

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



La labranza de conservación como alternativa en la producción de sorgo grano en la Comarca Lagunera.

POR

LINO FRANCISCO SANTIAGO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DEL 2017

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“La labranza de conservación como alternativa en la producción de sorgo
grano en la Comarca Lagunera”

POR

LINO FRANCISCO SANTIAGO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:  _____

M.C. RAFAEL AVILA CISNEROS

VOCAL:  _____

DR. HECTOR JAVIER MARTINEZ AGÜERO

VOCAL:  _____

DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

VOCAL SUPLENTE:  _____

DR. ALFREDO OGAZ

M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

TORREON, COAHUILA

NOVIEMBRE DEL 2017



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“La labranza de conservación como alternativa en la producción de sorgo grano en la Comarca Lagunera”

POR

LINO FRANCISCO SANTIAGO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


M.C. RAFAEL AVILA CISNEROS

ASESOR:


DR. HECTOR JAVIER MARTINEZ AGÜERO

ASESOR:

DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

ASESOR:


DR. ALFREDO OGAZ

M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

TORREON, COAHUILA

NOVIEMBRE DEL 2017



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a **DIOS** todo poderoso por estar conmigo en todo momento, por darme la fuerza y la sabiduría para poder llegar a cumplir unas de mis metas.

A mis **PADRES** por brindarme todo el apoyo incondicional, su amor, sus buenos consejos y por todos esos ánimos que me alentaron para que yo pudiera terminar mi carrera.

A mis **HERMANOS** por estar siempre unidos y apoyándonos en cualquier momento en las buenas y en las malas.

A mi **ALMA TERRA MATER**, por darme la oportunidad de formar parte de esta institución y por todas esas experiencias bonitas que pase en la escuela con los maestros y compañeros, que contribuyeron en mi formación dentro de las aulas.

A mi asesor de tesis **M.C Rafael Ávila Cisneros** por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo de investigación, por su paciencia y dedicación en la realización del presente trabajo.

A todos los profesores de esta institución en especial a los que forman parte del departamento de Fitomejoramiento que siempre se empeñaron en ser buenos maestros transmitiendo sus conocimientos para formar un buen profesionalista, que sea capaz de enfrentar la vida laboral.

DEDICATORIA

A mis padres:

Raúl Francisco Fernández

Y

Teresa Santiago Vargas

A mi abuela:

Eulogia Fernández Ramón

A mis hermanos:

Mauricio Francisco Santiago

Eulogio Francisco Santiago

Diego Francisco Santiago

Rosendo Francisco Santiago

Lorenzo Francisco Santiago

RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante el ciclo de Primavera- verano de 2017 en el campo experimental San Antonio de los Bravos en la Universidad Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN- UL), en Torreón, Coahuila, México. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento del sorgo en dos sistemas de producción: labranza de conservación y labranza convencional; para lo cual se utilizó el híbrido de sorgo grano NK-180, evaluando las siguientes variables: altura de planta, diámetro del tallo y tamaño de la espiga. La investigación se realizó buscando atacar la forma en que se ha deteriorado el suelo, de los bajos rendimientos, y altos costos de producción que se han tenido con la labranza convencional, y con esta técnica de conservación que se planteó es una opción factible para contrarrestar los problemas del mal manejo del suelo, ya que se mantiene un suelo fértil, buenos rendimientos, ahorro de recursos como el agua, reducción de costo de producción y menos contaminación ambiental. Para el análisis estadístico se tomaron de manera aleatoria 12 plantas en la labranza de conservación y 13 plantas en labranza convencional, con las variables se determinaron con estadística descriptiva como instrumento de medición la media aritmética y la desviación estándar, y la *t* de student con un alfa de 5 porciento como instrumento de medición. Los resultados que se obtuvo en este experimento fue que el sorgo grano NK-180 mostró un mejor comportamiento en altura de planta en la labranza de conservación, y en cuanto a diámetro del tallo y tamaño de las espigas fueron similares a los dos sistemas, no hubo diferenciación en estas dos variables.

Palabras Claves: Labranza de conservación, Labranza convencional, Sorgo grano, Comportamiento.

INDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i

DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN	iii
INDICE.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.-Objetivos	3
1.1.1.- Objetivo General.....	3
1.1.2.-Objetivo Específico.....	3
1.2.-Hipótesis	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1.-Importancia del cultivo de sorgo grano.....	5
2.2.-Características Agronómicas del Sorgo	5
2.3.-Valor nutritivo del sorgo	6
2.4.-Producción Mundial	7
2.5.-Producción Nacional.....	7
2.6.-Producción de sorgo en la Comarca Lagunera	9
2.7.-Labranza convencional	10
2.7.1.-Efectos positivos de la Labranza convencional	11
2.7.2.-Efectos negativos de la Labranza convencional.....	11
2.8.-Que es la labranza de conservación.....	12
2.8.1-Objetivo de la labranza de conservación	13
2.8.2- Importancia de la labranza de Conservación.....	13
2.8.3.- Efecto de la rotación de cultivos.....	14
2.8.4.- Efecto de los residuos del cultivo	15
2.8.5.-Influencia de la Labranza.....	16
2.9.-Origen del Sorgo	16
2.10.- Clasificación Taxonómica del Sorgo	16
2.11.- Planta.....	17
2.12.-Características Morfológicas del sorgo	17
2.12.1.- Raíz.....	17
2.12.2.-Hojas	18
2.12.3.- Tallo	18

2.12.4.-Inflorescencia	18
2.12.5.- Semilla	19
2.13.- Antecedentes de investigación sobre la producción del sorgo grano	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.-Ubicación geográfica del trabajo experimental	21
3.2.-Localización del experimento	22
3.3.- Condiciones experimentales	22
3.4.- Material vegetal	22
3.5.- Preparación del suelo:.....	22
3.6.-Siembra	23
3.7.-Aporque	23
3.8.-Deshierbe	23
3.9.-Riego	24
3.10.-Fertilización	24
3.11.-Cosecha.....	24
3.12.-Variables evaluadas	24
3.12.1.-Altura de planta.....	24
3.12.2.-Diámetro del tallo	25
3.12.3.-Tamaño de espiga	25
3.13.-Análisis estadísticos	25
IV. RESULTADOS.....	25
4.1.-Altura de planta.....	26
4.2.- Tamaño de Espiga.....	30
4.3.- Diámetro del Tallo	33
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	40
VII. LITERATURA CITADA	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Volumen en de producción en las principales entidades productoras de sorgo grano	9
---	----------

Cuadro 2. Taxonomía del sorgo.....	17
Cuadro 3: Altura de planta del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación.....	26
Cuadro 4. Altura de planta del sorgo grano NK-180 en labranza convencional.	27
Cuadro 5. Cuadro de resumen de altura de la planta en labranza de conservación vs labranza convencional.....	28
Cuadro 6. Tamaño de espiga del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación.....	30
Cuadro 7. Tamaño de espiga del sorgo grano NK-180 en labranza convencional.....	31
Cuadro 8. Cuadro de resumen del tamaño de espiga del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación vs labranza convencional.....	31
Cuadro 9. Diámetro del tallo del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación.....	33
Cuadro 10. Diámetro del tallo del sorgo grano NK-180 en labranza convencional.....	34
Cuadro 11. Cuadro de resumen del diámetro del tallo del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación vs labranza convencional.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de sorgo, 2006/07 – 2016/17 *	7
Figura 2. Volumen de la producción nacional 2006-2015 (miles de toneladas).	8

Figura 3. Comparación en Altura de planta del sorgo grano NK-180 en sistema de labranza convencional y de conservación.....	29
Figura 4. Comparación del Tamaño de espiga del sorgo grano NK-180 en sistemas de labranza convencional y de conservación	33
Figura 5. Comparación del diámetro del tallo del sorgo grano NK-180 en sistemas de labranza convencional y de conservación.	37

I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial del sorgo esta principalmente centralizada en 5 países, EU. (20%), Nigeria (13%), India (11%), México (10.5%) y Sudán (9%) entre estos 5 acaparan casi el 63% de la producción mundial, tanto India como Nigeria destinan toda la producción para la satisfacción del Mercado Nacional. No muy lejos se encuentran países como China, Brasil, Argentina (SAGARPA, 2005). En la India, Nigeria y Sudan se utiliza el sorgo para consumo humano, el resto de los países lo usan para alimentación del ganado (García, 1982).

En México se producen alrededor de 6 millones de toneladas de sorgo grano al año y se importan 2.5 millones, lo que refleja la importancia económica del cultivo y la oportunidad de negocio que existe ante la demanda insatisfecha de granos forrajeros por la industria pecuaria. La producción nacional se concentra en seis estados principalmente Tamaulipas que participa con 37 %, Guanajuato con 25 %, Sinaloa con 10%, Michoacán con 8%, Nayarit con 5% y Morelos con 3%. Las bondades del sorgo son excepcionales con respecto a otros cultivos, ya que para producirlo se requiere de poca agua. En condiciones de riego alcanza altos rendimientos y el paquete tecnológico es de baja inversión, se dispone de insumos y servicios para su producción (El Economista, 2009).

La reducción en los costos de producción por hectárea y la oportunidad de preservar los suelos, son las principales razones por las que organismos enfocadas al sector agroalimentario promueven la agricultura de conservación. Este tipo de agricultura conserva y optimiza el uso de los recursos naturales, y al mismo tiempo es redituable, mejora la producción agrícola y evita la realización de arado y labranza, con quema o remoción de rastrojo y el uso del monocultivo, que no favorece ni ambiental ni económicamente (Panorama agrario, 2015).

Se han realizado trabajos de investigación con sorgo grano en relación a la preparación del terreno, encontrándose que es posible reducir la intensidad del laboreo del suelo con la técnica de la labranza de conservación que es un sistema de producción que permite manipular física, química y biológicamente las

condiciones del suelo, para mejorar la germinación de la semilla, el establecimiento de la planta, el crecimiento y desarrollo del cultivo; también favorece la rotación de cultivos (SAGARPA, 2012).

Debido a los altos costos de producción, bajos precios de los productos agrícolas, políticas nacionales hacen de la agricultura una actividad poco rentable; con el manejo tradicional de labranza del suelo (rastra de discos, arado de vertedera, cultivadores, provocan un daño excesivo y se propicia un deterioro de los recursos naturales como el agua y el suelo) además de afectar en forma negativa al medio ambiente por emisiones de contaminantes por excesivo uso de maquinaria, erosión eólica e hídrica del suelo, mayor volumen de agua de riego con el incremento de lixiviación de productos químicos que pueden afectar los mantos freáticos. Las prácticas de la labranza de conservación en la producción de granos tal como es en el sorgo permiten un ahorro en la preparación del suelo, favorece la conservación de agua y suelo, se reduce el gasto de combustible, todo esto hacen a esta parte de la agricultura más rentable y sostenible. Este sistema se puede implementar en áreas de riego y temporal (SAGARPA, 2017).

Carrasco *et al.*, (2011) hacen señalar que el sorgo tiene la particularidad de aportar grandes cantidades de rastrojo que contribuyen a mejorar la cobertura de los suelos, esto controla la erosión hídrica y la fijación de carbono. Además, el sorgo esta provista que presenta raíces muy desarrollados y profundos que le permiten muy buena exploración del perfil del suelo por un lado que contribuye a mejorar la estructura del mismo, ayudando a mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Debido a sus cualidades presenta como una alternativa muy propicia para aquellos sistemas en que desee mantener las buenas condiciones de fertilidad, como así también es un cultivo ideal para sistemas de producción bajo la labranza de conservación.

Es necesario mencionar que en la zona de estudio cuyas características son la producción a escala comercial del sorgo grano para alimentar los grandes establos se ha privilegiado la sobre explotación del agua y del suelo como una forma de mejores rendimientos por lo que la presente investigación busca la validación de

métodos de actualidad que buscan la producción sustentable en diferentes cultivos y para este caso un mejor método para producir sorgo.

Carranco; 2010 hace mención que el hombre con el paso del tiempo ha llevado actividades que han alterado el equilibrio natural mediante la deforestación, erosión, salinización, degradación física, biológica y química de los suelos. Ante esta problemática recomienda buscar alternativas que permitan realizar una producción sustentable y una de ellas es la agricultura de conservación que consiste en dejar sobre el terreno los residuos de la cosecha anterior, realizar rotaciones del cultivo y realizar una mínima perturbación del suelo por lo cual recomienda el multiarado para lograr estos fines. El autor referenciado nos aporta la experiencia de cultivar soya, maíz y sorgo mediante el sistema de agricultura de conservación teniendo como resultados mejores rendimientos del sorgo y el maíz; y además logro romper el ciclo de plagas que convencionalmente atacaban sus cultivos.

1.1.-Objetivos

1.1.1.- Objetivo General

Conocer el comportamiento del sorgo grano bajo condiciones de la labranza de conservación.

1.1.2.-Objetivo Específico

1. Evaluar la variedad de sorgo grano NK-180 bajo el sistema de producción de labranza de conservación en base a las siguientes características: altura de planta, diámetro del tallo y el tamaño de espiga en la Comarca Lagunera.

2. Comparar el sorgo grano NK-180 bajo el sistema de conservación y el sistema convencional barbecho- rastreo.

1.2.-Hipótesis

La variedad de sorgo grano NK-180 genera mejor comportamiento en las características físicas altura de planta, diámetro del tallo y en el tamaño de espiga al ser cultivado bajo labranza de conservación; al compararlo con el sistema convencional.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1.-Importancia del cultivo de sorgo grano

La importancia de este cultivo ha aumentado considerablemente debido a su utilización en la alimentación humana. En la industria de panificación la harina de sorgo está tomando auge, ya que se ha comprobado que puede sustituir hasta un 50% a la del trigo, en las mezclas para la elaboración de pan (Salvador *et al.*, 2007).

Las diversas y amplias virtudes que ofrece esta planta desde el punto de vista agronómico, así como en la alimentación humana y animal, la industria, la gastronomía y la medicina, le confieren atributos excepcionales para el incierto futuro alimentario (Pérez *et al.*, 2010)

El sorgo de grano brinda la posibilidad de utilizarse para distintos destinos: como la comercialización del grano, o del consumo animal en forma de silo de grano húmedo o silo de planta entera (INTA, 2009).

2.2.-Características Agronómicas del Sorgo

Las características agronómicas particulares del sorgo han llevado a un aumento en su producción en los últimos años. Es un cultivo que se puede incluir en las rotaciones dando excelentes resultados para el suelo y con bajo costo en relación con el maíz, además puede ser un buen reemplazante de este en la dieta nutritiva, sobre todo en periodos de sequía debido a que es más eficiente en la utilización del agua (Barberis, Sánchez, 2013).

Otra ventaja consiste en su aporte a la mejora de la construcción del suelo, siendo un cultivo con inigualables condiciones en lo que respecta a calidad de rastrojo y la exploración de su sistema radicular, esto controla la erosión hídrica y la fijación de carbono para aumentar la fertilidad del suelo. Por todas estas ventajas, el sorgo es claramente una elección sumamente interesante para aquel productor que aspira a obtener rentabilidad sustentable en el tiempo (INTA, 2009; MONSANTO, 2017).

El sorgo tiene la capacidad de adaptarse a una amplia gama de condiciones de suelo, y la destacada tolerancia hídrica lo posicionan como una interesante alternativa productiva; a su vez aporta gran cantidad de rastrojo que lo hace uno de los principales cultivos para mantener elevados niveles de materia orgánica en un esquema de rotación (PIONEER, 2017; García, 1982). Es muy resistente a la sequía (El Productor, 2014), es capaz de aguantar periodos largos sin lluvia y luego reemprender su crecimiento más adelante cuando cesa la sequía (Fernández, 1998). Su buen comportamiento agronómico le concede favorables atributos: no requiere de suelos fértiles; es alelopático, por lo que requiere de pocas labores de cultivo y limpieza; compete, entre plantas cultivadas de amplio uso y es resistente a las plagas y enfermedades, pero resulta sensible al ataque de las aves durante las cosechas y a los insectos durante el almacenamiento (Pérez *et al.*, 2010).

2.3.-Valor nutritivo del sorgo

El sorgo granífero es muy bueno como dador de energía, sus granos aportan 3.180 kilo calorías por kilogramo y aporta de 8 a 9 por ciento de proteína, su limitante es el caroteno que se puede complementar con otro grano. Y tiene propiedades nutricionales muy parecidas al maíz (El Productor, 2014). Lo que difiere al maíz que es un poco más rico en proteínas, pero más pobre en materia grasa (Fernández, 1998).

Resaltando la importancia del sorgo grano; Vargas (2009) menciona que el almidón es la principal forma de almacenaje de hidratos de carbono en el sorgo; la digestibilidad del almidón en el grano de este cereal determina el contenido energético disponible; donde el contenido medio del almidón del sorgo grano es de 69.5 por ciento; donde del 70 al 80 por ciento es el almidón amilopectina y el otro por ciento restante es amilasa; el segundo gran constituyente del grano del sorgo son las proteínas tan importantes para cubrir las necesidades corpóreas de nitrógeno y de los aminoácidos esenciales para los seres vivos.

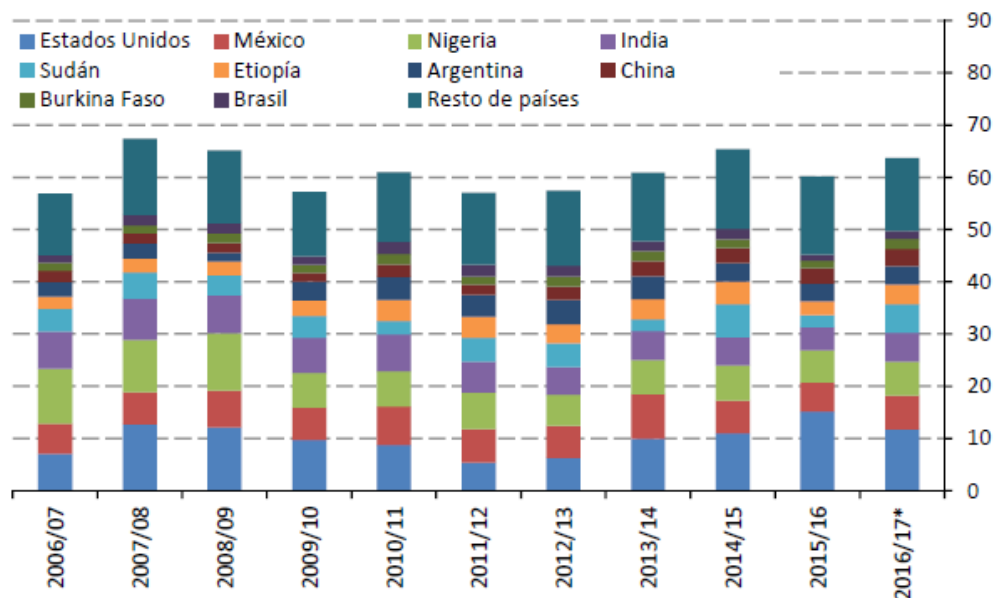
2.4.-Producción Mundial

Estados Unidos es el principal productor mundial de sorgo. El principal consumidor de sorgo es China. Las importaciones de sorgo de china son en su mayoría desde los Estados Unidos (SIAP-SAGARPA, 2016).

Entre los ciclos comerciales 2006/07 y 2015/16, la producción de sorgo en el mundo presento un crecimiento promedio anual de 0.6 por ciento, para ubicarse en este último en 60 millones de toneladas. Se considera que, en general, las condiciones climatológicas han sido favorables en las principales regiones productoras del mundo para mantener dicho crecimiento (FIRA, 2016).

Figura 1. Producción mundial de sorgo, 2006/07 – 2016/17 *

(Millones de Toneladas)



Fuente: FIRA (2016).

*Estimado

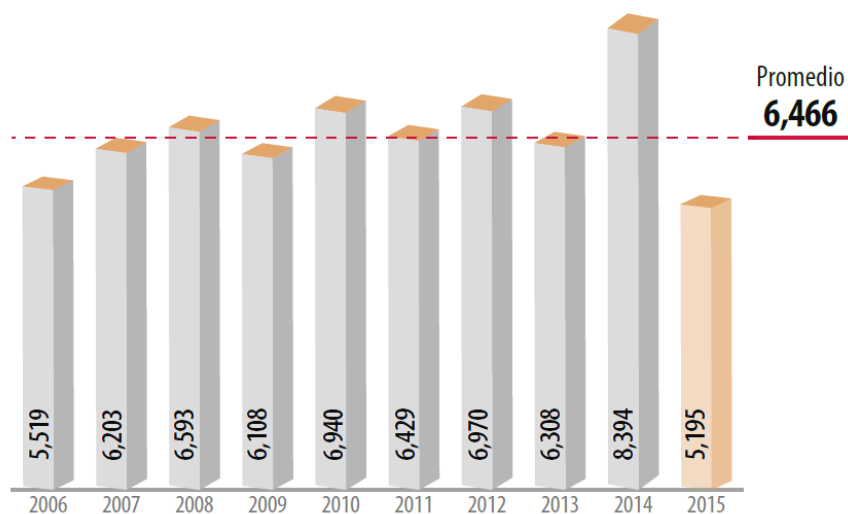
2.5.-Producción Nacional

Los principales estados productoras de sorgo grano se encuentra Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Nayarit, Jalisco, Morelos San Luis Potosí, Sonora y Campeche. Siendo Tamaulipas el principal productor de esta

gramínea; cosechando dos de cada cinco toneladas de la producción nacional, la cual llegó a alcanzar un valor de 5 mil 828 millones de pesos en 2015. La superficie sembrada y la producción de sorgo grano de 2015 fue 15.1 y 38.1 por ciento menor en relación con el año anterior, derivado de afectación del pulgón amarillo (SIAP-SAGARPA, 2016). El mes de mayor producción del ciclo otoño-invierno, cuando Tamaulipas y Sinaloa cosechan la mayor parte de su producción, es junio y el mes de mayor producción del ciclo primavera-verano, cuando Guanajuato y Michoacán cosechan la mayor parte de su producción, es noviembre.

El volumen de las importaciones ha caído desde 2012, disminuyendo 27.5 por ciento respecto a 2011. En 2014, en 94 por ciento respecto a 2013. De la misma manera el valor ha caído 68.7 por ciento a tasa media anual entre 2011 y 2014 (FIRA, 2015). En el año 2015, compuesto por el ciclo otoño- invierno 2014/15 y el ciclo primavera-verano 2015, la producción de sorgo grano en México decreció a una tasa anual de 38.1 por ciento para totalizar 5.1 millones de toneladas en 2015. Lo anterior como consecuencia de las afectaciones provocadas por el pulgón amarillo en algunas regiones (FIRA, 2016).

Figura 2. Volumen de la producción nacional 2006-2015 (miles de toneladas).



Fuente: SIAP-SAGARPA (2016).

Cuadro 1. Volumen en de producción en las principales entidades productoras de sorgo grano

Rank	Entidad federativa	Volumen (toneladas)	Variación (%) 2014-2015
	Total nacional	5,195,389	-38.1
1	Tamaulipas	2,089,484	-37.8
2	Guanajuato	827,614	-45.6
3	Sinaloa	690,100	-41.2
4	Michoacán	380,375	-49.8
5	Nayarit	255,029	-13.8
6	Jalisco	190,271	-35.7
7	Morelos	95,231	-49.2
8	San Luis Potosí	91,962	-2.8
9	Sonora	89,962	-8.3
10	Campeche	78,292	50.8
	Resto	407,069	-26.9

Fuente: SIAP-SAGARPA (2016).

2.6.-Producción de sorgo en la Comarca Lagunera

Con las condiciones climatológicas que existe en la Comarca Lagunera el sorgo y el maíz forrajero son cultivos que aunado a la creciente demanda de forrajes derivada de la actividad lechera, estableciéndose en ciclo de primavera verano. Esto se ha llegado a convertir en una buena opción productiva para los agricultores. La oferta de estos cultivos está aumentando, puesto que las superficies de siembra presentan una tasa media anual de crecimiento 6.71 en el caso del sorgo, en producción 7.28 ton y en rendimiento .64 ton/ha. Los precios crecen de tal manera que el valor de producción cada vez es mayor (Hernández-Ocon, 2016).

Podemos resaltar que el sorgo grano se produce en mayores cantidades en el nortño estado de Tamaulipas; sin embargo en la comarca lagunera juega un papel muy importante como complemento alimenticio en las dietas que se les proporciona a los diferentes tipos de ganado que se explotan en las diferentes regiones de la laguna en Coahuila y Durango. (SAGARPA-REGION LAGUNERA, 2015) menciona que el sorgo grano logro las siguientes producciones tipificado en

los diferentes tipos de riego, en riego por gravedad se logró una producción de 1,674 toneladas, en riego por bombeo fue una producción 645 toneladas; en riego de temporal su producción fue 1,398 toneladas logrando una producción total en el año 2015 del orden de 3,717 toneladas con un valor de 10, 400,008 pesos es decir en precio por tonelada del sorgo grano se cotizó en promedio en 2,800 pesos por tonelada.

Sin embargo en el 2016 la producción antes mencionada se disminuyó significativamente (SAGARPA-REGION LAGUNERA,2016) Menciona que bajo el sistema por gravedad se cosecharon 105 toneladas, en el sistema de riego por bombeo 205 toneladas; y en el sistemas de temporal se incrementó significativamente a 4,559 toneladas, sumando en conjunto una producción total de 4,869 toneladas aportando en el año mencionado al valor de la producción aproximadamente 11,981 000 pesos; es decir en el año 2016 el precio por tonelada se cotizó en 2,460 pesos por tonelada.

2.7.-Labranza convencional

La labranza tradicional o convencional se caracteriza por la realización de un laboreo agresivo, que se traduce en efectos negativos para el suelo y en costos elevados por concepto de combustible para el funcionamiento de la maquinaria agrícola (Enlace, 2017). Además, por el uso de insumos sintéticos, la mecanización, y los monocultivos y un tratamiento de los productos agrícolas estrictamente como una mercancía (Armstrong y Fernández, 2013).

En este sistema consiste en cultivar e incorporar a través de maquinaria y equipamientos, la biomasa vegetal no descompuesta de las plantas, con la finalidad de mejorar la fertilidad del suelo e incremento de la materia orgánica del suelo y consecuentemente de aumentar el rendimiento de los cultivos (Carranco *et al.*, 2010).

Dentro de este modelo de agricultura convencional, el suelo es considerado simplemente como un soporte inerte, fuente de nutrientes para el desarrollo de las plantas, donde se pueden aplicar los agroquímicos sin ninguna consideración medio ambiental. Esta explotación del suelo está acelerando su degradación y afectando

su fertilidad natural, poniendo en peligro su productividad (Alfonso y Monedero, 2004).

La agricultura tradicional es una de las principales causas de la grave pérdida de suelos en muchos países en desarrollo. La verdad es que a mayor labranza, más erosión y degradación de los suelos, en especial en las zonas más cálidas, donde la capa superior de los suelos es más fina. En efecto, los suelos de los países tropicales en general no necesitan ararse. La forma más conveniente de labranza es dejar en la superficie una capa protectora de hojas, tallos y varas de la cosecha anterior (FAO, 2001).

2.7.1.-Efectos positivos de la Labranza convencional

La agricultura convencional se reduce a la producción de alimentos en la cantidad suficiente que permita obtener unos ingresos elevados y que consiguientemente, está enfocada casi con exclusividad al mercado, a la comercialización de sus productos (Ruiz, 1994). Esta agricultura se concentra principalmente en las medidas de aumentar los rendimientos de las cosechas y reducir las pérdidas (Armstrong y Fernández, 2013).

2.7.2.-Efectos negativos de la Labranza convencional

La agricultura convencional ha demostrado su capacidad de producción y rentabilidad, pero a un costo extremadamente peligroso para la continuidad de la vida sobre la tierra. La sustentabilidad de este tipo de producción agrícola podría provocar un desastre ecológico incalculable haciendo imposible la permanencia de la vida en el planeta y la producción suficiente de alimentos para los miles de millones de seres hambrientos existentes en el mundo (Ortega, 2009).

El uso de grandes dosis de fertilizantes sintéticos y plaguicidas viene causando contaminación química de la tierra y el agua y aumento de las plagas como consecuencia de la creciente inmunidad biológica a los plaguicidas. La alta productividad, está ahora también cuestionándose ya que los campos no rinden como antes se ha ido perdiendo la fertilidad del suelo (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

La degradación de los suelos tanto física como química, por mal manejo, crea graves impactos locales. La erosión química del suelo se expresa en la pérdida de su fertilidad natural, debido a que se pierde la materia orgánica hábitat de la vida en el suelo, lo que se traduce en una de las principales causas de los bajos rendimientos de los monocultivos. Una baja fertilidad los cultivos se encuentran débiles y susceptibles al ataque de agentes bióticos y con ello la dependencia de plaguicidas que acaban con la fauna benéfica (Landeró *et al.*, 2016). La compactación del suelo producida por el tránsito continuado de la maquinaria agrícola es la forma más seria de degradación del suelo causado por las prácticas agrícolas convencionales siendo este, uno de los principales problemas que más preocupa a la mayoría de los agricultores (AEAC.SV, 2017).

En el caso de tierras explotadas mediante métodos convencionales a largo plazo, el problema real es a menudo un suelo muerto, estéril, contaminado por tantos productos químicos y con poca materia orgánica (Armstrong y Fernández, 2013).

2.8.-Que es la labranza de conservación

Es un concepto para el manejo de agro-ecosistemas para una productividad mejorada y sostenible, mayor rentabilidad económica y seguridad alimentaria, conservando y reforzando al mismo tiempo los recursos naturales y el medio ambiente. Se basa en el fortalecimiento de la biodiversidad y procesos biológicos naturales encima y debajo de la superficie del suelo. Intervenciones en el suelo como la perturbación mecánica del suelo están reducidas a un mínimo absoluto o completamente abandonadas mientras otros insumos como agroquímicos o abonos de origen orgánico o sintético están usados en su óptimo de una forma y cantidad que no interfiera o haga daño a los procesos biológicos. La erosión de suelo que resulta de la labranza ha obligado a buscar alternativas para reducir el proceso de degradación del suelo. La solución lógica ha sido reducir la labranza. Esto terminó finalmente en los movimientos promotores de labranza de conservación (FAO, 2015).

La labranza de Conservación es una técnica que se basa en tres principios: dejar el rastrojo en la superficie del suelo, realizar rotación de cultivo con el mínimo movimiento de suelo, que se deben manejar en conjunto y practicar según las condiciones de cada localidad. Las ventajas que ofrece esta agricultura es la reducción en el laboreo y, por ende, en la erosión del suelo, disminución en los costos por concepto de combustible y fertilizantes, incremento en el volumen de materia orgánica y en los niveles de fertilidad, así como una mayor eficiencia en el uso del agua. Para alcanzar los resultados óptimos en el incremento de los rendimientos, la disminución de los costos y la obtención de una actividad productiva ecológica y sustentable, es necesario tener un conocimiento intensivo del sistema, usar maquinaria especializada, y controlar las malezas (ENLACE, 2010; Agricultura, 2012).

2.8.1-Objetivo de la labranza de conservación

El objetivo de este sistema de producción es lograr una agricultura sostenible y rentable, manteniendo y mejorando los rendimientos de los cultivos, que el suelo tenga la capacidad de responder contra la sequía y otros riesgos y al mismo tiempo proteger y estimular su funcionamiento biológico (Trujano, 2014).

2.8.2- Importancia de la labranza de Conservación

La labranza de conservación es un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Con esta práctica se incrementa la capacidad productiva del suelo, se aumentan los rendimientos y se reducen los costos de producción. Este sistema mantiene por lo menos un 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos (rastros) después de la siembra. Los residuos pueden provenir de un cultivo forrajero, de un cultivo de cobertera de invierno, de un grano pequeño o de un cultivo en hilera (SAGARPA, 2017).

La gran mayoría de los cultivos se produce bien con este sistema. A nivel mundial es utilizada en amplias superficies con maíz, trigo, soya, algodón, girasol, arroz, tabaco y muchos otros cultivos. Los beneficios inmediatos de esta agricultura

son: el aumento de la infiltración de agua debido a que la estructura del suelo queda protegida por los residuos y al no haber labranza los poros se conservan intactos, se reduce la erosión del suelo al aumentar la infiltración de agua, se evapora menos agua por los residuos y el estrés hídrico de las plantas es menos frecuente e intenso, se necesitan menos pasadas de tractor y mano de obra para preparar el terreno. Y entre los beneficios que se llegan a tener a largo plazo son: a tener una mayor cantidad de materia orgánica que mejore la estructura del suelo, los rendimientos aumentan y son más estables, se reduce los costos de producción y aumenta la actividad biológica en el suelo como en el ambiente aéreo (Pimentel y Delgadillo, 2015).

Hernández et al., (2002) menciona que la agricultura de conservación se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, del agua y de todos los recursos agrícolas. Es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios: no alterar el suelo de forma mecánica, cobertura permanente del suelo en el uso de rastrojos y rotación de cultivos. Estos sistemas muestran que cuando la calidad del suelo mejora; aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del mismo. Algunos de los beneficios que se logra con este método son: retención de humedad, control de maleza, por efecto supresor alelopático, reducción de la evaporación, mayor infiltración de agua, aportación de materia orgánica y equilibrio de la temperatura del suelo.

2.8.3.- Efecto de la rotación de cultivos

La falta de rotación de cultivos es uno de los principales problemas en el campo, tanto para los pequeños como para los grandes productores. Generalmente, los productores siembran año tras año, algún cultivo que les reditué mayores ingresos o aquel del cual posean mayores conocimientos técnicos y lo realizan cada año en la misma parcela. Como consecuencia, resulta en una acumulación de enfermedades en el suelo, ataque de plagas y enfermedades a los cultivos y rápida disminución de la fertilidad del mismo (Borsy, Gadea y Vera, 2011).

El sorgo es un cultivo de gran importancia para las rotaciones o secuencias de diferentes sistemas de producción, debido a que aporta gran cantidad de rastrojos al suelo (El Productor, 2014).

2.8.4.- Efecto de los residuos del cultivo

El uso de los residuos de las cosechas en la agricultura de conservación es considerado actualmente de alta relevancia, ya que si no hay residuos no puede existir el sistema AC, esta contribuye contribución en el mejoramiento de las características y la conservación de los suelos. Al mantener una cobertura en el suelo se promueven atributos físicos, químicos y biológicos deseables para los suelos. Se protege el suelo de la erosión hídrica y eólica, hay una mayor infiltración de agua pluvial y de riego ya que mejora la estructura física del suelo así también se mantiene húmedo el suelo lo que reduce la evaporación, se incrementa la actividad biológica de los microorganismos y aumenta el contenido de la materia orgánica y si se tiene suficiente capa de residuos se limita el crecimiento de las malezas (Vélez *et al.*, 2013).

La cobertura del suelo también inhibe la germinación de muchas semillas de malezas, minimizando la competencia de las mismas con el cultivo. En los primeros años, sin embargo, puede ser necesario aplicar herbicidas y hacer un relevamiento cuidadoso de las malezas presentes. Esta agricultura también implica la planificación de las secuencias de los cultivos para varias temporadas, para minimizar el aumento de enfermedades y plagas y para optimizar el uso de los nutrientes de las plantas por medio de la sinergia entre los diferentes cultivos, alternando las especies de raíces superficiales con aquellas de raíces profundas. Está permitido, en estas condiciones, el uso continuo de la tierra (FAO, 2002).

La materia orgánica es un factor muy importante en la agregación del suelo, el manejo de residuos del cultivo previo es clave para el desarrollo estructural y estabilidad del suelo. Al incorporar residuos de cultivo a la superficie del suelo no solo se llega a incrementar la formación de agregados, sino que también se reduce la desagregación al disminuir la erosión y proteger a los agregados contra el impacto de las gotas de lluvias (Verhulst, Francois y Govaerts, 2015).

2.8.5.-Influencia de la Labranza

En la agricultura de conservación se maneja un sistema con cero labranza es decir sin labranza, pero también puede involucrar sistemas de siembra con labranza controlada que por lo general no perturben más del 20- 25 por ciento de la superficie del suelo. Los suelos de los cultivos con cero labranza con retención de residuos se vuelven más estables y menos susceptibles al deterioro estructural, mientras que los suelos que son manejados labranza convencional son propensos a la erosión (Verhulst, Francois y Govaerts, 2015). El método de cero labranza consiste en sembrar directamente sobre la marca y el rastrojo del cultivo anterior, moviendo solamente el suelo por la hilera de siembra (Meza, 2011). Con este sistema de labranza se obtienen buenos resultados reflejándose en el ahorro del agua y en mejoramiento de las propiedades del suelo (FHA, 2011).

2.9.-Origen del Sorgo

El origen del sorgo ha sido discutido a través de los años, ya que se plantea que procede del noreste de África, en la región ocupada por Etiopia, aunque se ubicó inicialmente en la India. Se introdujo en América en el siglo XVIII. Se considera que muchas especies distintas se cultivan de forma esporádica en países de América, y que los sorgos actuales son híbridos de esas introducciones o de mutantes que han aparecido (Pérez *et al.*, 2010; Bennett y Tucker, 1986).

Fue uno de los primeros cultivos que domesticó el hombre para su alimentación y la de sus animales. La introducción del sorgo a Estados Unidos facilitó la dispersión extensiva del sorgo (SNITT, 2017). Su propagación a otras regiones del planeta se atribuye a la mano del hombre (Robles, 1985).

2.10.- Clasificación Taxonómica del Sorgo

En el siguiente cuadro se describe la taxonomía del Sorgo grano (*Sorghum bicolor* L.).

Cuadro 2. Taxonomía del sorgo

Nombre común	Sorgo
Nombre científico	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench
Clase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogoneae
Genero	Sorghum
Especie	<i>Sorghum bicolor</i>

Fuente: Honduras silvestre (2017).

2.11.- Planta

El sorgo es una planta anual, su tallo alcanza una altura superior a la del maíz, las variedades cultivadas para grano tienen una altura 1 a 2 metros (INTA, 2009), mientras que algunas variedades forrajeras alcanzan alturas superiores a 3m. Sus tallos y hojas son parecidos a los del maíz, glabros y recubiertos de una capa cerosa, así como su sistema radicular es también parecido al del maíz (Carrera *et al.*, 2005). La planta se desarrolla en zonas áridas o semiáridas, teniendo como temperatura optima de crecimiento 32° C y una precipitación anual de 500 a 600 mm (SNITT, 2017).

2.12.-Características Morfológicas del sorgo

2.12.1.- Raíz

Las raíces del sorgo son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas laterales. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es una de las razones por las cuales el sorgo es tan resistente a las sequia (Robles, 1985).El sistema radicular secundario del sorgo es muy ramificado y fibroso y crece hasta la formación de la panícula. La mayor parte de las raíces se localiza en los primeros 60 cm del suelo, con una concentración superior en los 25 cm

superficiales, aunque pueden llegar hasta 1,5 de profundidad. Las raíces secundarias son más abundantes, finas y fibrosas y tienen el doble de capacidad de absorción. También dispone de raíces aéreas o de anclaje que sirven de sostén a la planta (López, 1991).

2.12.2.-Hojas

Las hojas están distribuidas en diversas formas a lo largo del tallo de la planta de sorgo; en algunos tipos pueden estar concentradas cerca de la base, mientras que en otros están distribuidas más o menos uniformemente. Las hojas nacen a diferentes ángulos del tallo y varían desde casi verticales hasta semi horizontales. Las plantas de sorgo se diferencian unos a otros en cuanto a números de hojas: en plantas bien adaptadas hay comúnmente de 14 a 16 hojas, pero especies menos adaptadas pueden tener hasta 30 hojas (Lelander,. 1982).

Las hojas aparecen alternas sobre el tallo, la longitud de una hoja madura oscila entre 30 a 135 cm y su ancho entre 1.5 a 15 cm (Salvador *et al.*, 2007). Las vainas foliares son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas. Todas las variedades varían en el tamaño de sus hojas, pero todas ellas las poseen algo más pequeñas que las del maíz. Las hojas se enrollan durante periodos de sequía, característica que, al reducir la transpiración, contribuye a tan peculiar resistencia de la especie a la sequía (Robles, 1985).

2.12.3.- Tallo

El sorgo es una planta de un solo tallo, pero puede desarrollar otros (hijos) dependiendo de la variedad y el ambiente; está formado de una serie de nudos y entrenudos, el tallo es delgado a muy vigoroso y su longitud varia de 0,5 a 4 metros, su diámetro de 0,5 a 5 cm cerca de la base, volviéndose más angosta en el extremo superior; su consistencia es sólida con una corteza o tejido exterior duro y una medula suave. Los tallos tienen de 7 a 24 nudos y son erectas (Salvador *et al.*, 2007; House, 1982).

2.12.4.-Inflorescencia

Tiene inflorescencia en panoja generalmente compacta, situada en posición terminal, con flores bisexuales (Carrera-Morales *et al.* 2005). La inflorescencia

puede ser densa o escasamente ramificada. En cualquier caso, sobre cada rama hay dos espiguillas, cada una de las cuales posee solamente una florecilla (Chapman y Carter, 1976). La inflorescencia llega a tener una longitud entre 7 y 50 cm y un ancho de 4 a 20 cm. Algunas plantas se clasifican como de panoja abierta o suelta con una rama primaria larga sobre un eje velludo. Los pedúnculos crecen en verticilos o racimos (Bennett y Tucker, 1986).

2.12.5.- Semilla

Carrera *et al.* (2005) mencionan que el grano del sorgo es una carióspside de forma redonda, de diámetro comprendido entre 3-6 mm, que en la madurez alcanza diferentes tonalidades y coloraciones a partir de los colores básicos: blanco, amarillo, gris, rojo, azul y negro.

La semilla del sorgo granifero está constituida por tres partes principales, el pericarpio o cobertura de la semilla, el endospermo y el embrión. En las variedades más modernas de sorgo y en híbridos, existen de 30 a 60,000 semillas en un kilo. Un promedio de 30,000/kg es lo que se usa en general para los híbridos actuales cuando se calcula la cantidad de semilla a plantar (Bennett y Tucker, 1986).

La semilla esta fisiológicamente madura cuando la capa negra aparece inmediatamente por encima del punto de unión del grano con el florete, cerca de la base del grano. En este estado el grano tiene aproximadamente de 30 a 35 porciento de humedad y alcanza su peso total. Esta se puede cosechar con 20 porciento de humedad sin daño mecánico. En promedio, pesan alrededor de 25 gramos por cada 1,000 granos (40,000 granos por kilo). El tamaño y el peso del grano cosechado dependerá del factor genético y de la capacidad de la planta para acumular materia seca (PIONEER, 2017).

2.13.- Antecedentes de investigación sobre la producción del sorgo grano

En la producción de sorgo, se ha utilizado la labranza convencional para preparar el suelo, y en donde la productividad frecuentemente se mantiene a base del incremento en la utilización de fertilizante químico, lo que ha causado su

degradación y con ello la disminución de su capacidad productiva. Como consecuencia de lo anterior, actualmente la mayoría de los suelos están compactados y con poca materia orgánica, presentan un alto grado de erosión ocasionado por el impacto de las gotas de lluvia y su escurrimiento sobre los suelos sueltos y sin protección. Se han generado mediante la investigación, alternativas de manejo del suelo y otras prácticas conservacionistas, que se han probado y demostrado con éxito en suelos sorgueros, obteniéndose buen rendimiento de grano, y recuperando la fertilidad de los suelos. (Sandoval y López, 2013).

En el Distrito de San Juan del Rio Querétaro. Se establecieron 10 parcelas demostrativas distribuidas en los ciclos Otoño - invierno y primavera - Verano de trigo y sorgo en una superficie de 54 hectáreas en agricultura de conservación. Teniéndose un costo de operación de labranza de conservación muy bajo que la labranza tradicional, además se incrementaron los rendimientos por hectárea. Por consiguiente disminuyeron de 1 a 2 riegos y los costos de operación fue del 77% de ahorro, mientras que los rendimientos en grano aumentaron a 88% (Molina, Limón y Diego, 1992).

Al realizar la siembra de maíz, sorgo y soya con el esquema de la agricultura de conservación, en el corto plazo se llega a obtener rendimientos similares a los obtenidos con labranza tradicional y un ahorro del 10% en los costos de producción, cuando se realiza la rotación con soya se incrementa el rendimiento de maíz y sorgo en un 30 y 50% que cuando se utiliza monocultivo de sorgo o rotación de las dos gramíneas. Se logra la sostenibilidad de estos sistemas de producción, conservando el suelo y el agua. En el mediano plazo se logran eliminar las causas de la erosión y mejorar las condiciones físico químicas del suelo, lo que permitirá una agricultura sostenible. Esta tecnología puede aplicarse en al menos 10,000 hectáreas del oriente de San Luis Potosí y considerando el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz puede establecerse en más de 30,000 hectáreas. (INIFAP, 2017).

Se han realizado importantes esfuerzos por sistematizar la información de las agendas agronómicas de las parcelas establecidas con la tecnología de labranza

de conservación y para efecto de análisis de la utilidad obtenida, durante la operación del proyecto se considerará un rendimiento medio igual en ambos sistemas, en donde la diferencia la darán los costos de producción. Éstos varían, principalmente, por concepto de preparación del terreno y la cantidad de semilla utilizada en labranza tradicional (altas densidades de población con distribución poco homogénea). Para tales efectos se realizaron monitoreos en las zonas de trabajo identificando los costos de producción del sistema de producción maíz y sorgo tradicional. (Moreno, 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.-Ubicación geográfica del trabajo experimental

La comarca lagunera se localiza entre los paralelos ($25^{\circ} 42'$ y $24^{\circ} 48' N$) y los meridianos ($103^{\circ} 31'$ y $102^{\circ} 58' O$) teniendo una altura de 1, 139 msnm, localizada

en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas (INEGI, 2009).

3.2.-Localización del experimento

El experimento se realizó durante el ciclo de Primavera-Verano del 2017 en el campo experimental de San Antonio de los Bravos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila, México.

3.3.- Condiciones experimentales

Con la finalidad de realizar el análisis de los datos de las plantas del experimento y de las plantas testigo se utilizó como instrumento de medición la estadística descriptiva para la media aritmética y la desviación estándar; y como instrumento de validación se utilizó la *t* de student en la comparación de medias con un error del 5 por ciento y una confiabilidad del 95 por ciento. Las condiciones ambientales fueron en promedio de 25 a 30° C.

3.4.- Material vegetal

Para esta investigación se utilizó el híbrido de sorgo grano NK-180 de ciclo precoz de la compañía (Syngenta®).

3.5.- Preparación del suelo:

Labranza de conservación:

- a) Se realizó el bordeado del área para el riego de pre-siembra; sosteniendo las condiciones del surcado anterior que fue basado en los requerimientos del frijol de temporal.
- b) Con los rastrojos del cultivo anterior que fue frijol se desvaró y se empleó como cobertura para el suelo.
- c) A los 8 días de riego de pre-siembra se realizó la labor cultural del subsoleo sobre la parte alta de los surcos con la finalidad de no dañar la estructura original donde se encontraba parte del tallo y los sistemas radiculares del cultivo anterior (frijol).
- d) Se procedió a la siembra del sorgo grano con una profundidad promedio de 8 a 10 cm.

Labranza Convencional:

- a) Se realizó el barbecho con la finalidad de exponer a la intemperie las partes enterradas del suelo.
- b) Se procedió hacer el trazo por melgas para el riego por superficie.
- c) Se realizó el rastreo con la finalidad de ablandar la capa 0-30 del suelo arable.
- d) Se procedió a sembrar aproximadamente a los 9 días del riego de pre-siembra.

3.6.-Siembra

Para los dos sistemas de agricultura, la siembra se realizó el 17 de junio del 2017. Se sembró cuando el suelo estaba en capacidad de campo. La distancia entre plantas fue de 12 cm, mientras que la separación entre hileras fue de 30 cm, así obteniendo una densidad de siembra de 277, 500 plantas ha⁻¹ con un índice de germinación del 70 por ciento.

3.7.-Aporque

En el momento en que se realizaba el deshierbe se arrimaba tierra al pie de la planta para que esta tuviera mejor anclaje de raíces superficiales y también evitar el acame, del mismo modo tuviera suficientes raíces para asimilar los nutrientes y tener un mejor desarrollo.

3.8.-Deshierbe

Esta actividad se estuvo realizando durante el ciclo vegetativo del cultivo en toda el área experimental, para el control de la maleza para lo cual se utilizó azadón; así evitar la competencia entre plantas por nutrientes, agua, luz y como hospederas de plagas y enfermedades.

3.9.-Riego

Un día antes de realizar la siembra se aplicó un riego de pre-siembra para mantener al suelo en una capacidad de campo, y facilitar la germinación de las semillas. Los riegos se realizaron por gravedad.

Se realizaron 4 riegos de auxilio, el primero fue a los 26 días después de la siembra, el segundo riego a los 23 días a la anterior, el tercer riego a los 17 días a la anterior y el último riego que se realizó fue después de 33 días.

3.10.-Fertilización

En la parcela del experimento con labranza de conservación al momento de preparar el suelo se incorporó compost como fertilizante orgánico, y en la del testigo que fue la convencional no se aplicó ningún fertilizante más que con los nutrientes que estaban disponibles en el suelo en ese momento.

3.11.-Cosecha

La cosecha se procedió el corte de las plantas en total; y de las plantas muestreadas con la finalidad de obtener los datos finales, el tamaño de planta, tamaño de espiga, y diámetro del tallo; y quedando pendiente la obtención de grano por una contingencia de la vida animal (la cotorra serrana que ha hecho de la UAAAN su habita consumiendo la espiga).

3.12.-Variables evaluadas

Durante el desarrollo del cultivo se evaluaron las siguientes variables: altura de planta, diámetro del tallo y el tamaño de la espiga. Los datos de cada variable se recabaron a los cien días de desarrollo de la planta, registrándolos en una bitácora. Los materiales que se utilizaron para llevar estas actividades fueron: un vernier y cinta métrica.

3.12.1.-Altura de planta

Para tomar las medidas de la altura de la planta se utilizó cinta métrica con escala de 0 a 1 m, cada valor que se registró se tomó medida desde la corona de la raíz hasta el punto de crecimiento de la planta.

3.12.2.-Diámetro del tallo

Para esta variable se tomó medida la parte de la corona de la planta con la ayuda del vernier graduado en cm.

3.12.3.-Tamaño de espiga

Para esta otra variable se tomó medida lo que es el tamaño de la espiga utilizando la cinta métrica.

3.13.-Análisis estadísticos

Con la finalidad de realizar el análisis de los datos de las plantas del experimento y de las plantas testigo se utilizó como instrumento de medición la estadística descriptiva para la media aritmética y la desviación estándar; y como instrumento de validación se utilizó la t de student en la comparación de medias con un error del 5 por ciento y una confiabilidad del 95 por ciento.

IV. RESULTADOS

4.1.-Altura de planta

Tal como podemos observar en el cuadro 3 la media aritmética está por encima de los 94 cm y la desviación estándar es cercana a los 9 cm es decir; las 12 plantas medidas nos presentan una variación porcentual por encima del 9% que podemos considerarlo como aceptable por lo que consideramos que hay cierta uniformidad en la altura de plantas.

Cuadro 3: Altura de planta del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación.

NO. DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (CM)	$X = X - MA$	X^2
P1	98,00	4,50	20,25
P2	107,00	13,50	182,25
P3	101,50	8,00	64,00
P4	99,00	5,50	30,25
P5	94,00	0,50	0,25
P6	96,00	2,50	6,25
P7	103,00	9,50	90,25
P8	74,50	-19,00	361,00
P9	81,00	-12,50	156,25
P10	88,00	-5,50	30,25
P11	90,00	-3,50	12,25
P12	91,00	-2,50	6,25
SUMA=	1123,00		959,50
M.A=	93,58		
S=			8,94
N=12			
C. V= 10%			

Continuando con el cuadro 4 podemos deducir que la media aritmética esta por los 85 cm y la desviación estándar esta por los 8 cm, las 13 plantas muestreadas presentan una variación porcentual por el 9 % que se considera como aceptable.

Cuadro 4. Altura de planta del sorgo grano NK-180 en labranza convencional.

NO. DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (CM)	$X = X - MA$	X^2
P1	88	2,1	4,41
P2	86	0,1	0,01
P3	90	4,1	16,81
P4	70	-15,9	252,81
P5	81	-4,9	24,01
P6	104	18,1	327,61
P7	87,5	1,6	2,56
P8	80	-5,9	34,81
P9	90	4,1	16,81
P10	81	-4,9	24,01
P11	81	-4,9	24,01
P12	92	6,1	37,21
p13	87	1,1	1,21
SUMAS=	1117,5		766,28
M.A=	85,96		
S=			7,68
N=13			
C.V= 9%			

Es importante mencionar la forma que nos permitió llegar al Cuadro 5 donde de manera resumida nos permitió el análisis descriptivo y de validación que concluyó con una diferencia estadística significativa a favor de la altura de planta que fue tratada bajo el sistema de labranza de conservación.

Cuadro 5. Cuadro de resumen de altura de la planta en labranza de conservación vs labranza convencional.

	EXPERIMENTO	TESTIGO
M. A	93,58	85,96
S	8,94	7,68
N	12	13

$$Tc = \frac{M. A_E - M. A_T}{\sqrt{\frac{S^2 E}{n1} + \frac{S^2 T}{n2}}}$$

$$Tc = \frac{93,58 - 85,96}{\sqrt{\frac{(8,94)^2}{12} + \frac{(7,68)^2}{13}}}$$

$$Tc = 2.28$$

$$Gl = (n1 + n2) - 2$$

$$Gl = (12 + 13) - 2$$

$$Gl = 23$$

$$Tc = 2.28 > T_{0.05} = 1.7139$$

Existe diferencia significativa en la altura de planta es decir; con el sistema de la labranza de conservación las plantas desarrollaron una mejor altura que en la de labranza convencional.

En la siguiente figura 3 nos muestra como fue el comportamiento de la altura de la planta del sorgo grano en los dos sistemas de producción; en la labranza de conservación las plantas mostraron mejor altura que en la convencional, en la cual la mayor altura de planta se registró con un valor de 107 cm y la menor altura que presento fue de 74.50 cm, en cuanto a la labranza convencional la mayor altura que se registro fue de 104 cm y la menor altura con un valor de 70 cm. La altura de planta en conservación superó a la convencional.

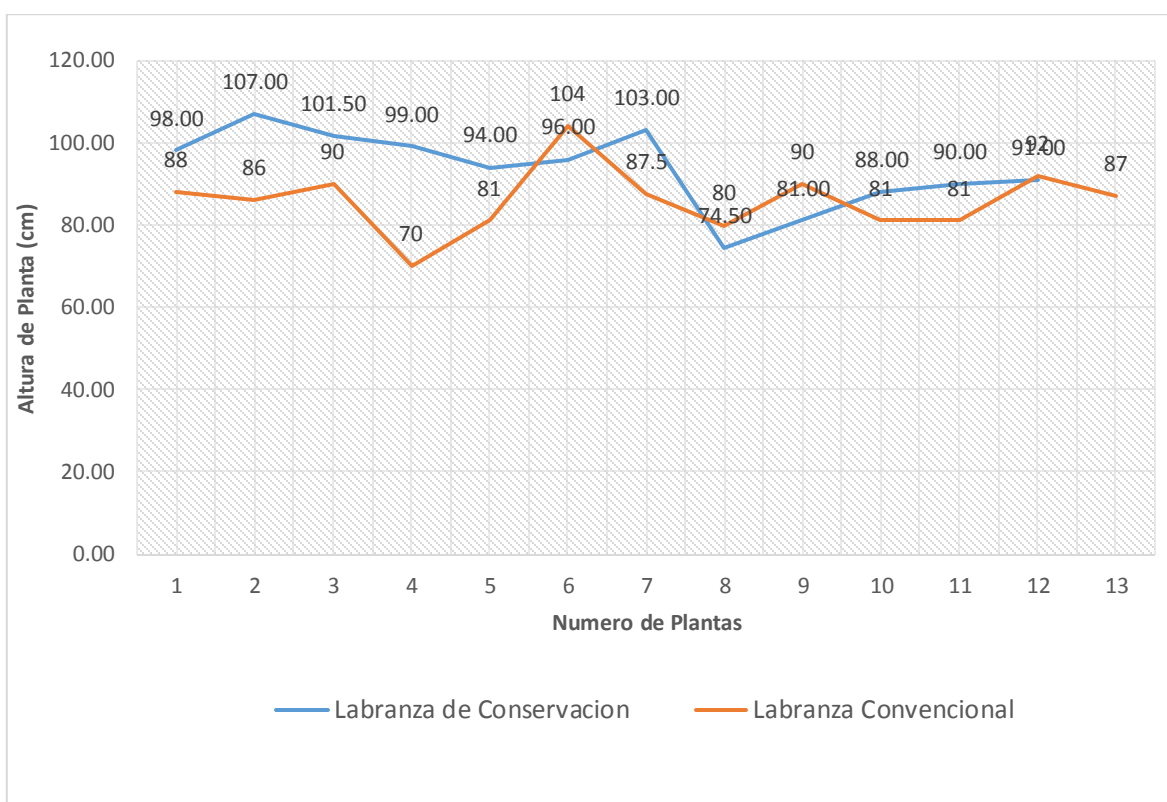


Figura 3. Comparación en Altura de planta del sorgo grano NK-180 en sistema de labranza convencional y de conservación.

4.2.- Tamaño de Espiga

En la cuadro número 6 se encontró con una media aritmética de 17,91 cm y con una desviación estándar que esta por los 2,82 cm, de las plantas muestreadas en la labranza de conservación presentan una variación porcentual de 16%.

Cuadro 6. Tamaño de espiga del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación.

NO. DE PLANTA	TAMAÑO DE LA ESPIGA (CM)	X= X - MA	X ²
P1	20	2,09	4,37
P2	21	3,09	9,55
P3	18,5	0,59	0,35
P4	15	-2,91	8,47
P5	15,4	-2,51	6,30
P6	15	-2,91	8,47
P7	18	0,09	0,01
P8	14	-3,91	15,29
P9	16	-1,91	3,65
P10	23	5,09	25,91
P11	21,5	3,59	12,89
P12	17,5	-0,41	0,17
SUMA=	214,9		95,41
M.A=	17,91		
S=			2,82
N=12			
C.V= 16 %			

El cuadro número 7 se obtuvo una media aritmética de 19,69 cm y con una desviación estándar que esta por los 2,41 cm, de las plantas muestreadas en la labranza convencional presentan una variación porcentual de 12%.

Cuadro 7. Tamaño de espiga del sorgo grano NK-180 en labranza convencional.

No DE PLANTA	TAMAÑO DE LA ESPIGA (CM)	X= X - MA	X ²
P1	18	-1,69	2,86
P2	22	2,31	5,34
P3	19	-0,69	0,48
P4	14	-5,69	32,38
P5	21,5	1,81	3,28
P6	20	0,31	0,10
P7	21	1,31	1,72
P8	19	-0,69	0,48
P9	21	1,31	1,72
P10	21	1,31	1,72
P11	16	-3,69	13,62
P12	20,5	0,81	0,66
P13	23	3,31	10,96
SUMA=	256		75,27
M.A=	19,69		
S=			2,41
N=13			
C.V= 12 %			

En el siguiente cuadro nos permite deducir el análisis descriptivo y de validación concluyendo que se obtuvo un valor de -1, 83 en la Tc, en la cual comparada con la To se encontró que no hay ninguna diferencia significativa en cuanto al tamaño de la espiga.

Cuadro 8. Cuadro de resumen del tamaño de espiga del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación vs labranza convencional.

	EXPERIMENTO	TESTIGO
M. A	17,91	19,69
S	2,82	2,41

N	12	13
---	----	----

$$T_c = \frac{M.A_E - M.A_T}{\sqrt{\frac{S^2_E}{n_1} + \frac{S^2_T}{n_2}}}$$

$$T_c = \frac{17,91 - 19,69}{\sqrt{\frac{(2,82)^2}{12} + \frac{(2,41)^2}{13}}}$$

$$T_c = -1,83$$

$$G_l = (n_1 + n_2) - 2$$

$$G_l = (12 + 13) - 2$$

$$G_l = 23$$

$$T_c = -1,83 < T_{\alpha} = 1.7139$$

No se encontró diferencia significativa en el tamaño de la espiga tanto en la agricultura de conservación como en la convencional, las plantas presentaban el mismo tamaño de espiga

En la Figura 4 se muestra como en los dos sistemas de producción los valores se mantuvieron de forma similar, sin encontrar una diferencia entre las espigas recolectadas por los dos métodos de producción a los cuales hace referencia este trabajo. En algunas partes del grafico hay valores por arriba y por

debajo de la media aritmética; pero en la generalidad se presentó una dimensión similar.

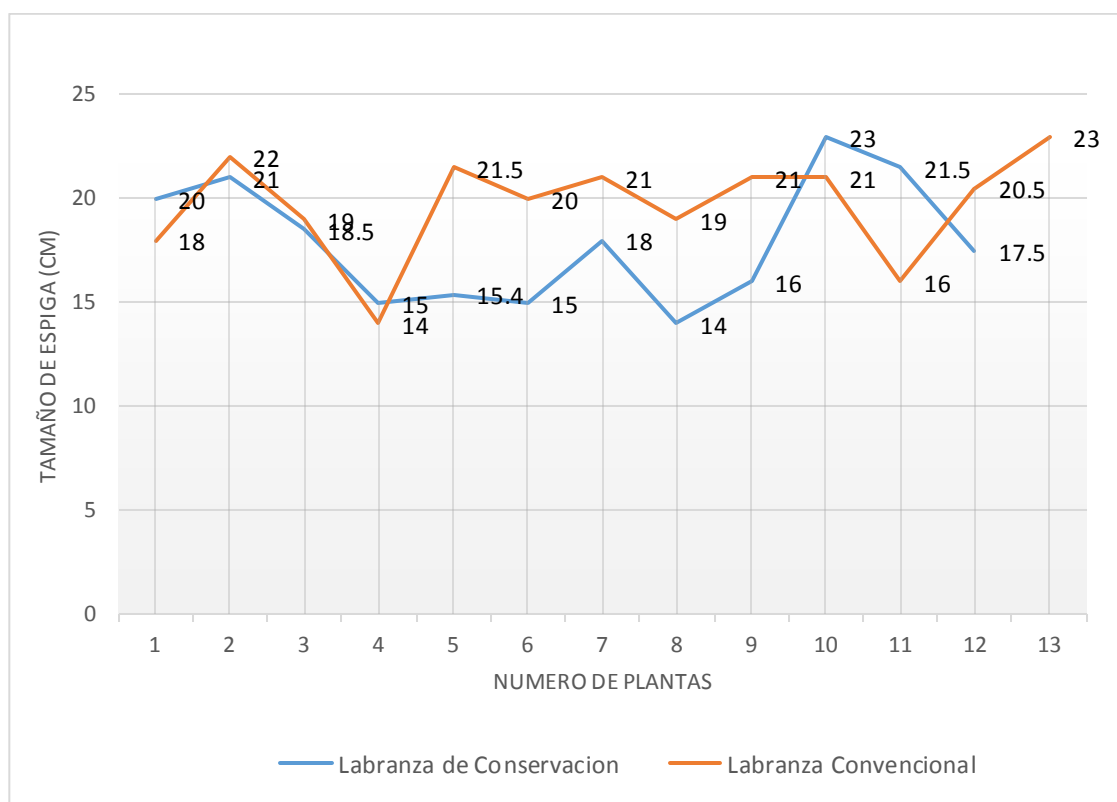


Figura 4. Comparación del Tamaño de espiga del sorgo grano NK-180 en sistemas de labranza convencional y de conservación

4.3.- Diámetro del Tallo

El cuadro número 7 se obtuvo una media aritmética de 1,31 cm y con una desviación estándar que esta por los 0,32 cm, de las plantas muestreadas en el sistema de labranza de conservación presentan una variación porcentual de 24 %.

Cuadro 9. Diámetro del tallo del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación.

No DE PLANTA	DIAMETRO DEL TALLO (CM)	X= X - MA	X ²
P1	1,9	0,59	0,35
P2	1,5	0,19	0,04
P3	1,55	0,24	0,06
P4	1,4	0,09	0,01
P5	1,4	0,09	0,01
P6	1,1	-0,21	0,04
P7	0,9	-0,41	0,17
P8	1,4	0,09	0,01
P9	1,2	-0,11	0,01
P10	0,6	-0,71	0,50
P11	1,4	0,09	0,01
P12	1,4	0,09	0,01
SUMA=	15,75		1,21
M.A=	1,31		
S=			0,32
N=12			
C.V= 24%			

En el Cuadro 10 se obtuvo una media aritmética de 1,32 cm y con una desviación estándar que esta por los 0,25 cm, de las plantas muestreadas en la labranza convencional presentan una variación porcentual de 19 %.

Cuadro 10. Diámetro del tallo del sorgo grano NK-180 en labranza convencional.

No DE PLANTA	DIAMETRO DEL TALLO (CM)	X= X - MA	X ²
P1	1,5	0,18	0,03
P2	1,2	-0,12	0,01
P3	1,4	0,08	0,01
P4	1,4	0,08	0,01

P5	1,3	-0,02	0,00
P6	1,3	-0,02	0,00
P7	1,6	0,28	0,08
P8	1,6	0,28	0,08
P9	0,7	-0,62	0,38
P10	1,1	-0,22	0,05
P11	1,5	0,18	0,03
P12	1	-0,32	0,10
P13	1,6	0,28	0,08
SUMA=	17,2		0,78
M.A=	1,32		
S=			0,25
N=13			
C.V= 19%			

En el siguiente Cuadro 11 se puede resumir con el análisis descriptivo y de validación que la Tc se obtuvo un valor negativo -0,09 comparada con la To se dedujo que no existe ninguna diferencia significativa en el diámetro del tallo. En los dos métodos presentaron un mismo diámetro de tallo.

Cuadro 11. Cuadro de resumen del diámetro del tallo del sorgo grano NK-180 en labranza de conservación vs labranza convencional.

	EXPERIMENTO	TESTIGO
M. A	1,31	1,32
S	0,32	0,25
N	12	13

$$Tc = \frac{M.A_E - M.A_T}{\sqrt{\frac{S^2 E}{n1} + \frac{S^2 T}{n2}}}$$

$$Tc = \frac{1,31 - 1,32}{\sqrt{\frac{(0,32)^2}{12} + \frac{(0,25)^2}{13}}}$$

$$Tc = -0,09$$

$$Gl = (n1 + n2) - 2$$

$$Gl = (12 + 13) - 2$$

$$Gl = 23$$

$$Tc = -0,09 < T_{\alpha} = 1.7139$$

No hay diferencia significativa en el diámetro del tallo en la labranza de conservación con la convencional, en los dos sistemas de producción las plantas mostraron un mismo diámetro de tallo.

En la siguiente figura 5 se observa como fue la relación del diámetro del tallo en los dos sistemas de conservación y convencional, los valores se comportaron de una forma similar, lo cual no se encontró una diferencia significativa.

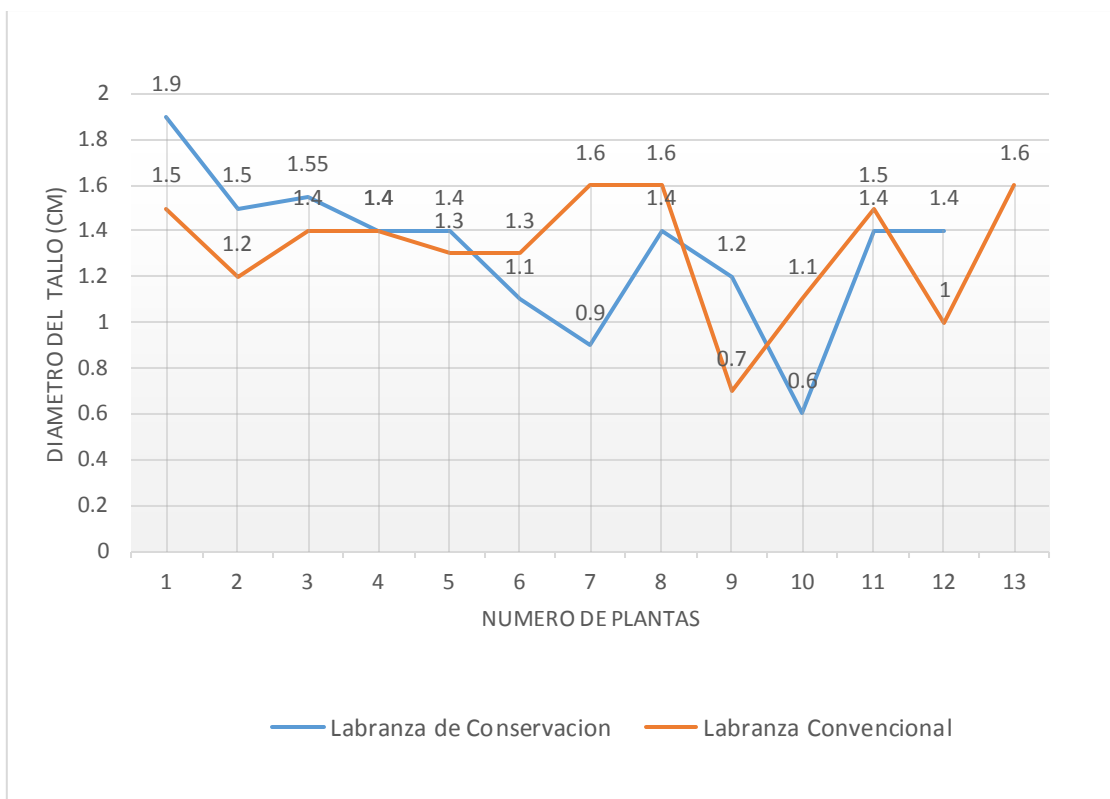


Figura 5. Comparación del diámetro del tallo del sorgo grano NK-180 en sistemas de labranza convencional y de conservación.

V. DISCUSIÓN

Yousif & Babiker (2015) encontraron que entre la labranza de conservación hubo un ahorro de combustible y del tiempo requerido para establecer la cosecha de sorgo. Los análisis económicos y de sensibilidad demostraron la rentabilidad de la labranza de conservación. Además, observaron que las plantas de sorgo mostraron una mejor altura comparado con la agricultura convencional en una segunda temporada; con respecto a los resultados que se obtuvo coinciden en que si hubo una significancia en la altura de planta en la labranza de conservación.

Barboza (2010) observó que la labranza de conservación no provocó diferencia significativa en la mayoría de sus tratamientos, pero obtuvo un mejor rendimiento de sorgo en la aplicación de composta empleando una dosis de 3 toneladas en la labranza de conservación; lo que también concordamos que no hubo una alta significancia en la labranza de conservación, ya que la única variable que si presentó significancia fue en la altura de planta.

Martínez, Jasso y Hernández (2004) sugieren que en la labranza de conservación se empleó el multiarado para roturar el suelo sin invertir su perfil, también se puede usar para escardar los cultivos de maíz y sorgo, pero con aletas que no dañen las raíces del cultivo principal y lo más primordial es ir incrementando los residuos de los cultivos. Con este sistema de agricultura en producción de sorgo se puede llegar a tener un rendimiento de grano de 2.5 toneladas por hectárea y 2.5 toneladas por hectárea de rastrojo.

Los efectos de la labranza de conservación sobre el desarrollo de la planta y el rendimiento se van manifestándose con el tiempo (Contreras *et al.*, 2013). Ya que de esta manera se estará incrementando la materia orgánica al dejar los residuos de cosecha en cada ciclo, volviendo al suelo más fértil ya que se mejoran las características del suelo, lo que se verá reflejado en una mejor producción.

La aplicación de composta en la labranza de conservación muestra una mejor respuesta en cuanto al rendimiento del sorgo (Salcedo 2015). A lo que también se observó en este experimento es que al añadir compost hay una mejor respuesta en la planta.

Martínez y Jasso (2004) En la labranza de conservación se empleó el multiarado con lo que superó a los tratamientos de Barbecho más rastra y rastra en rendimiento del grano de sorgo, estos resultados indican una mayor eficiencia en el uso de la humedad del suelo con el multiarado durante el llenado de grano en relación al barbecho más rastra y rastra. En cuanto a beneficio y costo la labranza de conservación con multiarado resulto ser más resultante. Esta diferencia fue por la reducción de costos al no barbechar el suelo.

Molina, Limón y Diego (1992) con la labranza de conservación el costo de producción de sorgo fue muy bajo comparado con la labranza tradicional, además se incrementó el rendimiento del grano aumentando a 88 por ciento.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron de las diferentes variables que se evaluaron en el experimento, para determinar el comportamiento del sorgo en cuanto a la altura de la planta, su diámetro del tallo y el tamaño de espiga en dos sistemas de producción se concluye con lo siguiente:

En el experimento con labranza de conservación se pudo verificar que el sorgo grano NK- 180; las plantas desarrollaron una mejor altura mostrándose una diferencia estadística significativa; y en cuanto a las otras variables en el diámetro del tallo y espiga no se encontraron diferencia estadística significativa en los dos sistemas de producción: labranza convencional y labranza de conservación.

Con los objetivos que se fijaron en este trabajo se llegaron a cumplir de manera satisfactoria porque de esta manera se comprobó cómo fue el comportamiento del sorgo grano en especial al NK-180 en sistemas de producción de labranza de conservación y convencional, encontrándose un mejor comportamiento en cuanto a la variable de la altura de la planta en la labranza de conservación. De igual modo la hipótesis que se planteó resultó ser aceptada de manera parcial ya que en el sorgo grano mostró una diferencia en altura en la labranza de conservación, la única variable que se vio reflejada de manera positiva.

En cuanto al grano no se pudo recolectar los datos para obtener la producción por problemas de plagas que ocasionaron daños al grano, pero hay investigaciones que afirman que se han obtenido buenos rendimientos con la labranza de conservación viéndose reflejado en 2 o 3 ciclos.

En la Comarca Lagunera es mejor optar por esta técnica de la labranza de conservación para la producción de sorgo, ya que muestra muchos beneficios tanto económicos, ya que se reduce los costos de producción en cuanto a maquinaria, y se evita la erosión del suelo por que se mantiene una cobertura de residuos que la protege y del mismo modo manteniendo siempre al suelo húmedo lo cual se ahorra, se ha demostrado que el sorgo es uno de los cultivos que se puede manejar con en esta técnica de conservación ya que produce mucho rastrojo de la cual se puede

usar de cobertura para el suelo, de esa manera se estará incrementando la materia orgánica, volviendo al suelo más fértil y productivo.

VII. LITERATURA CITADA

- Alfonso, L. C; Monedero, G. M. 2004. Uso, manejo y conservación de suelos. Instituto de suelos. Asociación cubana de técnicos agrícolas y forestales. Primera edición. La Habana, Cuba. p. 4. Disponible en: <http://mst.ama.cu/644/1/USO%20MANEJO%20Y%20COSERVACION%20DE%20SUELOS.pdf>
- Agricultura. 2012. La agricultura de conservación una práctica alternativa, beneficiosa y sostenible. Revista Agropecuaria. No. 954. Editorial agrícola Española, S.A. Madrid, España.
- Alvarado P.J.I., Camarillo P.M., Avila C. E. 2012. Producción de sorgo grano con labranza de conservación en los valles de Mexicali, B.C. y San Luis Rio Colorado Son. Folleto para productores Num.59. primera edición. Mexicali, Baja California. 22 p.
- Amstrong, R; Fernandez, P. X. 2013. La agricultura ecológica como instrumento del desarrollo sostenible. El caso de España. Master en estudios Internacionales. Universidad de Barcelona. pp.7-14. Disponible en: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/56291/1/TFM_Armstrong_Ryan.pdf
- Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEAC.SV). 2017. Situación Actual de La Agricultura de Conservación en España. Revista. No.36. Editorial Agricultura de Conservación. Córdoba, España. Disponible en: http://agriculturadeconservacion.org/images/descargas/Revistas_AC/revista_AC36_web_2.pdf
- Barboza, G. J. A. 2010. Efecto de la aplicación de composta y labranza de conservación sobre las propiedades físicas del suelo y rendimiento del sorgo forrajero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. p. 40. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2602/Jorge%20Aar%c3%b3n%20Barboza%20Garc%c3%ada.pdf?sequence=1>

- Barberis N; Sanchez C. 2013. Informe de cultivo de sorgo: evolucion y perpectivas. Un analisis de las estadisticas, julio 2013. Cartilla digital Manfredi. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria. Provincia de Cordoba, Republica Argentina. p.1,2. Disponible en: <http://www.tecnosorgosa.com.ar/pdf/intainfosorgo.pdf>.
- Borsy P., Gadea R., Vera S. E. 2011. Manejo Forestal y Agricultura de Conservacion, Experiencias de pequeños productores de la region Oriental de Paraguay. Proyecto Manejo sostenible de los recursos naturales MAG-GIZ ruta mariscal Estigarribia. San Lorenzo, Paraguay. pp. 57-88.
- Bennet, W. F., Tucker, B. 1986. Producción moderna de sorgo granifero. Editorial hemisferio sur. Primera edición. Buenos Aires. Argentina. P 1-10.
- Carranco, A. J.C. 2010. Producción de soya, sorgo y maíz bajo agricultura de conservación. Fundación produce San Luis Potosí A.C. pp. 19-27. Disponible en: <https://www.redinnovagro.in/casosexito/46slpagricdeconserv.pdf>
- Carrasco, N, Zamora M y Melin A. 2011. Manual de sorgo. INTA. Primera edición. Buenos Aires, Argentina. pp. 1-101.
- Chapman, S. R y Carter, L. P. 1976. Producción agrícola: principios y prácticas. Editorial Acribia. España. p. 265.
- Carrera, M. M., Galan, S. V., González-Torres, F., Fernández-Cano, L.H., Maroto-Borrego, J.V., Mateo-Box, J.M., Navarro-Fortuño, J., Puerta-Castello, C., Rojo-Hernández, C. y Zaragoza-Adrianensens, S. 2005. Cultivos agrícolas. In: prontuario de agricultura. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. p.137.
- El economista. 2009. El sorgo grano llego para quedarse. Consulta: 30 mayo 2017. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/notas-impreso/columnas/agro-negocios/2009/10/28/sorgo-grano-llego-quequedarse>
- El Productor. 2014. Sorgo, sumando sustentabilidad al sistema productivo. Revista de información y asistencia técnica. Encarnación- Paraguay. pp.38-43. Disponible en: www.revistaelproductor.net.

- Enlazando al sector Agrícola con la Agricultura de Conservación (EnIACe). 2010. La revista de la agricultura de conservación. Edición especial. Volumen 2. México. p. 4,6.
- Enlazando al sector Agrícola con la Agricultura de Conservación (EnIACe). 2017. Edición especial. Año VIII. Número 36. México. p. 10.
- Fernández, V. M. 1998. El Cultivo del Sorgo. Vida rural. No. 61.pp. 30-32. Disponible en:
http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_1998_61_30_32.pdf
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHA). 2011. Guía sobre prácticas de conservación de suelos. Proyecto promoción de sistemas agroforestales de alto valor con cacao en honduras. Segunda edición. La Lima, Cortes, Honduras, C.A. p.18.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2016. Panorama Agroalimentario, sorgo 2016. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. pp. 3-25. Disponible en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200640/Panorama_Agroalimentario_Sorgo_2016.pdf
- García, A. G. 1982. El sorgo para grano. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Publicaciones de extensión agraria. Madrid. p.7,13,20. Disponible en:
http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1982_07.pdf
- Hernández -Ocon C. A. 2016. Oferta de maíz y sorgo forrajeros en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 54 p.
- Hernández, L. O., Cintra, A. M., Alfonso, C. A., Sánchez, A. I., Rodríguez, A. Y., Oliva, C. R., López, M. N., Linares, J. T., Ceballos, P. D., Lois, D. S y Velásquez, L. C. 2002. Manual de Agricultura de conservación. Guía de trabajo. Instituto de suelos del MINAG de Cuba. 52 p.

- Honduras silvestre. 2017. Taxonomía de Sorghum bicolor. Consulta: 11 junio 2017. Disponible en: <http://www.hondurassilvestre.com/search/taxa/taxa.aspx?tsn=524712>
- House, L. R. 1982. El sorgo. Guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma Chapingo. Grupo editorial GACETA, S.A. México. p. 51.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. [consulta: 02/ junio/2017]
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2017. Agricultura de Conservación para producir soya, maíz y sorgo bajo riego en la Planicie Huasteca. Fichas tecnológicas sistema producto. Consulta: 17 marzo 2017. Disponible en: <http://utep.inifap.gob.mx/tecnologias/11>. Agrícolas/Agricultura de Conservación para producir soya, maíz y sorgo bajo riego en la Planicie Huasteca.pdf
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2009. Cultivo de sorgo. Guía tecnológica. Managua. Nicaragua. p. 5.
- La Agenda Nacional de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología Agrícola (SNITT). 2017. Sorgo (Sorghum bicolor L. Moench). Consulta: 24 agosto 2017. Disponible en: <http://agenda2017.org/agenda/ver/58>.
- Landero B; Obando, S; Salmeron, F; Valverde, L; Vivas, E. 2016. Agricultura sostenible para enfrentar los efectos del cambio climático en Nicaragua. Fundación Friedrich Ebert- Stiftung. Primera edición. Managua, Nicaragua. p.15, 88. Disponible en: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/12896.pdf>
- López, B. L. 1991. Cereales. Cultivos herbáceos. Vol. I. Editorial mundi-prensa. Madrid. pp. 349-414.

- Martínez, G. M. A; Jasso, C. C. 2004. Agricultura de conservación para la producción de sorgo y maíz de temporal en la zona media de San Luis Potosí. INIFAP. Folleto técnico. No. 23. San Luis Potosí, México. 17p.
- Martínez, G. M. A; Jasso, C. C; Hernández, A. J. A. 2004. Como producir sorgo y maíz con un enfoque de agricultura de conservación en la zona de San Luis Potosí. INIFAP. Folleto para productores. No. 39. San Luis Potosí, México. 21p.
- Meza, P. R. 2011. Tecnologías para la producción en el cultivo de sorgo. INIFAP - Fundación Produce Sinaloa A.C. Culiacán, Sinaloa, México. pp. 8-9. Disponible en: <http://www.quimagro.com.mx/v2/images/folleto/publicacionestecnicasfundacionproducesinaloa/Sorgo/guia-sorgo-centro-ok.pdf>.
- Molina R.J.A; Limon G.P; Diego M. R. 1992. Labranza de conservación como elemento integral de la producción y productividad en sorgo y trigo en la zona de riego de san juan del rio, Qro. Tesis. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, Mexico. 68 p.
- Monsanto. 2017. Sorgo. [consulta: 12/ junio/2017]. Disponible en: <http://www.monsanto.com/global/ar/productos/pages/sorgo.aspx>
- Moreno T. V.M. 2010. Agricultura de conservación y transferencia de tecnología para productores del Valle Morelia Queréndaro, Michoacán vía asistencia técnica e investigación local. México. 89 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).2001. Labranza cero: cuando menos es más. Consulta: 15 de junio/2017. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0101sp1.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2002. Boletín de suelos. Agricultura de conservación. Roma. p. 4.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. ¿Qué es la Agricultura de Conservación? Consulta: 25 febrero 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ca/es/1a.html>.
- Ortega G. 2009. Agroecología vs. Agricultura convencional. Base Investigaciones sociales. Asunción, Paraguay. p. 8.
- Panorama agrario. 2015. Agricultura de conservación; el futuro de Guanajuato. [Consulta: 30/junio/2017]. Disponible en: <http://panoramaagrario.com/2015/11/agricultura-de-conservacion-el-futuro-de-guanajuato/>.
- Pérez, A; Saucedo, O; Iglesias, J; Wencomo, H, B; Reyes, F; Oquendo, G; Milian, I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Pastos y Forrajes. Vol.33, No.1. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. pp. 1-26. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269119691001>
- Pioneer. 2017. Sorgo: Crecimiento y desarrollo del cultivo. Boletín técnico Pioneer. Provincia de Buenos Aires. Disponible en: https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina_Intl/AGRONOMIA/boletines/SorgoCrecimiento_y_desarrollo_del_cultivo.pdf
- Pimentel- Alvarado, O. y Delgadillo Aldrete, S. 2015. Agenda técnica agrícola Coahuila. Segunda edición. México. P 146.
- Restrepo, M. J., Ángel, S. D. I., Prager, M. M. 2000. Agroecología. Actualización profesional en manejo de recursos naturales, agricultura sostenible y pobreza rural. Centro para el desarrollo agropecuario y forestal, Inc (CEDAF). Santo Domingo, República Dominicana. p.4,5. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf
- Ruiz, M.J. 1994. La agricultura sostenible como alternativa a la agricultura convencional: conceptos y principales métodos y sistemas. Revista

- cuatrimestral de geografía. Universidad de Córdoba. pp.161-174. Disponible en: <https://www.unioviado.es/reunido/index.php/RCG/article/view/1176>
- Robles- Sánchez, R. 1985. Producción de granos y forrajes. Editorial limusa. Primera edición. México. pp. 141-168.
- Sandoval M.C.; Lopez M.J. 2013. El cultivo de sorgo con practicas conservacionistas. Folleto para productores. No.12. Inifap. Chiapas. Mexico. 52 p.
- Salvador-Zeledón, H., Antonio-Hernández, M., Ayala-Moran, J.E., Guzmán de-Serrano, R.F., Armando-Borja, C., Alvarado de-Torres, M. y Claderon, V.R. 2007. Guía técnica del sorgo. Centa. Primera edición. La Libertad, El Salvador. 37 p.
- Salcedo, B. A. 2015. Rendimiento del Sorgo Forrajero (*Sorghum Moench*, 1794) en Parcela Demostrativa Bajo Fertilización Ecológica (Compost). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 42 p. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6910/RENDIMIENTODELSORGOFORRAJERO%28SorghumMoench%2c1794%29ENPARCELADEMOSTRATIVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SIAP-SAGARPA. 2016. Atlas Agroalimentario 2016. México siembra con éxito. Primera edición. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. D. F, México. p. 146,147. Consultado en: http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Sistema producto sorgo del Estado de Chiapas. Disponible en: http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/sorgopr.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Reducción de costos en granos y forrajes con labranza de

- conservación. [Consulta:27/febrero/2017]. Disponible en:
[http://www.camponl.gob.mx/oeidrus/FICHAS TECNOLÓGICAS/forrajes \(pastos y praderas\)/Reducción de costos en granos y forrajes con labranza de conservacion.pdf](http://www.camponl.gob.mx/oeidrus/FICHAS_TECNOLOGICAS/forrajes(pastos_y_praderas)/Reduccion_de_costos_en_granos_y_forrajes_con_labranza_de_conservacion.pdf)
- SAGARPA-CL/ el siglo de Torreón. 2015. Resumen económico y compendio noticioso 2015. Edición anual. 01 de enero del 2016. www. El siglo de torreon.com.mx
- SAGARPA-CL/ el siglo de Torreón. 2016. Resumen económico y noticias 2016. Edición anual. 01 de enero del 2017. www. El siglo de torreon.com.mx
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2017. Labranza de conservación. Consulta: 27 febrero 2017. Disponible en:
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/Agrcolas/Attachments/3/A-05-1.pdf>
- Trujano, A. O. 2014. Extensión al campo. Periodismo agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Año VII. No. 28. Texcoco, México.
- Vargas, V. G. 2009. Producción y comercialización de sorgo grano en México y en el estado de Puebla: caso DDR Izucar de Matamoros. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 51 p.
- Vélez I. A; Guevara H. F; Gómez C. H; Ovando C. J; Hellin J; Espinosa G. J. A; Sonder K; Rodríguez L. L. A; Reyes M. L; Fonseca F. M de los A; Ocaña G. M de J; Borja B. M; Pinto R. R; Camacho V. T. C; Beuchelt T. D; Hernández R. V. M. 2013. Rastrojos: manejo, uso y mercados en el centro y sur de México. INIFAP. Libro técnico. No. 7. Primera edición. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. pp. 194,219.
- Verhulst, N., Francois, I., Govaerts B. 2015. Agricultura de conservación: ¿Mejora la Calidad del Suelo a fin de Obtener Sistemas de Producción Sustentables?. CIMMYT. D.F., México. pp. 1-3.

Yousif, L. A; Babiker, E. H. 2015. Effect of conservation agriculture on sorghum Yield in Rainfed Areas Southern Gedarif State, Sudan. American Institute of Science. Journal of Agricultural Science and Engineering. Vol. 1. No. 2. pp. 89-94.