



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



VALIDACION DEL HIBRIDO DE SORGO XM-416 BAJO
DIFERENTES AMBIENTES EN EL MUNICIPIO DE
YECAPIXTLA, MORELOS

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R A A G R I C O L A

P R E S E N T A :

V E R O N I C A A N D R A D E R U I Z

ASESOR: DR. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

C. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Validación del híbrido de sorgo XM-416 bajo diferentes ambientes en el municipio de Yecapixtla, Morelos.

que presenta la pasante: Verónica Andrade Ruiz
con número de cuenta: 8819118-0 para obtener el título de :
Ingeniera Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de Noviembre de 2003.

PRESIDENTE	Ing. Miguel Angel Bayardo Parra	
VOCAL	M.C. Margarita Tadeo Robledo	
SECRETARIO	Dr. Alejandro Espinosa Calderón	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Javier Carrillo Salazar	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Francisco Javier Vega Martínez	

I. Dedicatorias.

A mis padres Raquel Ruiz García y José Isabel Andrade Arroyo por su apoyo y confianza para la realización del presente.

A mis hermanos Gabriel, Miriam, Teresa y Abel por su cariño.

A mi esposo Ing. Tito Norberto Maldonado Palacios por su gran amor y empuje para la conclusión del mismo.

Y muy en especial a mi hija Rebeca principal motor para la terminación del presente trabajo, esperando sea ejemplo de que se puede lograr.

II. Reconocimientos.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por continuar formando Ingenieros Agrícolas pensando en el desarrollo del agro.

A mis asesores de Tesis: Dr. Alejandro Espinosa Calderón y M.C. Margarita Tadeo Robledo por su apoyo y enseñanzas.

A los profesores de la Carrera preocupados y comprometidos por la excelencia en la formación de los egresados.

Y a la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de la máxima Casa de Estudios del país.

INDICE

	Página
I. Dedicatorias.....	ii
II. Reconocimientos.....	iii
1. Introducción.....	4
1.1. Objetivos.....	7
1.2. Hipótesis.....	7
2. Revisión de literatura.....	8
2.1. Aspectos generales del sorgo.....	8
2.1.1. Importancia del cultivo.....	8
2.1.2. Características taxonómicas y morfológicas.....	9
2.1.3. Ciclo vegetativo y etapas fenológicas.....	11
2.1.4. Mejoramiento y selección.....	12
2.1.5. Variedades de sorgo recomendadas para el Estado de Morelos.....	14
2.2. Manejo agronómico del cultivo de sorgo.....	15
2.2.1. Condiciones agroclimáticas.....	15
2.2.1.1. Temperatura.....	15
2.2.1.2. Humedad.....	15
2.2.1.3. Tipo de suelo.....	16
2.2.2. Sistemas de cultivo.....	16
2.3. El sistema de labranza de conservación.....	18
2.3.1. Antecedentes del sistema de labranza de conservación en México.....	18
2.3.2. Definición del concepto de labranza de conservación.....	19
2.3.3. Tipos de labranza de conservación.....	19
2.3.4. Beneficios de la labranza de conservación.....	20
2.3.5. Efecto de la labranza de conservación en el uso de agroquímicos.....	22
2.3.6. El cultivo de sorgo bajo el sistema de labranza de conservación.....	24
3. Materiales y métodos.....	26
3.1. Descripción del sitio.....	26

3.2.	Descripción del híbrido a evaluar.....	27
3.3.	Establecimiento de la parcela.....	28
3.3.1.	Siembra y primer fertilización.....	28
3.3.2.	Aplicación de herbicidas.....	29
3.3.3.	Segunda fertilización.....	30
3.3.4.	Aplicación de Insecticidas.....	30
3.3.5.	Cosecha.....	31
3.3.6.	Parámetros de evaluación.....	31
4.	Resultados y discusión.....	32
4.1.	Rendimientos obtenidos por los híbridos XM-416 y D-65.....	35
5.	Conclusiones.....	39
6.	Bibliografía.....	42

1. INTRODUCCIÓN.

La demanda por alimentos crece día a día debido al incremento en la población urbana y la disminución de áreas cultivables.

Se estima que en 30 años la población mundial se duplicará exigiendo mayor cantidad de alimentos de los que actualmente se producen, sobre todo de los llamados granos básicos; maíz, frijol, trigo, arroz, sorgo, cebada, etc., a partir de los cuales se obtiene más del 50% de la base alimentaria para la población (Zazueta, 1984).

Por lo anterior, es necesario ejecutar nuevas técnicas en los procesos de producción alimenticia que hagan más eficiente cada metro cuadrado de superficie a cultivar, reducción de costos y al mismo tiempo disminuir el efecto pernicioso en el ambiente ocasionado por el uso inadecuado de plaguicidas, malas prácticas de riego y el excesivo laboreo agrícola (Allmaras, *et al.* 1985).

En este sentido, la Genética como una de las Ciencias aplicadas a la agricultura ocupa un lugar muy importante por lo que se refiere a la obtención de variedades mejoradas lo que incluye materiales híbridos y variedades de alta productividad adaptables a diversas condiciones ambientales adversas y/o favorables, como son: regímenes pluviales escasos o suelos de baja fertilidad, por ejemplo o incluso resistencia a ciertas plagas y enfermedades. Así mismo, en cuanto a las nuevas tecnologías efectuadas durante el proceso productivo, que buscan minimizar al máximo el deterioro de las tierras cultivadas, se tiene al sistema de labranza de conservación cuya filosofía es disturbar al mínimo posible los suelos, con el objeto de mejorar sus características físico-químicas.

Actualmente debido a los bajos precios de los cultivos básicos, y en este caso del sorgo para grano, el productor se ve obligado a eficientar aun más su proceso de producción, reduciendo

o por lo menos manteniendo en niveles bajos los costos de producción y tratando de incrementar significativamente su rendimiento. En respuesta a ello, diferentes empresas nacionales y transnacionales dedicadas a la comercialización de semillas de sorgo se han dado a la tarea de ofrecer al productor materiales genéticos con diversas características genotípicas que permitan precisamente alcanzar mayores rendimientos reduciendo costos de producción con la resistencia o tolerancia a ciertas enfermedades.

En este sentido para el estado de Morelos empresas como Asgrow, Dekalb, Pioneer y NK, entre otras, ofrecen híbridos de sorgo con ciertas características fenotípicas que son específicas por cada una de ellos, asegurando al productor altos rendimientos así como adaptabilidad dentro de un amplio rango de altitudes.

Es importante poder asegurar al productor que el comportamiento de un material mejorado puede ofrecerle buenos resultados aun en condiciones de temporal variable, ya que si bien el sorgo es una especie que por su origen presenta características de resistencia a la sequía, a través del mejoramiento genético se existen diferencias entre híbridos respecto a su tolerancia a la sequía que con el mejoramiento se han venido alterando, así mismo aunque se ofrecen los estudios climatológicos como una herramienta de predicción, frecuentemente son impredecibles en la agricultura los cambios climáticos que en los últimos años han afectado a los cultivos.

Por lo anterior, en el presente trabajo se pretende determinar a través de evaluaciones en campo la adaptabilidad de un nuevo híbrido de sorgo denominado XM-416 el cual fue manejado bajo dos diferentes sistemas de producción: la labranza de conservación y labranza tradicional, en once campos del Municipio de Yecapixtla en el Estado de Morelos, sometidos a condiciones de temporal, donde se presentaron diferencias debido a la sequía que incidió en diferente grado durante el ciclo primavera – verano 2002 en esta región, comparativamente con el testigo D-65, utilizado como punto de referencia, ya que este material se ha sembrado desde hace diez años en este municipio, al respecto será importante que este trabajo sea ratificado por el INIFAP y el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) para su comercialización en el país.

De igual manera se espera proporcionar los conocimientos mínimos del sistema de labranza de conservación adoptado en la zona en lo que respecta al uso de herbicidas, maquinaria, control de plagas y fertilización principalmente analizando sus ventajas y desventajas para el Municipio de Yecapixtla.

1.1 Objetivos.

1. Definir la respuesta en adaptación del híbrido de sorgo XM-416 bajo once ambientes en Yecapixtla, Morelos.
2. Comparar el rendimiento obtenido por el híbrido XM-416 con el testigo D-65.
3. Determinar cuáles son las características de la labranza mínima efectuada en el municipio de Yecapixtla, Morelos en el cultivo de sorgo, que han permitido su aceptación como sistema productivo por la mayoría de los productores de la región.

1.2. Hipótesis.

1. El híbrido de sorgo XM-416 presenta buena adaptación expresada en rendimiento aceptable en los once ambientes de evaluación debido a sus características agronómicas.
2. La dificultad para contar con mano de obra origina la necesidad de hacer uso de maquinaria agrícola, y por ésta razón la labranza mínima es un sistema fácil y convenientemente adoptado para la producción de sorgo en el municipio de Yecapixtla, Morelos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Aspectos generales del sorgo.

2.1.1. Importancia del cultivo.

El sorgo es una gramínea compleja originaria de Africa, donde aun continúa siendo un cultivo importante. Es también ampliamente cultivado en partes de Asia y América con un clima demasiado seco para una adecuada producción de maíz, de ahí deriva su importancia como cultivo alternativo.

Para México, el sorgo es un cultivo muy particular, mismo que ha adquirido rápidamente gran relevancia desde su introducción a México a principios del siglo pasado, debido a su empleo como alimento del ganado y aves, sustituyendo para este fin, casi en su totalidad al maíz. En los últimos años ha empezado a utilizarse en la composición de mezclas para tortillas junto con el maíz, así como para la elaboración de cerveza, lo cual es posible por la existencia de tres tipos de sorgos: sorgos para grano, para forraje y sorgos de doble propósito (Flores, 1980 citado por Herrera, 1993.).

En el país el cultivo de sorgo ocupa el tercer lugar en superficie sembrada después del maíz y frijol y la segunda posición en cuanto a producción global únicamente después del maíz con los siguientes datos de producción nacional según al Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera con información de las Delegaciones de la SAGAR 2001.

Producción Nacional 2001 Cultivo de sorgo para grano.

SUPERFICIE EN HECTAREAS				PRODUCCIÓN TONELADAS		RENDIMIENTO ton/ha	
Sembrada	Siniestrada	Cosechable	Cosechada	Estimada	Obtenida	Estimado	Obtenido
1,118,005	198,773	917,322	917,332	3,858,154	3,858,154	3.988	3.988

Para el estado de Morelos, el sorgo es uno de los cultivos más importantes con una superficie cosechada para 1998 de 32,850 hectáreas y una producción de 120,691 toneladas (SAGAR, 1999), en tanto que para 2002, la superficie se incrementó a 39,407 hectáreas, pero debido a la sequía generalizada en el Estado, se consideraron siniestradas con pérdida total más de 10,000 y la producción obtenida fue de 44,437 toneladas destinadas principalmente al autoconsumo en la elaboración de alimentos balanceados para aves y ganado vacuno de carne y leche (Delegación Estatal SAGARPA, 2001).

Producción Estatal por orden de importancia por superficie sembrada.

CULTIVO	SUPERFICIE HECTAREAS			PRODUCCIÓN TONELADAS	
	PROGRAMADA	SEMBRADA	COSECHADA	PROGRAMADA	OBTENIDA
SORGO	40,656	39,407	30,128	198,229	123,856
MAIZ	35,664	27,760	14,796	115,685	31,388
CAÑA	14,407	15,543	12,764	1,711,695	1,348,986

El incremento en superficie sembrada se debe a que en algunas zonas del Estado su capacidad de producción es mayor con respecto a otros cultivos por la limitante del factor agua, facilidad de manejo y mecanización de que es objeto, favoreciéndose aun más con el sistema de producción de labranza de conservación que se ha adoptado en varios municipios.

2.1.2. Características taxonómicas y morfológicas.

El sorgo, *Sorghum bicolor* (L) Moench pertenece a la Familia de las Gramíneas, Subfamilia Panicoidea, Tribu Andropogóneas.

Es una planta herbácea anual de raíz fibrosa, adventicia con desarrollo de numerosas lenticelas. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radical es una de las

razones por las cuales el sorgo es tan resistente a las sequías puesto que le confiere la capacidad de poder entrar en contacto con un mayor volumen de suelo del que puede obtener más humedad (Ibar, 1984).

Dogget, 1988 menciona que el sorgo requiere 332 kg de agua/kg de materia seca acumulada, en tanto que el maíz necesita 368 kg, la cebada 434 kg y el trigo 514 kg.

Sus tallos son cilíndricos, recios, nudosos, con una corteza dura y médula suave que puede ser insípida o dulce, jugosa o seca y que llegan a crecer hasta los 4.5 m de altura, divididos en nudos de los cuales emergen las hojas. Cada nudo provisto de una yema lateral, los cuáles pueden ser gruesos y la longitud de los entrenudos difiere de acuerdo a la variedad (Ibar, 1984).

En algunas variedades una, dos o tres yemas inferiores se desarrollan para formar macollos. Esta clase de amacollamiento se considera indeseable debido a que maduran más tarde demeritando la calidad de la cosecha por su mayor contenido de humedad. Las hojas son anchas en su base, disminuyendo hacia el ápice. Son hojas glabras con los márgenes de la hoja lisos o dentados. Su nervadura central es bastante prominente de color verdusco o blanca. Al igual que los tallos, las hojas varían en su longitud, siendo comúnmente más cortas en la parte superior, llamándose a la hoja superior bandera que anuncia la aparición de la inflorescencia. Estas hojas aparecen alternas sobre el tallo, estrechas, que envuelven al tallo. Las hojas del sorgo están cubiertas de una capa de cutina (cera), y además se enrollan durante períodos de sequía, características que al reducir la transpiración contribuyen a aumentar la resistencia de la especie a la sequía (Robles, 1976).

Su inflorescencia es una panícula que puede ser compacta a abierta, pudiendo tener hasta 6000 flores autógamias en un 95%; el polen germina inmediatamente después de la dehiscencia y retiene su viabilidad por menos de una hora (Baldovinos, 1961).

El raquis de la panícula puede estar completamente escondido por la densidad de las ramificaciones de la panícula o completamente expuesto, la excersión por tanto también es

variable, afectándose negativamente la calidad de trilla en aquellos híbridos con excersión corta. El sorgo florea entre 55 a 70 días en climas cálidos, pero puede variar entre 30 a más sobre una base de 100 días. Las flores son unisexuales o hermafroditas dispuestas en espiguillas. La panícula del sorgo comienza a florear en su punta y de ahí continúa floreando sucesivamente hacia abajo en un período de 4 a 5 días. La esterilidad masculina descubierta en 1932 ha hecho posible el desarrollo de híbridos (Ibar, 1984).

El fruto o grano es un cariósipide y varían en el color del pericarpio desde rojo, amarillo, crema y blanco, presentando un lustre opaco y aperlado. El peso de la semilla fluctúa entre menos de un gramo por cien semillas hasta seis gramos por cien semillas y el grano de calidad es comúnmente duro, blanco con lustre aperlado, carente de vello y redondo con una cubierta delgada de la semilla (Flores, 1994).

La planta en general presenta un alto valor forrajero ubicándose en el segundo lugar de producción después del maíz y en los primeros lugares en análisis bromatológicos, presentando toxicidad si es suministrada demasiado tierna ya que en etapa de crecimiento vegetativo contiene un glucósido llamado Dhurrina que por hidrólisis produce ácido cianhídrico o prúsico causante de la toxicidad (PIFSV, 1988).

2.1.3. Ciclo vegetativo y etapas fenológicas.

El sorgo es una especie con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio, según los materiales de mayor rendimiento van de 140 a 150 días, siendo afectado éste período por la temperatura y humedad, así como por la aplicación de algunos fertilizantes altos o bajos en nitrógeno y fósforo principalmente.

- ⇒ La fase vegetativa inicia con la germinación y continúa con el desarrollo de la plántula emergida.
- ⇒ La fase reproductiva inicia con el desarrollo de la inflorescencia y concluye con la polinización.

⇒ Y la fase de madurez fisiológica en la que se desarrolla el fruto o grano.

Por adaptarse de modo excepcional a las regiones de escasas e inseguras lluvias, el sorgo se cultiva en donde es difícil la producción rentable del maíz en seco. Por tanto, el sorgo se convierte en el más importante recurso forrajero (Flores, 1994).

Actualmente, debido al manejo genético del cultivo, no sólo se tienen híbridos de diferente respuesta en su resistencia a la sequía, sino también muestran tolerancias a ciertas enfermedades e incluso plagas, sin las cuáles no sería rentable su cultivo, y la madurez relativa va de precoces (110 a 120 días a cosecha), intermedios (120-130 días) y tardíos (130-145 días) mostrando una amplia adaptabilidad en las diversas zonas productoras. De ahí que exista variabilidad en cuanto a la duración de cada etapa fenológica, así por ejemplo, la germinación puede ocurrir desde los 6 a los 14 días después de la siembra y los días a aparición de la panícula van de 55 hasta 80 días después de la siembra.

2.1.4. Mejoramiento y selección.

El mejoramiento en sorgo no era posible hasta que en 1932 se descubrió la posibilidad de una hibridación artificial, al conocerse la existencia de plantas estériles en su parte masculina (androestériles), sin embargo, no fue hasta 1956 cuando se emplearon los híbridos con fines comerciales siendo desde éste momento, muy importante el cultivo del sorgo primero en Estados Unidos, extendiéndose luego rápidamente, su área de cultivo en varios países de Iberoamérica (Doggett, 1988).

En muchos de los países de la zona templada, sobre todo en Estados Unidos, se han efectuado programas de mejoramiento y selección con el objeto de desarrollar líneas de diferente ciclo a la madurez, resistencia a enfermedades, tolerancia al acame y al ataque de pájaros entre otros (Ibar, 1984).

La hibridación sin hacer uso de la androesterilidad implica la eliminación a mano antes de la madurez de todos los estambres separando las glumas y glumillas que protegen cada flor volviendo a dejarlas en la misma posición protectora del ovario cubriendo luego toda la inflorescencia para evitar la polinización cruzada, al estar maduro el ovario se aplica el pólen sobre los estigmas con un pincel con la consiguiente adecuación de glumas y glumillas de forma que protegiera a las flores polinizadas hasta que la semilla híbrida estuviera formada (PIFSV, 1988).

Con el uso de las líneas androestériles la producción de semillas híbridas se hace en campos debidamente aislados en los que alternan hileras de plantas androestériles con otras de otra variedad normal distinta y que actúa como polinizante, procurando hacer coincidir las épocas de madurez de la flor de ambas plantas. Las semillas obtenidas en las plantas androestériles, son las semillas híbridas que tendrán los caracteres de ambos progenitores, en donde las características agronómicas perseguidas para el sorgo grano son plantas de menor tamaño con panojas erguidas verticalmente y de excersión larga que hagan fácil la cosecha mecánica así como mayor producción de grano de baja concentración de taninos (PIFSV, 1988).

En el caso de las semillas de la empresa NK, de origen estadounidense, el híbrido a demostrar XM-416, según la información proporcionada por la empresa es un híbrido de 1.45 m de altura, el color del grano es bronceado, con muy buena resistencia al acame, su ciclo fenológico es de 150 días es decir es tardío, su panoja es compacta. Es considerado resistente al tizón de la hoja y al tizón de la panoja, y es tolerante al carbón de la espiga y a la antracnosis. Así mismo una de las características típicas de éste material y que permiten distinguirlo de los demás es la altura de la excersión que tiene una longitud hasta de 30 cm llegando a ser incluso mayor con fertilizaciones elevadas en nitrógeno, característica que permite cosechar un grano más limpio, permite mayor aereación entre panojas limitando el desarrollo de enfermedades como el ergot que es un hongo que ataca al grano en formación. Además de que a diferencia de la mayoría de los sorgos para grano, conserva su verdor para ser empleado como forraje una vez que se ha cosechado el grano, lo cuál es muy importante para la zona de Yecapixtla, Morelos que es además de agrícola, pecuaria en cuanto a ganado bovino lechero y de carne.

Por su parte D-65 híbrido de la empresa Dekalb, es de ciclo intermedio-tardío con una duración de 130-145 días, la altura de la planta es de 1.20 a 1.30 m, el grano es de color rojo, de panoja abierta, presenta al igual que XM-416 resistencia a las principales enfermedades que atacan al cultivo (PLM, 2002), la altura de la excursión es de 15 a 20 cm ubicándose un promedio de 18 cm.

2.1.5. Variedades de sorgo recomendadas para el Estado de Morelos.

La recomendación oficial de variedades e híbridos corresponde al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) quien autoriza la importación de los materiales una vez que han pasado los estándares de calidad que exige la certificación en nuestro país de acuerdo a la Norma Oficial vigente, y dentro de las diversas actividades desempeñadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se encuentra la validación de tales materiales de reciente introducción al país y transferir a los técnicos y productores de sorgo información sobre el comportamiento de los nuevos híbridos de las diferentes empresas productoras de semillas (SAGARPA, 2002).

De éstos trabajos, en INIFAP Morelos se han validado materiales como D-65 de Dekalb; “Esmeralda” y “Ambar” de Asgrow; 8418 de Pioneer, NK 266 y KS 989 de NK entre otros, todos avalados para su recomendación de uso por su adaptabilidad y adecuado rendimiento de grano, de los cuáles de acuerdo a las condiciones específicas de cada localidad y a la época de siembra, puede optarse por uno u otro material, por lo cuál la predominancia en el mercado de cualquiera de ellos se debe sobre todo al manejo de la mercadotecnia de cada empresa en particular (SAGAR, 1999).

2.2. Manejo agronómico del sorgo.

2.2.1. Condiciones agroclimáticas.

2.2.1.1. Temperatura.

Hasta antes de 1930 la producción de sorgo estuvo limitada a regiones con temperaturas mayores a 22°C y un período libre de heladas de al menos 160 días. Actualmente, con la creación de los híbridos se han ampliado las condiciones agroclimáticas en las cuáles se cultiva el sorgo. Sin embargo, a pesar de lo alcanzado con tales materiales el sorgo pospone su floración cuando se presentan temperaturas inferiores a 15°C , siendo altamente sensibles a las heladas (Doggett, 1988).

El sorgo produce grano aún bajo altas temperaturas, pero los rendimientos disminuyen a temperaturas superiores a 35°C, así mismo puede decirse que entre 20°C y 30°C de temperatura media puede cultivarse el sorgo con excelentes rendimientos, estando comprendida su integral térmica entre 2500°C y 3000°C (Ibar, 1984).

2.2.1.2. Humedad.

El sorgo requiere menos humedad para su crecimiento que algunos otros cereales, las causas de ésta propiedad son: la capacidad de sus sistema radicular para explorar mayor volumen de suelo, manifiesta poca transpiración debido a la poca cantidad de hojas y a estar éstas provistas en su cara superior de unas células motoras que facilitan su rápido enrollado al escasear el agua, así mismo, sus estomas se cierran y se forma en ellos una cámara de aire húmedo que equilibra la humedad del interior de la planta evitando nuevas pérdidas (Ibar, 1984).

El sorgo también es capaz de soportar los excesos de humedad en el suelo mejor que otros cereales, así el sorgo continúa creciendo en condiciones de anegamiento donde el maíz moriría (House, 1982 citado por Herrera, 1993), no así con excesos de humedad atmosférica

ya que favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas que atacan principalmente el grano en formación.

Sin embargo, a pesar de su resistencia a la sequía el mínimo de humedad para que pueda rendir lo suficiente se ubica entre 550 y 600 mm, siendo excelente una precipitación de 650 mm. Por otro lado, se debe aclarar que aún cuando el sorgo sea un cultivo resistente a la sequía, su productividad se incrementa considerablemente cuando es cultivado bajo riego, haciendo al cultivo redituable empleando híbridos rendidores y aplicando todo el paquete agronómico.

2.2.1.3. Tipo de suelo.

El sorgo se adapta bien a muchos tipos de suelo, desde los compacto-arcillosos a los sultos arenosos, sin embargo en los que se obtienen los mejores rendimientos son los francos y sus afines de mediana a poca profundidad. Prefieren los de pH ligeramente ácido (5.5) aunque presenta una amplia adaptabilidad a cualquier tipo de suelo, excepto los de pH extremadamente alcalino. Además es resistente a la salinidad pudiéndose desarrollar en los que contengan hasta 3000 ppm de cloruro sódico o un equivalente en otras sales (Doggett, 1988).

2.2.2. Sistemas de cultivo.

Al adoptar un sistema de cultivo los productores deben considerar aspectos tales como: la baja rentabilidad de los cultivos básicos, las características particulares de sus suelos, la disponibilidad de maquinaria y/o mano de obra, entre otras. De éstas, la primera es una de las principales causas por las que los agricultores se han visto en la necesidad de disminuir los costos durante el proceso productivo. Todavía en estos días, la producción de maíz por ejemplo, se efectúa mediante el uso de coas y espeques debido a factores como las limitantes físicas del terreno (pendientes pronunciadas, alta pedregosidad) o la falta de capacitación técnica y económica para adoptar tecnologías adecuadas (Allmaras, *et al*, 1985).

Por lo anterior, de acuerdo con González, 1990, el sistema convencional de producción, arraigado en nuestro país desde principios del siglo pasado implica el laboreo excesivo del suelo, ya sea mediante tiro animal o mecánico o bien como ya se mencionaba el laboreo manual de ciertas regiones marginadas del país. Este sistema puede variar según la región donde se practique, desde un mínimo de labores hasta una serie de pasos de maquinaria que a simple vista se muestra destructivo, todo ello con la idea de proporcionar al cultivo una cama de siembra mullida.

Entre las actividades a desarrollar para éste proceso de producción se encuentran:

- a. **Subsuelo:** Actividad que implica romper la capa de arado mediante un implemento que penetra 50 cm en el suelo.
- b. **Barbecho:** Actividad que implica voltear el suelo a una profundidad de hasta 30 cm.
- c. **Rastro:** Mediante un arado de discos se muelle el suelo para deshacer terrones y acondicionar la cama de cultivo.
- d. **Bordeo y contrabordeo:** Formación de la cama de cultivo (surco, melga) y permitir el drenaje de excesos de humedad con la formación de zanjas.
- e. **Siembra:** Colocar la semilla en la cama de siembra.
- f. **Fertilización:** Aplicación de abonos químicos y/u orgánicos.
- g. **1 o 2 escardas:** Eliminación de malezas en el área no sembrada.
- h. **Labor de cultivo:** Aporcar Subir la tierra para proteger las raíces en formación eliminar malezas.
- i. **Cosecha:** Recolección del producto o productos finales.

Con tales actividades, el suelo se rompe con una serie de implementos primarios diseñados para producir fragmentos de agregados y terrones de diversos tamaños, generalmente por inversión, por lo menos en los primeros 25 cm. Posteriormente con labranza secundaria se pulveriza, empaca y homogeniza la superficie del suelo, formando la cama de la semilla (Kocher, 1989).

Por lo anterior, de acuerdo con González, 1990, el sistema convencional de producción, arraigado en nuestro país desde principios del siglo pasado implica el laboreo excesivo del suelo, ya sea mediante tiro animal o mecánico o bien como ya se mencionaba el laboreo manual de ciertas regiones marginadas del país. Este sistema puede variar según la región donde se practique, desde un mínimo de labores hasta una serie de pasos de maquinaria que a simple vista se muestra destructivo, todo ello con la idea de proporcionar al cultivo una cama de siembra mullida.

Entre las actividades a desarrollar para éste proceso de producción se encuentran:

- a. Subsoleo: Actividad que implica romper la capa de arado mediante un implemento que penetra 50 cm en el suelo.
- b. Barbecho: Actividad que implica voltear el suelo a una profundidad de hasta 30 cm.
- c. Rastro: Mediante un arado de discos se muelle el suelo para deshacer terrones y acondicionar la cama de cultivo.
- d. Bordeo y contrabordeo: Formación de la cama de cultivo (surco, melga) y permitir el drenaje de excesos de humedad con la formación de zanjas.
- e. Siembra: Colocar la semilla en la cama de siembra.
- f. Fertilización: Aplicación de abonos químicos y/u orgánicos.
- g. 1 o 2 escardas: Eliminación de malezas en el área no sembrada.
- h. Labor de cultivo: Aporcar Subir la tierra para proteger las raíces en formación eliminar malezas.
- i. Cosecha: Recolección del producto o productos finales.

Con tales actividades, el suelo se rompe con una serie de implementos primarios diseñados para producir fragmentos de agregados y terrones de diversos tamaños, generalmente por inversión, por lo menos en los primeros 25 cm. Posteriormente con labranza secundaria se pulveriza, empaqueta y homogeniza la superficie del suelo, formando la cama de la semilla (Kocher, 1989).

La labranza de conservación resulta ser una excelente opción sobre todo para los productores de granos básicos, cuya redituabilidad ha ido en picada debido a los bajos precios del mercado y los altos costos del laboreo convencional, además de que el sistema encierra en un solo proceso, mayor producción, productividad y conservación del recurso natural (Cruz y Chávez, 1986).

2.3.2. Definición del concepto de labranza de conservación.

Existen diferentes formas de realizar la labranza de conservación, una de las cuáles es la labranza reducida que es un sistema de labranza en el cual, por lo menos un 30% de los residuos de cosecha son retenidos en o cerca de la superficie, con el objeto de controlar la erosión y lograr buenas relaciones suelo-agua (Allmaras, *et al*, 1985), esto debido a que con ésta cantidad se logra reducir al 50% la erosión del suelo.

En los sistemas de labranza de conservación, en especial la labranza cero, el suelo se prepara al mínimo sólo para enterrar la semilla, los residuos vegetales no se incorporan y quedan sobre la superficie, cubriendo al suelo como un mantillo. Debido a que no hay labranza, el suelo preserva su estructura nativa, sea buena o mala para el crecimiento de un cultivo en particular. El espacio poroso y su continuidad se mantienen intactos. Los residuos vegetales cubren el suelo disminuyendo la insolación, el impacto de la lluvia, la evaporación y el encostramiento (Mannering y Fenster, 1983).

2.3.3. Tipos de labranza de conservación.

La labranza reducida es una forma no definida de labranza de conservación en la que no se alcanzan los requerimientos de un 30% de cobertura. En la “no labranza”, no se disturba el

suelo antes de la siembra. El control de malezas se realiza mediante métodos no mecánicos, principalmente con herbicidas (Ver Cuadro No. 1).

Cuadro 1. Definiciones de labranza de conservación.

Tipos de labranza de conservación	Operaciones de la cosecha a la Siembra	Anchura de disturbio en surco	Método de control de malezas
No labranza	Ninguna	2-7 cm	Químico
Labranza en camellones	Ninguna	1/3 del área	Químico y mecánico
Labranza en franjas	Ninguna	1/3 del área	Químico y mecánico
Labranza en coberteras	Anchura total	Toda el área	Químico y mecánico

Fuente: Conservation Tillage Information Center, 1984.

2.3.4. Beneficios de la labranza de conservación.

Los grandes beneficios de la labranza de conservación caen dentro de tres rubros: conservación del suelo, ahorro energético y ahorro en tiempo y mano de obra.

1. Conservación del suelo. Estudios realizados por la SARH han indicado que el 80% de la superficie nacional presenta problemas de erosión en alguna magnitud. En la mayoría de las zonas áridas y semiáridas de México, predominan condiciones favorables para el proceso de la erosión eólica; suelos desnudos, con superficie suave, topografía plana y secos durante la época de los vientos fuertes (Amante, 1989). Todas las evidencias indican que la labranza de conservación reduce grandemente la erosión del suelo. Esto es debido fundamentalmente a la cobertura vegetal que la acompaña y que mantiene al suelo protegido del golpeteo directo de la lluvia y del

secado abrupto, evitando así la pérdida de estabilidad e identidad de las unidades estructurales del suelo superficial. La erosión del suelo se incrementa conforme se disminuye la cobertura vegetal (Figueroa, 1975).

Las diferentes operaciones de labranza disminuyen considerablemente la cantidad de residuo en la superficie. Un mayor porcentaje de residuos en la superficie se traduce en una mayor infiltración, un menor escurrimiento y una erosión más reducida (Cabrera, 1988). Así mismo, la temperatura en los suelos con un mantillo superficial, es menor durante el día que en los suelos barbechados, a los que la radiación cae directamente. El efecto de la labranza de conservación en la temperatura de los suelos durante las noches es lo opuesto a lo que sucede durante el día. Como el mantillo sirve como un aislante se reduce la radiación a la atmósfera. De ahí que las temperaturas mínimas del suelo en las mañanas sean más altas en las condiciones de labranza de conservación que en barbecho (Cruz y Chávez, 1986).

Así mismo, si bien es cierto que la textura, o dicho en forma más precisa, la composición mecánica domina la respuesta general de los suelos en el almacenaje del agua, el flujo de la misma depende en gran parte de la estructura del suelo, y de la cantidad y continuidad de los poros, ya que se ha determinado que el flujo del agua preferido, a través de poros continuos verticales, redistribuye el agua a mayores profundidades del suelo. Por lo que la degradación estructural de los suelos se relaciona, en mayor parte, con la interrupción de la continuidad de la transmisión de los poros (Kocher, 1990).

2. Ahorro en energía utilizada. El uso de combustibles por la maquinaria agrícola constituye el uso energético más grande en la producción de cultivos. La labranza de conservación se traduce en reducciones en el uso de combustibles, sencillamente porque se evitan pasos del equipo agrícola durante el proceso de producción.

La cantidad de combustible ahorrado varía entre áreas geográficas y explotaciones. Esto se debe a diferencias en el tipo de suelo, tamaño y tipo de herramientas de labranza utilizadas, profundidad de laboreo, tamaño y forma del terreno (los terrenos irregulares y

pequeños requieren de más vueltas ocasionando un mayor consumo de combustibles) y el tamaño y condición mecánica del tractor (Figueroa y Morales, 1999).

3. Ahorros en tiempo y mano de obra. La eliminación de la labranza trae como consecuencia disminuciones en el tiempo necesario para la producción de un cultivo . La mayoría de los estudios señala que la labranza de conservación reduce el tiempo y mano de obra para cultivar una hectárea entre un 50 y un 60%. El tiempo que se ahorra en laboreo en general es mayor, pero se ve reducido por el hecho de que la labranza de conservación requiere más tiempo de manejo (en comparación con el tiempo de trabajo) y de operación de la sembradora de labranza de conservación, ya que ésta trabaja a una velocidad menor que las sembradoras convencionales puesto que en un solo paso abre el surco, coloca la semilla, aplica fertilizantes y si es necesario insecticidas granulados lo que requiere mayor potencia. Lo cierto es que de cualquier manera con labranza convencional se requeriría disponer de tiempo, combustible y desgaste del tractor para cada operación descrita (Figueroa y Morales, 1999).

2.3.5. Efecto de la labranza de conservación en el uso de agroquímicos.

La labranza de conservación no es posible sin el uso de agroquímicos, principalmente de herbicidas. Los dos problemas más importantes en relación con el uso de agroquímicos son los costos y la contaminación ambiental (González, 1990).

Un productor con labranza de conservación gastará más dinero en herbicidas que un productor con labranza convencional. La cantidad adicional de dinero que se puede requerir depende de factores como: el tipo de maleza presente, los cultivos y las rotaciones, y la eficiencia y precisión en la aplicación de herbicidas (González, 1996).

A menudo el costo adicional en el uso de herbicidas es muy bajo. En la actualidad en la mayoría de las zonas altamente tecnificadas del país, los agricultores con labranza

convencional o reducida están utilizando de dos a tres diferentes herbicidas residuales. El cambio a un programa de labranza de conservación para este tipo de productor, requeriría solamente del uso adicional de un herbicida de contacto o de un cambio en el tipo de herbicida utilizado (Ortiz, 1992).

A pesar de que el costo en herbicidas será mayor en un programa con labranza de conservación, este costo es rebasado ampliamente por la reducción en costos de laboreo (combustible, tiempo, maquinaria). En otras palabras se deben ver los costos totales del sistema más que los costos de agroquímicos cuando se determine si la labranza de conservación es más o menos cara (Kocher, 1989).

Los agroquímicos son tóxicos para las plantas y los animales, si son utilizados irracionalmente pueden contaminar el medio y causar un daño considerable. Se puede pensar entonces que el aumento en el uso de agroquímicos por la labranza de conservación aumenta las expectativas de contaminación ambiental, sin embargo si se considera que la causa más grande de contaminación proveniente de la agricultura es la erosión, cuando éste se mueve hacia los ríos, lleva consigo los agroquímicos aplicados en el suelo, tanto herbicidas como fertilizantes. La labranza de conservación, al reducir la erosión, reduce la salida de agroquímicos de las parcelas. Los herbicidas y fertilizantes permanecen donde se les necesita (González, 1990).

Uno de los retos del sistema de labranza de conservación es la búsqueda de esquemas de control de malezas, plagas y fertilización que minimicen el uso de agroquímicos. Se conocen sistemas tradicionales de producción de cultivos que han logrado mantener los insumos externos a un nivel mínimo. La labranza de conservación acerca a la posibilidad de combinar la reducción de labranza con el uso racional de los agroquímicos a través de la racionalización de las prácticas agrícolas, con el objeto de minimizar no sólo el deterioro ambiental, sino también en gran medida reducir los costos de producción (Espino, 1992).

2.3.6. El cultivo de sorgo bajo el sistema de labranza de conservación.

El sorgo se cultiva tradicionalmente tanto bajo riego como de secano en numerosas áreas del país. Este cultivo tiene una tolerancia mayor al calor y la sequía que el maíz y presenta ventajas y desventajas en comparación con éste. Algunas de las desventajas del sorgo según Ortiz 1992, en sistemas de no labranza incluyen:

1. Precios más bajos en el mercado para el grano.
2. Menor rendimiento potencial en ambientes adecuados durante los primeros ciclos de producción.
3. Menor número de programas de herbicidas disponibles.
4. No se adapta favorablemente a zonas frías.

Las ventajas del sorgo en sistemas de no labranza incluyen:

1. Se requieren pocas modificaciones para sembrarlo con una sembradora múltiple (aunque la densidad de siembra es difícil de ajustar adecuadamente).
2. Se puede utilizar el equipo para cosechar granos pequeños con pocas modificaciones.
3. Se tiene una mejor competencia con las malezas en la estación final de crecimiento del cultivo por la cobertura sobre la superficie del suelo.
4. Mayor resistencia al calor y a la sequía gracias al mantillo formado sobre la superficie y a la poca movilización del suelo.
5. Menos problemas con enfermedades en rotaciones con granos pequeños.

En el caso específico del Municipio de Yecapixtla, Morelos la labranza de conservación originalmente propuesta por FIRA en 1991 ha manifestado cambios importantes, debido entre otras causas a la vocación agropecuaria de la región, en donde la incorporación de al menos un 30% de los residuos ha sido limitada, ya que se empaca el 90% de la planta una vez que el grano ha sido cosechado para el alimento de ganado vacuno.

Así mismo la fertilización nitrogenada basada primordialmente en sulfato de amonio ha ido acidificando los suelos y la baja en rendimientos son producto de cambios en el pH a la baja de acuerdo a los tipos de suelos y la presencia o ausencia de lluvias, presentándose la mayor productividad en suelos de textura pesada en temporales escasos o moderados o en suelos de textura media en temporales abundantes, todo ello condicionado al adecuado control de malezas y a la incorporación oportuna y balanceada de los fertilizantes sobre todo nitrogenados fosfóricos y potásicos, aunque en recientes análisis de suelos efectuados por algunos agricultores de la localidad se les recomienda la adición de zinc y fierro manifestándose ya en algunas parcelas la deficiencia de éstos micronutrientes. Así mismo, es importante el señalamiento de la incorporación de materia orgánica sobre todo en los suelos de textura media a ligera para incrementar su fertilidad expresada en capacidad de retención de nutrientes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Descripción del sitio.

La evaluación se efectuó en el municipio de Yecapixtla en el estado de Morelos, ubicado a los 18°53' latitud norte y 98°52' longitud oeste, en los campos ejidales Zahuatlán, Libramiento, Yecapixtla, Quebrantadero y Axochiapan a una altura sobre el nivel del mar promedio de 1700 m y una precipitación anual total de 1100 mm.

De acuerdo con García, 1988, el clima de la zona corresponde a un semicálido húmedo con lluvias en verano con temperatura media anual mayor de 18°C y de 22°C para el mes más caliente y de poca oscilación termal.

Los suelos según el INEGI en su carta edafológica de 1983 son migajón-arcillo-arenoso del tipo de los regosol dúctico más vertisol pélico de clase textura fina, con una conductividad eléctrica menor a 2 mmhos/cm y pH 6.0 ligeramente ácido. Sin embargo, en las parcelas evaluadas los suelos varían en su clase textural de media a pesada. El terreno es una superficie plana a ligeramente ondulada con una pendiente del 5% sin problemas de pedregosidad.

Los productores cooperantes fueron 10, ubicados en 11 diferentes campos dentro del municipio de Yecapixtla. Los diez agricultores hacen uso del sistema de labranza mínima, sólo dos de ellos hacen incorporación de residuos de cosecha y el resto empaca el rastrojo para alimento de rumiantes.

Cada parcela presenta características desiguales en cuanto al tipo de suelo: pendiente, pedregosidad, capacidad para retener humedad o drenar los excesos. Así mismo, tres de las parcelas (Lidio Ramos, Agua Zarca; Arnulfo González, Calalpa; Servando Ramos, Calalpa) se ubican al extremo nororiente del municipio cuya cercanía al volcán Popocatepetl interacciona con el medio disminuyendo las temperaturas de 1-2°C y produciéndose mayor humedad en comparación con las demás parcelas.

Aunado a lo anterior, cada parcela tiene como factor de variación el manejo particular del cultivo en cuanto al manejo de la maquinaria se refiere, ya que cada productor de acuerdo a su conocimiento sobre su propio terreno, siembra a determinada profundidad y densidades de siembra ya que las sembradoras usadas no son de precisión.

Cada productor siembra de manera tradicional D-65, Ambar u 8418, en éste caso se empleó D-65 como testigo con superficies que varían de cinco hasta 13 hectáreas, en tanto que se les obsequió semilla de XM-416 suficiente para 3 hectáreas a cada productor para ésta evaluación.

3.2. Descripción del híbrido a evaluar.

De acuerdo a la información proporcionada por la empresa comercial, el híbrido XM-416 que se evaluó debe presentar las siguientes características:

✓ Características XM-416.

Altura de planta:	1.35-1.45 m.
Color de grano:	Bronceado.
Resistencia al acame:	Muy buena.
Días a cosecha:	140-150
Reacción al tizón de la panoja:	Resistente.
Reacción al tizón de la hoja:	Resistente.
Reacción al carbón de la espiga:	Tolerante.
Reacción a la antracnosis:	Tolerante.
Densidad de siembra:	14 kg/ha
Tipo de panoja:	Compacta.
Altura de la excersión:	30 cm.

Otra observación es que cuando el grano está completamente maduro y listo para cosechar, la planta aún conserva su verdor para forraje si fuera necesario. Además, está ampliamente recomendado para la zona occidente y centro del país, en éste caso, para Morelos.

✓ *Características D-65.*

Altura de planta:	1.20-1.30 m
Color de grano:	Rojo
Resistencia al acame:	Muy resistente.
Días a cosecha:	130-145 días.
Reacción al tizón de la panoja:	Resistente.
Reacción al tizón de la hoja:	Tolerante.
Densidad de siembra:	14 kg/ha
Tipo de panoja:	Abierta.
Altura de la excursión:	15 cm.

3.3. Establecimiento de la parcela.

3.3.1. Siembra y primer fertilización.

La siembra se efectuó a partir del día 28 de junio del 2002 mediante el empleo de una sembradora mecánica tipo "Z" específica para labranza mínima, la cual en un solo paso coloca la semilla y aplica la mezcla de fertilizantes. En este caso, no se efectuó ninguna labor previa de remoción de suelo, como el surcado. Las hileras de siembra se tiraron a 70 cm de separación entre una y otra.

Previo a la siembra, la semilla fue tratada con carbofurán tratamiento semilla a razón de 500 ml por cada 20 kilogramos de semilla a emplear, por lo cuál se utilizan 1.500 ml de carbofurán

para tratar 60 kg de semilla mezclándola con el producto homogéneamente y dejándola secar a la sombra por 3 horas.

La fórmula fertilizante a la siembra fue 56-92-90 N-P-K empleándose como fuentes de fertilizante y cantidades a las siguientes para cada hectárea:

2 bultos de sulfato de amonio.

3 bultos de cloruro de potasio.

3 bultos de fosfato diamónico.

Los bultos fueron mezclados en el campo para una distribución lo más homogénea posible, y se emplearon 25 kilos de ésta mezcla por cada tolva para calibrar el gasto por hectárea, después de contar el número de surcos en el terreno.

En el caso de la semilla, las tolvas tuvieron platos de 42 orificios con engranes delanteros de 10 dientes para tirar 15 kilogramos por hectárea aproximadamente.

3.3.2. Aplicación de herbicidas.

Dos días después de la siembra, se aplicaron los herbicidas para control de malezas del complejo hoja ancha y hoja angosta, por una parte la sal isopropilamina de glifosato que es un herbicida sistémico no selectivo que permite eliminar por completo las malezas a las que se aplica, por lo cual debe ser aplicado previo a la aparición del cultivo. Este se empleó a razón de 4 litros por hectárea disueltos previamente en un bote de plástico después de la aplicación de 500 ml de un adyuvante que también acidifica el agua y promueve la rápida absorción del herbicida, es decir es un penetrante.

En ésta misma aplicación se incorporaron 3 litros por hectárea de un “sellador” herbicida a base de atrazina y terbutrina que impide la germinación de nuevas semillas de malezas con lo que se retrasa la aparición de una nueva generación de las mismas.

Estos productos se aplican con una aspersora de 400 litros con aguilón de 12 boquillas, a una presión de 25 psi volumen que alcanza a cubrir aproximadamente una superficie de dos hectáreas.

3.3.3. Segunda fertilización.

A los 45 días se aplicó la dosis restante de nitrógeno para completar una fórmula 134-92-90 en todas las parcelas con XM-416, en éste caso se emplearon como fuentes las siguientes para una hectárea:

6 bultos de sulfato de amonio.

1 bulto de fosfonitrato.

Tres productores: Angel Espino, Yecapixtla; Mauro Santanero, Axochiapan y Ezequiel López del campo Libramiento no aplicaron segunda fertilización en sus parcelas con D-65 ya que decidieron que los estragos de la sequía había afectado gravemente sus parcelas y no redituaría la aplicación de fertilizante sobre todo por la falta de humedad.

3.3.4. Aplicación de insecticidas.

Debido a la presencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* L.) fue necesaria la aplicación de Clorpirifos a una dosis de 1 litro por hectárea con una concentración de ingrediente activo de 480 gr/litro, haciendo uso de la aspersora mecánica.

3.3.5. Cosecha.

La cosecha del grano en las parcelas inició el 5 de noviembre y concluyó el 18 de noviembre con trilladora mecánica convencional. Se pesa el grano cosechado por parcela en básculas de 100 toneladas después de tarar los camiones que lo transportan y entonces se promedia el tonelaje total entre la superficie trillada para obtener el rendimiento por hectárea.

En cuanto al empacado del rastrojo éste se efectuó hasta la primera semana del mes de enero del 2003.

3.3.6. Parámetros de evaluación.

En cuanto a la adopción de la labranza de conservación en el municipio de Yecapixtla, se elaboró un cuadro comparativo de costos de producción entre un sistema de labranza tradicional y el de labranza mínima efectuado en la región, se analizaron costos y la disponibilidad de mano de obra para la ejecución de las actividades.

Para la evaluación del híbrido de sorgo XM-416 se consideró al rendimiento como parámetro principal de adaptación, ya que si el material responde a las exigencias mínimas de producción promedio de la zona (6.0 ton/ha) es potencialmente recomendable para su cultivo en la región. Se compararon los rendimientos por hectárea en cada parcela utilizando al rendimiento de D-65 como el 100% a partir del cual mediante una regla de tres se obtuvo el porcentaje comparativo contra XM-416.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En cuanto a los costos de cultivo, a continuación se presenta un cuadro comparativo entre el sistema tradicional y el de labranza mínima, que se elaboró con base en datos actualizados.

Cuadro 2. Costo de producción del cultivo del sorgo en el ciclo Primavera – Verano 2002, bajo el sistema tradicional.

Concepto	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Importe
Preparación del terreno				
Barbecho	Hectárea	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Rastreo	Hectárea	1	350.00	350.00
Siembra				
Surcado y siembra	Hectárea	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Semilla	kg	20	30.00	600.00
Carbofurán (tratam. semilla)	Litro	0.500	240.00	120.00
Fertilización				
Sulfato de amonio	Saco 50 kg	9	\$ 70.00	\$ 630.00
Superfosfato de calcio simple	Saco 50 kg	1.5	130.00	195.00
Aplicación	Jornal	2	100.00	200.00
Control de malezas				
Gesaprim	Litro	3	\$ 120.00	\$ 360.00
Aplicación	Jornal	2	100.00	200.00
2-4 D Amina	Litro	2	60.00	120.00
Aplicación	Jornal	5	100.00	500.00
Otros gastos				
Tratam. semilla, mezcla fertilizante, etc.	Jornal	3	\$ 100.00	\$ 300.00
Cosecha	Hectárea	1	\$ 450.00	\$ 450.00
Acarreo	Tonelada	6	50.00	300.00
Costo total				\$5325.00
Rendimiento esperado 6.0 Ton	Precio por tonelada			\$7500.00
	\$1250.00			

Cuadro 3. Costo de producción del cultivo del sorgo en el ciclo Primavera – Verano 2002, bajo el sistema Labranza Mínima.

CONCEPTO	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Importe
Control de malezas previo a la siembra				
Herbicida (Glifosato)	Litro	4	\$ 70.00	\$ 280.00
Adherente	Litro	0.25	70.00	20.00
Aplicación	Jornal	2	200.00	200.00
Siembra mecanizada				
Surcado, siembra y fertilización	Hectárea	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Semilla	kg	20	30.00	600.00
Carbofurán (tratamiento semilla)	Litro	0.500	240.00	120.00
Fertilización				
Sulfato de amonio	Saco 50 k	9	\$ 70.00	\$ 630.00
Superfosfato de calcio simple	Saco 50 k	1.5	130.00	195.00
Control de maleza				
Gesaprim	Litro	3	\$ 120.00	\$ 360.00
2-4 D amina	Litro	2	60.00	120.00
Aplicación	Jornal	2	100.00	200.00
Control de maleza dirigido (Glifosato)	Litro	1.5	70.00	105.00
Aplicación	Jornal	1	300.00	300.00
Control de plagas				
Arrivo	Litro	0.250	\$ 320.00	\$ 80.00
Aplicación	Jornal	2	100.00	200.00
Otros gastos				
Tratamiento de semilla, mezcla fertilizante, etc	Jornal	3	\$ 100.00	\$ 300.00
Cosecha	Hectárea	1	\$ 450.00	\$ 450.00
Acarreo	Tonelada	6	50.00	300.00
Costo total				\$ 4960.00
Rendimiento esperado 6.5 Ton		Precio/Ton	\$1250.00	\$ 8125.00

Como se observa, existe una diferencia importante en los costos de producción de ambos sistemas de cultivo, si tomamos en cuenta que la superficie producida por cada agricultor de Yecapixtla es en promedio de 25 has marcándose una disminución importante en los costos

del sistema de labranza de conservación comparados con los que se realizan con la labranza tradicional. Por otra parte, la productividad de ambos sistemas también se diferencia al haber un menor rendimiento en la labranza tradicional, lo que se explica por el aumento en la población de malezas al remover el suelo lo cual obliga a contratar mano de obra para el control de la maleza que debe ser químico o mecánico haciendo uso del tractor y su implemento agrícola, incrementando aún más la compactación del suelo y con ello también los costos de producción.

Así mismo, la problemática creada ante la necesidad de contratar mano de obra se acrecenta con la falta de jornaleros, ya que debido a las existencias en el Municipio de Yecapixtla de dos fábricas de textiles así como la contratación mejor remunerada de empleados por parte de los cecineros (actividad importante en el lugar) se agudiza el problema para los agricultores, ya que además de que es difícil encontrar la mano de obra, carecen ya del conocimiento de cómo efectuar la labor y la mano de obra existente se encarece durante la época de mayor actividad agrícola.

Por otra parte se debe reconocer que en cuanto al seguimiento de la filosofía del sistema productivo de labranza de conservación, en el Municipio se ha dejado a un lado la incorporación de al menos el 30% de los residuos de cosecha, puesto que al ser una zona agrícola-ganadera se recoge el 90% de los esquilmos después de la cosecha de grano, siendo empacados para su almacenamiento y posterior suministro a los hatos durante la época de estiaje, e incluso en algunos casos además de haberse empacado el mayor porcentaje de rastrojo, se permite la entrada de ganado a los campos para que se alimenten de la pata de sorgo que queda en el terreno, con lo cual los suelos quedan totalmente desprotegidos pierden sus niveles normales de materia orgánica y aquellos que se encuentran en terrenos de pronunciada pendiente están expuestos a la erosión eólica. En tanto que la pérdida de fertilidad se hace manifiesta ante la creciente necesidad de incorporar dosis altas de fertilizantes comparativamente con las que se aplicaban hace casi diez años cuando se inició la adopción del sistema de cultivo de labranza mínima y a que no existe rotación alguna de cultivos por las características de escaso temporal.

4.1. Rendimientos obtenidos por los híbridos de sorgo XM-416 y D-65

En el cuadro 4, se observan los rendimientos de grano obtenidos por los híbridos de sorgo XM-416 y D-65 en diferentes parcelas del Estado de Morelos, en particular en localidades cercanas al Municipio de Yecapixtla para el Ciclo de Producción P-V 2002, que se caracterizó por presentar un fenómeno de sequía que afectó varios Municipios del Estado teniendo un menor grado de afectación Yecapixtla, aunque hubo algunas zonas del mismo municipio que por su orografía fueron más o menos beneficiadas por las lluvias, así como también se manifestaron las ventajas de suelos pesados que retuvieron mayor humedad que los suelos ligeros ya que en éstos últimos prácticamente no hubo producción.

Siendo un parámetro no considerado al inicio del presente trabajo, los resultados de producción aquí presentados permitieron evaluar al híbrido XM-416 en su tolerancia a la sequía, más adelante se muestra el análisis correspondiente, sólo se hace hincapié en que los resultados obtenidos se encuentran alterados por dicho fenómeno inesperado.

La información se presenta especificando la superficie de cada uno de los lotes de producción donde se puede confirmar que el tamaño del predio fue desde una hectárea hasta cinco hectáreas, lo cual le da valor a la validación al tener carácter netamente comercial y recibir el manejo tal como se efectúa en el lugar por los agricultores, sólo se adecuaron las dosis de fertilización para todas las parcelas esperando obtener un mayor rendimiento que el promedio de la zona de 6.5 ton/ha.

En promedio en los lugares donde se obtuvo producción de grano, XM-416 produjo 7.6 ton/ha en comparación con D-65 que obtuvo 6.8 ton/ha. En este sentido XM-416 fue superior en un 15.2% lo que indica que XM-416 tuvo una mejor respuesta es su tolerancia a la sequía y gracias a la característica genética de una excursión más larga que logró emerger totalmente del tallo para una buena producción de grano, tuvo ventajas comparativas en ése sentido con el testigo D-65 de excursión más corta.

En la localidad de Agua Zarca se obtuvo el rendimiento más elevado con 9.7 ton/ha con XM-416 en comparación con 6.5 ton/ha del híbrido D-65, el cual fue superado en 49.2 % tal como se puede observar en los siguientes cuadros.

Cuadro 4. Resultados del rendimiento de sorgo grano en la validación del híbrido de sorgo XM-416 con respecto al testigo D-65 en diferentes ambientes de Yecapixtla, Morelos.

Productor	Campo	Superficie sembrada ha	Rendimiento Total ton	Rendimiento ton/ha XM-416	Rendimiento ton/ha D-65
Flavio Segura	El Indio	5.5	44.5	8.1	6.8
Angel Espino	Yecapixtla	3	21	7.0	0
Ezequiel López	Libramiento	2.5	20	8.0	5.5
Arnulfo González	Calalpa	3	25	8.3	6.2
Lidio Ramos	Agua Zarca	3.0	29	9.7	6.5
Servando Ramos	Zahuatlan	1.0	6.2	6.2	6.4
Servando Ramos	Calalpa	3.0	22	7.3	6.9
Mauro Santanero	Axochiapan	2.0	9.8	4.9	0
Miguel Urzúa	Quebrantadero	5.0	40	8.0	7.5
Javier Figueroa	Coatlán del Río	3.0	22.5	7.5	7.4
José Castro Cuevas	Chavarría	3.0	27.5	9.2	7.8
Media		2.9	22.9	7.6	6.8

En el cuadro 5 se observa la comparación del híbrido con respecto al testigo en porcentaje, para cada una de las localidades donde fue validado.

Cuadro 5. Comparación del híbrido XM-416 con el testigo D-65 en porcentaje.

Productor	Campo	Rendimiento ton/ha XM-416	Rendimiento ton/ha D-65	% respecto testigo
Flavio Segura	El Indio	8.1	6.8	119.1
Angel Espino	Yecapixtla	7.0	0	100
Ezequiel López	Libramiento	8.0	5.5	145.4
Arnulfo González	Calalpa	8.3	6.2	133.8
Lidio Ramos	Agua Zarca	9.7	6.5	149.2
Servando Ramos	Zahuatlan	6.2	6.4	96.8
Servando Ramos	Calalpa	7.3	6.9	105.7
Mauro Santanero	Axochiapan	4.9	0	100
Miguel Urzúa	Quebrantadero	8.0	7.5	106.7
Javier Figueroa	Coatlán del Río	7.5	7.4	101.3
José Castro Cuevas	Chavarría	9.2	7.8	117.9
Media		7.6	6.8	115.2

Los resultados obtenidos muestran una mayor resistencia del híbrido XM-416 sobre el material D-65 en condiciones de escasa precipitación pluvial como las que se presentaron en el Estado de Morelos el año 2002.

Así podemos notar que en el caso del campo denominado Yecapixtla el rendimiento de XM-416 fue de 7.0 ton/ha en tanto que para D-65 no hubo recolección de grano dado que el productor al observar los estragos que la sequía estaba ocasionando en éste material, no efectuó ningún control de maleza postemergente, tampoco controló ataque de *Spodoptera frugiperda* L. ni aplicó segunda dosis de fertilización, por lo cuál decidió empacar la planta con el grano ya que consideró que no le costaría pagar el paso de la trilladora si cosecha muy poco grano.

En el caso de Axochiapan, ubicado al sur del Estado, dado que fué la zona donde la sequía se agravó aún más, la inflorescencia de D-65 no alcanzó a emerger del tallo quedando dentro de la planta con una pérdida total de la parcela en cuanto a grano se refiere, ya que la parcela tal cual fue “empacada” para la alimentación del ganado.

Cabe mencionar que en 7 de los sitios de evaluación los resultados de producción se vieron alterados debido a que los productores decidieron no aplicar oportunamente la segunda fertilización ante la ausencia de precipitaciones, esperando 15 días más la presencia de lluvias por lo que los resultados de mayor rendimiento para XM-416 en éstos casos mostraron ventaja debido a que el ciclo de éste fue 12 días más largo que el de D-65 mismo que se acortó al iniciar la floración 5 días antes de lo esperado precisamente por la ausencia de lluvias, lo cuál no ocurrió con XM-416.

En los demás casos podemos hacer notar que las pocas lluvias que cayeron este año se presentaron erráticas, por lo que en campos como el de “Libramiento” y “Agua zarca” que recibieron más lluvias y que las parcelas de XM-416 y D-65 se encontraban en suelos de textura franco-arcillosa fue donde se presentaron los mejores rendimientos con respuesta favorable a la fertilización aplicada.

Sin embargo, en términos generales los rendimientos fueron aceptables quedando por arriba del promedio general de producción en el municipio indicado por el INIFAP de 6.5 ton/ha.

5. CONCLUSIONES.

Con base en los objetivos e hipótesis planteados, los resultados obtenidos permiten establecer las siguientes conclusiones:

1. El híbrido de sorgo XM-416 resultó superior al híbrido D-65 en producción de grano en el ciclo primavera-verano-2002, destacando su comportamiento con relación a tolerancia a la sequía.
2. Con respecto a las características fenotípicas de los materiales, la altura de la excursión que para el caso de XM-416 resultó ventajosa al tener ésta demasiado larga (20-30 cm), ya que en el sitio denominado Axochiapan, la excursión de D-65 al ser más corta genéticamente, y estar expuesta al estrés por sequía, no alcanzó a emerger la inflorescencia, lo cual se observó en varios materiales de otras empresas tales como Pioneer., con lo cuál no hay producción de grano, además que al momento de cosechar el grano está libre de impurezas.
3. Una ventaja importante para los productores agropecuarios es que XM-416 conserva su verdor después de que el grano ha sido cosechado, lo que puede significar para los ganaderos el suministro de un forraje henificado de mejor calidad que el de D-65.
4. En relación a las características del sistema de producción de labranza de conservación inicialmente adoptado por los productores de Yecapixtla, se puede mencionar que en el aspecto de tecnología aplicada actualmente el sistema no es aplicado correctamente al no efectuar la incorporación de residuos de cosecha por lo que se afirma que se realiza un sistema de labranza mínima no de conservación.
5. Este sistema de labranza mínima se ha adoptado ante la carencia de mano de obra y las necesidades de disminuir costos de producción más que con la conciencia de conservar el recurso suelo.

6. Al adoptar el sistema de producción de labranza mínima, los productores de cinco de los sitios con D-65 tuvieron desventaja sobre XM-416 al no haber efectuado el segundo control de malezas, siendo por ello afectados negativamente los rendimientos. Esto permite mostrar que para el caso de un 85% de la superficie cultivada de Yecapixtla. Morelos, aunque es recomendable la labranza mínima por las características físicas de los terrenos, así como por la escasez de mano de obra para las labores del campo, es sumamente importante el control de malezas, ya que de no ser así el sistema de producción no tendrá buenos resultados.

7. XM-416 presentó buena adaptación a los once ambientes en que fue establecido, sin embargo es necesario evaluar su respuesta ante temporales con buena y regular precipitación, ya que se requiere conocer con detalle su nivel de respuesta dado que otros materiales ante lluvias abundantes expresan menor rendimiento de grano, cabe aclarar que para el presente trabajo, XM-416 mostró respuesta positiva, por lo que sería favorable su evaluación por parte del INIFAP para lograr su recomendación por parte del SNICS en otras regiones del país.

6. Al adoptar el sistema de producción de labranza mínima, los productores de cinco de los sitios con D-65 tuvieron desventaja sobre XM-416 al no haber efectuado el segundo control de malezas, siendo por ello afectados negativamente los rendimientos. Esto permite mostrar que para el caso de un 85% de la superficie cultivada de Yecapixtla. Morelos, aunque es recomendable la labranza mínima por las características físicas de los terrenos, así como por la escasez de mano de obra para las labores del campo, es sumamente importante el control de malezas, ya que de no ser así el sistema de producción no tendrá buenos resultados.

7. XM-416 presentó buena adaptación a los once ambientes en que fue establecido, sin embargo es necesario evaluar su respuesta ante temporales con buena y regular precipitación, ya que se requiere conocer con detalle su nivel de respuesta dado que otros materiales ante lluvias abundantes expresan menor rendimiento de grano, cabe aclarar que para el presente trabajo, XM-416 mostró respuesta positiva, por lo que sería favorable su evaluación por parte del INIFAP para lograr su recomendación por parte del SNICS en otras regiones del país.

6. BIBLIOGRAFÍA.

Allmaras, R.R., P.W. Unger and D.E. Wilkins. 1985. Conservation tillage systems and soil productivity. In: R.F. Follewt and B.A. Stewart (Eds.) Soil Erosion and crop productivity. Am. Soc. Agron. Madison WI. Pp.357-412.

Amante O., A. 1989. Variabilidad espacial y temporal de la erosión eólica. Estudio de Caso. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 174 p.

ASAE. 1982. Terminology and definitions for soil tillage and soil-tool relationships. Agricultural Engineers Yearbook. St. Joseph, MI pp. 258-260.

Baldovinos de la Peña, G. 1966. El desarrollo fisiológico y el rendimiento de cosechas. Segunda edición México, Escuela Nacional de Agricultura. Pp. 125-230

Cabrera C., F. 1988. Algunos criterios para evaluar los sistemas de labranza aplicados a dos suelos de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 140 p.

Campos H., A. 2001 Transferencia de tecnología para productores de sorgo en el Estado de Morelos. Informe Técnico 2000. Campo Experimental Zacatepec Morelos, México. 8 p.

Cruz G., J. y N. Chávez A. 1986. Estudio de tres métodos de labranza (convencional, mínima y cero) en siete asociaciones de suelo en el área de influencia Chapingo. Tesis Profesional Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 120 p.

Doggett H. 1988. Sorghum. Longman Group UK Limited. United Kingdom. pp. 58-165.

Espino Ch., C. 1992. Evaluación financiera del sorgo bajo el sistema de labranza tradicional y de conservación. Tesis Profesional Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 85 p.

Figueroa S., B. 1982. La investigación en labranza en México. Memorias del XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México, D.F. pp. 34

Figueroa S., B. y Morales, F. F. 1999. Análisis de los sistemas de labranza en México. Memoria del XVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Oaxaca, Oax. Pp: 25-45

Figueroa S. B. y Morales, F. F. 1999. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. Colegio de Postgraduados, México.

Flores R. M. 1994. Rentabilidad de la producción de sorgo con el sistema de labranza de conservación y tradicional. Tesis profesional Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 85 p.

FIRA, 1992. Boletín Informativo No. 240 Vol. XXIV FIRA Banco de México. Análisis de productividad y rentabilidad para siete cultivos básicos. México. 25 p.

García M., E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía UNAM pp. 9-53, 146.

González R., L. 1990. Boletín Informativo No. 222 Vol. XXIII FIRA Banco de México 41 p.

González R. L., L. 1996. Boletín Informativo No. 286 Vol. XXIX FIRA Banco de México. Situación actual y perspectivas de la producción de granos. 40 p.

Herrera S. A. 1993. La fertilización foliar con macronutrientes y sustancias húmicas en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), como complemento a la edáfica. Tesis de Licenciatura. Chapingo. Méx. 74 p.

Ibar A. L. 1984. El sorgo: su cultivo y aprovechamiento. Aedos ed. Barcelona España. 169 p.

Jasso Ch. C. 1985. Influencia de algunos sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo, producción de materia seca y extracción de nitrógeno en sorgo bajo condiciones de temporal. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 133 p.

Kocher, F. 1989. Boletín Informativo No. 196 Vol. XXI FIRA Banco de México. Definición de Labranza de Conservación. 35 p.

Kocher, F. 1990. Boletín Informativo No. 221 Vol. XXIII FIRA Banco de México. Labranza de Conservación. México. 60 p.

Mannerling J.V. and C.R. Fenster. 1983. What is conservation tillage?. J. Soil Water Cons. USA 38:141-143

Ortiz, B. J. 1992. Análisis financiero del sorgo (*Sorghum vulgare* var, Bicolor) bajo el sistema de labranza tradicional y de conservación en el ejido de Atotonilco, Mor. Tesis Profesional Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. pp: 25-38

PIFSV, 1988. Producción y manejo de semillas. Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal. SARH Tamaulipas, México pp: 22-44

PLM Ediciones, 2002. Diccionario de Especialidades Agroquímicas, México, D.F. pp: 1162 y 1366

Robles A. L. 1995. Costos de producción de sorgo (*Sorghum vulgare* var. bicolor) de temporal en los municipios de San Fernando y Reynosa Tamaulipas Ciclo O-I 1992-1993. Tesis de Ingeniería. UAAAN. pp: 6-30

SAGAR 1999. Variedades recomendadas de los principales cultivos con indicaciones para las épocas de siembra y cosecha. Ciclo Primavera-Verano 1998. Boletín técnico Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México, D.F. pp. 103-105

SAGAR 2000. Estadísticas de Producción en el año agrícola. Delegación en el Estado de Morelos. Subdelegación de Agricultura; Jefatura del Programa de Fomento Agrícola.

SAGARPA 2001. Estadísticas Delegación Estatal de Morelos.

Zazueta Z. G. 1984. Influencia de los sistemas de labranza y obras de conservación en la productividad de los suelos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. Pp: 60-125