	30.0000	32.0000
2	3	33.0000	30.0000	27.0000	30.0000
2	4	43.0000	33.0000	30.0000	32.0000

Cuadro A11. Datos de resistencia al corte para compost.

Gómez Palacio, Durango. 08 de Junio 2006

FACTORES		REPETICIONES			
A	B	1	2	3	4
1	1	40.0000	32.0000	30.0000	37.0000
1	2	38.0000	37.0000	42.0000	33.0000
1	3	40.0000	32.0000	37.0000	42.0000
1	4	43.0000	30.0000	33.0000	42.0000
2	1	33.0000	38.0000	38.0000	40.0000
2	2	35.0000	37.0000	42.0000	33.0000
2	3	33.0000	40.0000	42.0000	37.0000
2	4	32.0000	37.0000	37.0000	37.0000

Cuadro A12. Datos de % nitrógeno en planta para compost.

Gómez Palacio, Durango. Junio 2006

FACTORES		REPETICIONES			
A	B	1	2	3	4
1	1	1.4200	1.5400	1.1700	1.1700
1	2	1.5400	1.1700	1.4200	1.1700
1	3	1.1700	1.1700	1.1700	1.4200
1	4	1.4200	1.4200	1.6600	1.4200
2	1	1.6600	1.1700	1.1700	1.1700
2	2	1.4200	1.4200	1.1700	1.1700
2	3	1.2900	1.1700	1.1700	1.2900
2	4	1.1700	1.7900	1.6600	1.2900

Cuadro A13. Datos de altura de planta para compost. Gómez Palacio,

Durango. Junio 2006

FACTORES		REPETICIONES			
A	B	1	2	3	4
1	1	236.0000	245.0000	249.0000	233.0000
1	2	222.0000	231.0000	257.0000	231.0000
1	3	233.0000	255.0000	234.0000	250.0000
1	4	201.0000	192.0000	190.0000	200.0000
2	1	220.0000	221.0000	257.0000	222.0000
2	2	232.0000	232.0000	215.0000	251.0000
2	3	221.0000	238.0000	242.0000	238.0000
2	4	193.0000	187.0000	224.0000	211.0000

Cuadro A14. Datos de rendimiento en verde para compost. Gómez Palacio, Durango. Junio 2006

FACTORES		REPETICIONES			
A	B	1	2	3	4
1	1	83.2800	79.6000	96.4800	114.0000
1	2	69.6400	72.1400	86.9000	88.6000
1	3	81.6000	85.5800	97.0000	87.6000
1	4	62.6000	52.6600	59.0000	62.1000
2	1	72.5400	58.8800	85.0200	76.1200
2	2	88.6000	109.0000	84.3400	110.0000
2	3	104.0000	119.0000	101.0000	107.0000
2	4	75.7000	76.3000	68.4400	98.9000

Cuadro A15. Datos de rendimiento en seco para compost. Gómez Palacio, Durango. Junio 2006

FACTORES		REPETICIONES			
A	B	1	2	3	4
1	1	19.5200	18.1000	25.6000	27.6400
1	2	18.7000	18.5000	17.6000	20.1600
1	3	20.6400	20.1500	24.9200	22.0000
1	4	14.8000	12.2000	10.7000	14.0400
2	1	20.3600	13.9200	23.5000	19.8000
2	2	21.7000	27.0200	18.7000	27.0400
2	3	25.0000	28.4000	22.0000	25.0000
2	4	17.1200	16.3000	15.1000	27.6400