



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE OCHO VARIEDADES DE  
TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN UN VERTISOL CULTIVADO CON  
PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**P R E S E N T A**

**FELIPE ÁNGELES ORDÓÑEZ**

**ASESOR DE TESIS: DR. AURELIO BÁEZ PÉREZ**

**CO-ASESOR: DR. SALVINO EDVINO VEGA ROJAS**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

U.N.A.M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
ASUNTO: **VOTO APROBATORIO**



**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE**

**ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

**Evaluación de la productividad de ocho variedades de trigo (*Triticum aestivum*, L.) en un vertisol cultivado con prácticas de agricultura de conservación.**

Que presenta el pasante: **FELIPE ÁNGELES ORDÓÑEZ**  
Con número de cuenta: **8527681-9** para obtener el Título de: **Ingeniero Agrícola**

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

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"**  
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de abril de 2014.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	Dr. Salvino Edvino Vega Rojas	
<b>VOCAL</b>	M.E. Elva Martínez Holguín	
<b>SECRETARIO</b>	Dr. Carlos Gómez García	
<b>1er SUPLENTE</b>	Dr. Gustavo Mercado Mancera	
<b>2do SUPLENTE</b>	M.I. Martha Elena Domínguez Hernández	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

IHM/yrf

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo es producto del proyecto: “Agricultura conservacionista para el valle Morelia-Queréndaro con enfoque participativo en investigación, transferencia y asistencia tecnológica”. Fue financiado por la COFUPRO Unidad Operativa Michoacán.

Agradezco al INIFAP, Campo Experimental Bajío por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo

Agradezco a los productores del valle Morelia-Queréndaro, en especial al señor Ricardo Vega Ayala por su cooperación en la generación de esta importante información.

Agradezco la colaboración a los técnicos de campo, Ing. Jorge Octavio García Santiago y Helios Escobedo Cruz; y a los estudiantes del Instituto Tecnológico de Roque: Celina Platanero Laguna, Maricela Marroquín Guerrero y Luz María Barajas González por el apoyo prestado para la realización del presente trabajo

Agradezco al Dr. Aurelio Báez Pérez por la dirección de la tesis, por todos sus conocimientos transmitidos, por su apoyo incondicional sin el cual no hubiera sido posible materializar este proyecto y por ser un ejemplo de superación. Gracias eternas por tu amistad.

Agradezco al Dr. Salvino Edvino Vega Rojas por la revisión, sugerencias y excelentes consejos para mejorar este trabajo de tesis.

Agradezco al Dr. Diego Flores Sánchez por la traducción al inglés del resumen.

Agradezco a los miembros del jurado: M.E. Elva Martínez Holguín, Dr. Carlos Gómez García, Dr. Gustavo Mercado mancera y M.I. Martha Elena Domínguez Hernández, por sus valiosas aportaciones que enriquecieron el presente trabajo

Agradezco a Dios, por todas las bendiciones que me ha dado, por darme la vida y encaminarla con rectitud.

## DEDICATORIA

A mi señora madre Elena Ordóñez Díaz, quien es un ejemplo de amor, sacrificio y generosidad y a la memoria mi padre Lic. Teódulo Ángeles Zurita.

A mi esposa Juana Yebra Mosqueda, quien ha sido un pilar en mi vida con su alegría, fortaleza y amor incondicional, gracias mi amor por ser la persona que me ha motivado todos los días para ser mejor.

A mis hijas Ivonne Itzel y Brenda Vanessa, dos luceros que brillan con luz propia y son el motor que me ha impulsado a continuar superándome y dar lo mejor de mí en todos los proyectos que he realizado desde que llegaron a mi vida.

A mis hermanos Gonzalo, Haydé, José Trinidad y Dinha Irene, por ser ejemplos de superación.

A la Lic. Jazmin Reyes Valencia, por todo el apoyo que me brindó para poder hacer realidad este trabajo.

## RESUMEN

Se evaluó el potencial productivo de ocho variedades comerciales de trigo en el valle Morelia-Queréndaro, Michoacán. El estudio se realizó bajo condiciones de riego y con la implementación de prácticas de agricultura de conservación, las cuales se fundamentan en la siembra sobre una cobertura de residuos de cosecha en forma de mantillo en la superficie del suelo y la mínima remoción del mismo. El ensayo se estableció durante el ciclo otoño-invierno 2010-2011 en el sitio conocido como “La Tepacua”, del municipio de Indaparapeo, Michoacán. Se sembraron en camas de 1.6 m de ancho las siguientes variedades de trigo: Triunfo F2004, Josecha F2007, Maya S2007, Monarca F2007, Norteña F2007, Altiplano F2007, Roelfs F2007 y Salamanca S75. La parcela donde se estableció el experimento llevaba seis ciclos agrícolas bajo el sistema de labranza de conservación con la adición del 100% de los residuos de cosecha, en forma de mantillo, sobre la superficie del suelo (trigo durante el otoño-invierno y maíz o sorgo durante primavera-verano). La dosis de siembra fue de 180 kg de semilla ha<sup>-1</sup>. La dosis de fertilización de N-P-K fue de 60-30-00. Se realizaron cuatro riegos: uno a la siembra y tres más de auxilio a los 40, 70 y 95 días después del primer riego. El diseño experimental fue en bloques al azar con 3 repeticiones. El mayor rendimiento de trigo se obtuvo con la variedad Monarca F2007, la cual tuvo los granos más pesados y alcanzó un rendimiento de 9.5 t ha<sup>-1</sup>. Le siguieron las variedades Josecha F2007 y Maya S2007, con una producción de 9 t ha<sup>-1</sup>. La utilidad para el productor con el uso de estas variedades puede incrementarse significativamente, porque el costo de producción en el sistema de labranza de conservación es al menos 30% menor, respecto a la inversión que requiere el sistema de labranza convencional. En el presente ensayo, el productor tuvo una utilidad aun mayor, ya que solamente aplicó 60 unidades de nitrógeno en los tratamientos, es decir, 25% de la dosis de fertilización que se emplea comúnmente en la región para el cultivo de trigo, gracias al alto contenido de materia orgánica que tenía el suelo (>4%), lo cual asegura una buena disponibilidad de nutrientes para el cultivo. Lo anterior es lo que se busca con la implementación del sistema de labranza de conservación.

## ABSTRACT

The productive potential of eight commercial varieties of wheat in the Morelia-Queréndaro Michoacán valley was evaluated. The study was conducted under irrigated conditions and the implementation of conservation agriculture practices, which are based on the planting on cover crop residue as mulch on the soil surface and a low removal thereof. The trial was conducted during the autumn-winter season 2010-2011 in the place known as "La Tepacua" Municipality of Indaparapeo, Michoacán. The wheat varieties Triunfo F2004, Josecha F2007, Maya S2007, Monarca F2007, Norteña F2007, Altiplano F2007, Roelfs F2007 and Salamanca S75 were sown in beds of 1.6 m wide and 200 m long. The plot where the experiment was carried out has six agricultural cycles under conservation tillage system with the addition of 100% of crop residues as mulch on the soil surface (wheat during the autumn-winter season and maize or sorghum during spring-summer season). The seeding rate was 180 kg seed ha<sup>-1</sup>. The fertilization rate was 60-30-00 of N-P-K. Four irrigations were performed: at sowing, 40, 70 and 95 days after the first irrigation. The experimental design was a randomized block with 3 replications. The highest yield was obtained with wheat variety Monarca F2007, which had heavier grains and reached a yield of 9.5 t ha<sup>-1</sup>. Followed by the varieties Josecha F2007 and Maya S2007, with a grain yield of 9 t ha<sup>-1</sup>. The income for the producer due to the use of these varieties can be significantly increased because the production costs in the conservation tillage system are at least 30% lower than the conventional tillage system. In this trial, the producer had an even more income since only 60 units of nitrogen were applied in the treatments; it is 25% of the fertilizer rates commonly used in the region for the cultivation of wheat. The high content of soil organic matter (>4%) ensured good availability of nutrients to the crop. This is what is sought with the implementation of conservation tillage systems.

## INDICE

	Página
Agradecimientos .....	i
Dedicatoria .....	iii
Resumen .....	iv
Abstract .....	v
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 El ecosistema .....	4
2.1.1 Explotación del ecosistema .....	5
2.1.2 Agroecosistema .....	5
2.1.3 Estructura de un agroecosistema .....	6
2.2 El suelo como un sistema .....	7
2.3 Agricultura y deterioro de los recursos naturales .....	8
2.4 Productividad .....	9
2.4 Producción de trigo en el Bajío .....	10
2.5 Variedades y tipos de trigo .....	10
2.6 Variedades de trigo para el valle Morelia-Queréndaro .....	12
2.7 Labranza de conservación .....	12
2.8 Labranza de conservación en el valle Morelia-Queréndaro .....	14
III. OBJETIVOS .....	16
IV. HIPOTESIS. ....	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
5.1 Área de estudio .....	17
5.2 Características físicas y químicas de los suelos .....	18
5.3 Manejo agronómico .....	19
5.4 Diseño experimental .....	21
5.5 Descripción de variedades incluidas en el estudio .....	21
5.6 Componentes de rendimiento .....	29
5.7 Componentes de productividad .....	30
5.8 Estudio socioeconómico .....	30

VI. RESULTADOS .....	31
VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	39
VIII. CONCLUSIONES .....	43
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	45
X. ANEXOS .....	50

### INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Descripción de características generales de los trigos en México	12
Cuadro 2. Análisis físico-químico de suelos en cuatro localidades del valle Morelia-Queréndaro 2011 .....	19
Cuadro 3. Historia del manejo agronómico del lote donde se estableció la parcela de validación .....	20
Cuadro 4. Componentes del rendimiento del ensayo de variedades en la Tepacua, Indaparapeo, Michoacán .....	31
Cuadro 5. Costos de producción e ingreso total de las 8 variedades de trigo evaluadas bajo el sistema de labranza de conservación	40

### INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del área de estudio. Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán .....	17
Figura 2. Distribución mensual de temperatura y precipitación de la zona de estudio .....	18
Figura 3. Ensayo de variedades de trigo en “La Tepacua”, Indaparapeo, Michoacán .....	20
Figura 4. Aspecto de la variedad Monarca F2007 .....	22
Figura 5. Aspecto de la variedad Josecha F2007 .....	23
Figura 6. Aspecto de la variedad Maya S2007 .....	24
Figura 7. Aspecto de la variedad Salamanca S75 .....	25
Figura 8. Aspecto de la variedad Triunfo F2004 .....	26
Figura 9. Aspecto de la variedad Altiplano F2007 .....	27
Figura 10. Aspecto de la variedad Norteña F2007 .....	28
Figura 11. Aspecto de la variedad Roelfs F2007 .....	19
Figura 12. Relación entre número de plantas m <sup>-2</sup> y número de tallos m <sup>-2</sup> en ocho variedades de trigo en Indaparapeo, Michoacán .....	32

Figura 13.	Aspecto de la variedad Triunfo F2004 en la etapa de llenado de grano .....	33
Figura 14.	Aspecto de la variedad Monarca F2007 en la etapa de llenado de grano .....	33
Figura 15.	Aspecto de la variedad Josecha F2007 en la etapa de llenado de grano .....	34
Figura 16.	Aspecto de la variedad Norteña F2007 en la etapa de llenado de grano .....	34
Figura 17.	Aspecto de la variedad Maya S2007 en la etapa de llenado de grano .....	35
Figura 18.	Aspecto de la variedad Roelfs F2007 en la etapa de llenado de grano .....	35
Figura 19.	Aspecto de la variedad Altiplano F2007 en la etapa de llenado de grano .....	36
Figura 20.	Aspecto de la variedad Salamanca S75 en la etapa de llenado de grano .....	36
Figura 21.	Rendimiento de grano en ensayo de variedades en “La Tepacua”, Indaparapeo, Michoacán .....	37
Figura 22.	Costo e ingreso total de ocho variedades de trigo en labranza de conservación en la localidad la Tepacua, municipio de Indaparapeo, Michoacán .....	41

## I. INTRODUCCIÓN

El Bajío es la segunda región productora de trigo más importante del país y contribuye con el 28.3% de la producción nacional (SIAP, 2011). Se siembran entre 90 y 95% de trigos harineros, y el resto de trigos cristalinos (Solís *et al.*, 2009b). Entre los principales problemas que afectan la producción de este cereal, está la escasez de agua para riego. En esta región el balance hidráulico subterráneo presenta un déficit de más de 900 millones de m<sup>3</sup> anuales, debido a la sobreexplotación de los acuíferos (más de 17,000 pozos en operación) y a la falta de recarga de éstos, propiciado por las sequías que se han presentado en los últimos años. Lo anterior ocasiona un abatimiento de los mantos freáticos de entre 3 y 6 m año<sup>-1</sup>, lo que implica, además, un aumento en el gasto de energía eléctrica por la extracción del agua subterránea. La eficiencia en el uso del agua, para los cultivos es también influenciada por las diversas prácticas de manejo tales como: rotación, sistema de labranza, tipo de riego, fertilización, tipo de variedades o híbridos, fecha de siembra y otras prácticas agronómicas (Loomis y Amthor, 1999).

El crecimiento y desarrollo agrícola en cualquier parte del mundo ha sido consecuencia en gran medida de la aplicación de nuevas tecnologías de producción que han permitido aumentar la productividad y rentabilidad. Por ello es importante adoptar el uso de mejores tecnologías que se materialicen en la reducción de costos de producción por unidad productiva y que tiendan a la conservación de los recursos naturales, como el agua y el suelo, con la idea de lograr una mejor eficiencia en la relación de insumo producto y en términos financieros para ser competitivo en los mercados locales, nacionales e internacionales.

La agricultura de conservación puede definirse como: la utilización adecuada de la tierra para los fines de producción, buscando aumentar la productividad para

satisfacer las necesidades de la población, evitando, reduciendo y/o controlando los procesos por los cuales ella se degrada, a través del uso de tecnología que sea capaz de cumplir con estos requisitos y adaptada a los sistemas de producción locales. (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Proyecto MAG/FAO GCP/012/NET, 1996).

Haciendo converger los intereses de la producción y de la conservación en un solo proceso tecnológico se pueden promover cambios efectivos y duraderos de uso y manejo de la tierra, adoptando la estrategia de motivar al agricultor por su interés individual: la economía de la producción (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Proyecto MAG/FAO GCP/012/NET, 1996).

Las prácticas de agricultura conservacionista son una opción viable para la mejorar la productividad de granos básicos en el Bajío. La adición de residuos de cosecha en la superficie del suelo, en forma de mantillo, y la conservación de la estructura del mismo, por no removerlo, son dos componentes fundamentales de la labranza de conservación (FAO, 2002). Lo anterior permite el aumento de las reservas orgánicas del suelo y la conservación de la humedad, lo cual es conveniente para el mejoramiento de su fertilidad y la preservación de los recursos naturales. Sin embargo, este sistema de siembra se ha utilizado con reserva por los agricultores del Bajío, como una opción tecnológica viable para reducir costos de producción de cereales, principalmente (Arreola, *et. al.*, 2006; Mora *et al.*, 1999). No obstante, su potencialidad no ha sido aprovechada en su real dimensión, por lo cual existe la necesidad de validar dichas prácticas atendiendo las necesidades de los productores.

En el valle Morelia-Queréndaro algunos grupos de agricultores han adoptado diversas prácticas de labranza de conservación en varias modalidades; sin embargo, demandan más investigación en busca de las mejores opciones para la producción de trigo en ciclo otoño-invierno. Con base en lo anterior surgió la inquietud por saber cuáles son las mejores variedades de trigo, presentes en el mercado, que pueden mostrar mayor potencialidad en la producción de grano bajo el sistema de labranza de conservación. El propósito de este trabajo fue evaluar junto con productores el comportamiento en la producción y la rentabilidad de las principales variedades de trigo presentes en el mercado, durante el ciclo otoño-invierno 2010-2011, bajo condiciones de labranza de conservación.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 El ecosistema

Un ecosistema es un sistema natural compuesto de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat, donde la suma total de elementos físicos, químicos y biológicos actúan recíprocamente (Christopherson, 1994). Está constituido por una serie de componentes principales como: la biosfera, la cual a su vez se compone de unidades fundamentales como un bosque, un estanque o un río. Son comunidades cuyos elementos físicos y biológicos tienen entre sí una interacción constante, que ocupan un área determinada y que considerados en conjunto guardan una independencia relativa y una afinidad considerable. Existen ecosistemas artificiales cuyos límites son muy precisos; tal es el caso de un campo de cultivo, pero los ecosistemas naturales nunca suelen estar tan bien delimitados y no es difícil notar que, en sus límites, las características que les son propias van cambiando gradualmente, estableciéndose así amplias zonas de transición (Arana, 1982).

Un ecosistema se relaciona de tal modo que la modificación de uno de sus elementos implica la alteración de los demás. Las relaciones en los ecosistemas varían según el flujo de energía que va de unos organismos a otros, el reciclaje de sustancias minerales que se incorporan desde el medio a los seres vivos, y vuelven de nuevo al medio con las deyecciones y la descomposición de sus restos. En un ecosistema la energía proviene del exterior, es captada por unos organismos y va pasando sucesivamente a otros, hasta que sale del ecosistema. De todos los elementos químicos generados sólo 20% resultan esenciales para la vida, elementos biogénicos y, se combinan para formar una serie de compuestos que reciben el nombre de nutrientes, que son tomadas por la plantas del suelo y del aire (Fuentes, 2001).

El ecosistema está conformado por dos entidades que, por ser las partes integrantes de un ecosistema resultan de gran importancia; los organismos que constituyen lo que se llama biocenosis; y el medio físico en que se asientan tales organismos, se le conoce como biotopo (lugar de vida) (Arana, 1982).

### **2.1.1 Explotación del ecosistema**

El hombre se ha convertido en el factor más influyente de la estructura del ecosistema y, su influencia va desde la simple disminución en el número de individuos de ciertas poblaciones, hasta la destrucción temporal del ecosistema original. Un claro ejemplo de esto último es un fenómeno muy conocido en nuestro país, que consiste en la devastación o desmonte para sembrar maíz, basta señalar que la transformación de un ecosistema natural en un cultivo constituye, desde el punto de vista de los factores biológicos, una simplificación radical en cuanto a diversidad, lo cual significa una disminución de la estabilidad y un aumento en la productividad (Arana, 1982).

La explotación provoca una regresión o rejuvenecimiento del ecosistema explotado, pues implica pérdidas de estructura, organización y de información interna, mientras que el sistema explotador amplía su información. La explotación puede ser debida, a fenómenos físicos (erosión, fuego, etc.), que no permiten la evolución del ecosistema explotado, o bien a otro sistema explotador como puede ser el hombre, el cual desde tiempos prehistóricos, ha desarrollado de manera creciente su capacidad explotadora, extrayendo de manera constante biomasa y energía de los ecosistemas, o introduciendo en ellos modificaciones que merman su estabilidad, su organización o su complejidad (Vega, 1956).

### **2.1.2 Agroecosistema**

Un agroecosistema es un ecosistema que cuenta con una población de utilidad agrícola. Un ecosistema incluye una comunidad biótica y un ambiente físico con el que esta comunidad interactúa, la comunidad incluye normalmente poblaciones de plantas y de animales que en un agroecosistema alguna de estas tienen un valor agropecuario. Los agroecosistemas difieren de los ecosistemas naturales en otro aspecto, tal vez tan importante como la existencia de poblaciones agrícolas y, eso es que el desempeño de un agroecosistema está regulado por el hombre (Robert, 1979).

Aunque los agroecosistemas no son ecosistemas naturales, todavía son ecosistemas y muchos de los conceptos ecológicos como flujo de energía, son aplicados al estudio de agroecosistemas. Como los agroecosistemas contienen poblaciones de plantas y animales que interactúan, los conceptos ecológicos relacionados con la interacción entre poblaciones, como competencia y depredador-presa, también son aplicables (Hart, 1980).

Los ecosistemas agrarios y naturales intercambian materiales y organismos. Las aéreas cultivadas exportan nitratos, fosfatos y materia orgánica que acaban en los ríos, lagos y mares. Hay organismos que viven en ecosistemas naturales y comen de los cultivos (roedores, insectos). También hay malezas que se refugian en cunetas y linderos y, donde se encuentren invaden los cultivos. Estos ecosistemas también compiten por territorio, ya que la agricultura se hace en terrenos que previamente eran ocupados por ecosistemas naturales, y cuando los agroecosistemas dejan de ser utilizados son colonizados por ecosistemas naturales, que no tienen que ser necesariamente iguales a los que había antes de ser transformados en campos de cultivo (Fernández y Leiva, 2002).

### **2.1.3 Estructura de un agroecosistema**

En un agroecosistema de plantas, los componentes son las poblaciones que constituyen la comunidad biótica (cultivos, malezas, insectos y microorganismos) y los componentes del ambiente que interactúan con esta comunidad. Estos componentes se pueden dividir en subconjuntos que funcionan como una unidad y por lo tanto se pueden denominar subsistemas del agroecosistema. Los componentes de los subsistemas interactúan y forman arreglos en el tiempo y espacio (Robert, 1979).

Los componentes de un agroecosistema con cultivos está comprendido por: poblaciones de plantas, cultivos y maleza; poblaciones de animales, herbívoros y carnívoros; poblaciones de microorganismos, virus, bacterias, hongos benéficos y también microorganismos dañinos, nutrientes del suelo y agua del suelo (Cordero-Elizalde *et al.*, 2011).

El agua, los nutrientes y las semillas de las malezas entran en el agroecosistema por medio del subsistema suelo. Este subsistema funciona como almacén de entradas, que llegan al subsistema de suelos procedentes del ambiente. El material orgánico es otra entrada importante al subsistema, pero este flujo ingresa solo cuando mueren las plantas y animales del agroecosistema. El subsistema suelo es un sistema muy complejo en el que se desarrollan procesos bióticos como la actividad de los microorganismos que liberan nutrientes a partir de la materia orgánica, varios procesos físicos como el movimiento vertical del agua y procesos químicos como la fijación de nutrientes (Robert, 1979).

## **2.2 El suelo como sistema**

El suelo es la capa superior de la tierra que se distingue de la roca sólida y en donde las plantas crecen. Los suelos deben considerarse como formaciones geológicas naturales desarrolladas bajo condiciones muy diversas de clima y material de origen, lo cual justifica su continua evolución y, en consecuencia, su gran variedad (Navarro, 2003).

Se define al suelo como un cuerpo natural que incluye a los sólidos (minerales y materia orgánica), gases y líquidos, que ocurren sobre la superficie terrestre; que ocupa un lugar en el espacio y que se caracteriza por una o ambas de las siguientes características: horizontes o capas que se diferencian del material parental, como resultado de adiciones, pérdidas, transformaciones y movimientos de materia o de energía y, por su habilidad de soportar plantas en un ambiente natural (Soil Taxonomy, 2006).

Desde el punto de vista ecológico el suelo es un componente primario de los ecosistemas terrestres, sustenta la vegetación y la vida animal, filtra el agua y es un gran digestor de la materia orgánica terrestre. El suelo influye de manera importante en la regulación de varios ciclos biogeoquímicos en el planeta, entre los más conocidos están el C, N, P, K, S, etc. El suelo como recurso natural no renovable en el corto plazo, es fundamental tanto para la seguridad alimentaria de la humanidad y para el ambiente (Lal, 2004). Algunas de las propiedades

afectadas en la producción de cultivos para la alimentación humana y animal son: la estructura, la distribución, conexión y cantidad de poros, el movimiento y cantidad de agua, la cantidad y distribución de materia orgánica, la actividad microbiana, el pH y la disponibilidad y distribución de nutrientes (Blevins *et al.*, 1977).

### **2.3 Agricultura y deterioro de recursos naturales**

La agricultura es la fuente principal de alimentos para la humanidad y se sustenta básicamente en la explotación de la tierra (Ortiz-Solorio, 1999). La creciente demanda de la población para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, a lo largo de su historia, ha derivado en la explotación de los recursos naturales. El cambio de uso de suelo, que inicia con la deforestación de los ecosistemas naturales para la explotación agrícola o ganadera, y la sobre-explotación de mantos acuíferos han ocasionado, en la actualidad, un severo deterioro del entorno ecológico y la calidad agrícola de los suelos.

El deterioro del suelo se define como un conjunto de cambios ocasionados por las actividades humanas que derivan en la degradación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Lal, 2000). De acuerdo con estimaciones hechas por Duarte (1990), cada año dejan de ser productivos seis millones de hectáreas en el mundo, debido a la desertificación. En México, la degradación del suelo ocasionada por la actividad humana se ha estimado en más del 45%. El cambio de uso de suelo, la deforestación y las prácticas agrícolas inadecuadas son las principales causas que ocasionan la degradación y desertificación de los suelos. Dentro de ésta última, la labranza intensiva, la rotación cereal-cereal y el retiro o quema de los esquilmos agrícolas han ocasionado una disminución drástica de las reservas orgánicas del suelo en el Bajío (Vera-Núñez y Peña-Cabriales, 2002). Como consecuencia los agricultores suministran altas cantidades de insumos agrícolas, como estrategia para obtener rendimientos económicamente viables. Sin embargo, la continuidad de dichas prácticas después de varias décadas ha traído como consecuencia un severo deterioro del suelo (Gregorich y Carter,

1997). Por otra parte el alza de los fertilizantes químicos y otros insumos agrícolas en los últimos años encarecen el proceso productivo y disminuye la rentabilidad en la producción agrícola. Surge, entonces, la necesidad de implementar tecnologías alternativas para la agricultura, con el fin de disminuir costos de producción para incrementar la rentabilidad, restaurar la fertilidad de los suelos y aumentar la eficiencia en el uso agua con fines agrícolas.

## **2.4 Productividad**

Según el diccionario de la real academia española productividad es un concepto que describe el nivel de producción por unidad de superficie de tierras cultivadas. Productividad en un sentido amplio considera todos factores involucrados en el proceso y se define como el cociente entre el producto obtenido y el total de insumos utilizados en el proceso productivo. En agricultura se busca incrementar el rendimiento de los cultivos mediante semillas mejoradas con mayor potencial de producción, prácticas intensivas de manejo agronómico y oportuno control de plagas y enfermedades. En la medida que se obtiene mayor producción de cereales por unidad de superficie, por ejemplo, se tiene mayor productividad. Chambers (1988) menciona que el crecimiento del rendimiento por hectárea es un indicador imperfecto de la productividad del sector, ya que no considera que el costo de los insumos utilizados en el proceso productivo se incrementan junto con los rendimientos. Es decir, la mejora en la productividad debe permitir el incremento del producto para la misma cantidad de insumos totales o, alternativamente, obtener el mismo nivel de producto con menor cantidad de insumos.

Lo anterior implica que la productividad está en función del costo de los insumos y del nivel de tecnología disponible. Esto último se observa necesariamente en un contexto dinámico y conlleva a que la relación de utilización de insumos y el producto generado cambian a lo largo del tiempo. La forma usual de representar el cambio tecnológico consiste en un desplazamiento de la función de producción, suponiendo que exista una relación estable entre el producto, los insumos y el tiempo.

## **2.5 Producción de trigo en el Bajío**

El trigo es un cultivo que se siembra en la región Bajío, durante el ciclo otoño-invierno, con un rendimiento potencial por encima de las 9 t ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, en los últimos años el aumento excesivo en el precio de los fertilizantes químicos y otros insumos agrícolas, el deterioro del suelo y el abatimiento de los mantos freáticos han encarecido el costo de producción de este cereal, lo cual ha impactado directamente en la ganancia que los productores tienen por esta actividad. Lo anterior ha sido ocasionado por las prácticas de agricultura intensiva: dos ciclos por año, quema o retiro de los residuos de cosecha, rotación cereal-cereal y por el abuso en las labores de labranza (Grageda *et al.*, 2000). Por eso es necesario implementar prácticas agronómicas que conduzcan a revertir esta problemática. En Michoacán se siembran anualmente más de 20,000 hectáreas de trigo en ciclo otoño-invierno, con un rendimiento promedio de 5 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2011). La mayor disponibilidad de variedades de trigo en el mercado corresponde a tipos de gluten suave, que fueron generadas por el INIFAP en el Campo Experimental Bajío como: Salamanca S75, Cortazar S94 y Bárcenas S2002.

## **2.6 Variedades y tipos de trigo**

Los trigos se clasifican de acuerdo a las características de su gluten: suave, fuerte y cristalino. El uso industrial de las diversas variedades de trigo depende del contenido y calidad de proteínas del gluten, las cuales proporcionan las propiedades de viscosidad y elasticidad a las masas elaboradas a partir de las harinas (Salazar, 2000). Las harinas de trigo para la elaboración de galletas provienen de variedades de gluten débil y, tienen un alto potencial de rendimiento en campo; sin embargo, poseen un menor contenido de proteína respecto a las variedades de trigos que se utilizan para la panificación y la elaboración de macarrones. Estas últimas producen semolina; son trigos con un alto contenido de proteína y contienen un pigmento amarillento, característica deseable para la elaboración de pastas, macarrones y espaguetis. Los trigos panaderos son de

gluten fuerte con un contenido de proteína mayor que los suaves (Solís *et al.*, 2011).

El cultivo de trigo en el país se produce principalmente en las zonas de riego, básicamente en los estados de Sonora, Guanajuato, Baja California, Sinaloa, Michoacán, y Jalisco. Por otra parte Tlaxcala es el principal productor de trigo de temporal. En 2010 la superficie cosechada de trigo en México alcanzó cerca de las 678 mil hectáreas, el 86% en ciclo otoño-invierno bajo riego y el 14% en P-V en condiciones de temporal (SIAP, 2011). En México, el tipo de trigo que se produce en mayor superficie y en mayores volúmenes es el duro o cristalino, por lo que es posible satisfacer la demanda de sectores industriales específicos, destinando un porcentaje considerable al mercado internacional. Sin embargo, la mayor parte de esta producción se obtiene en el Noroeste del país que comprende los estados de Sonora, Baja California y Sinaloa. El trigo obtenido en ésta región tiene la desventaja de que el costo del flete al centro del país, donde se encuentran los grandes núcleos de consumo, es ligeramente mayor que el que paga la industria al importar trigo de Estados Unidos, además es una zona en cuarentena por incidencia del carbón parcial (*Tilletia indica* Mitra) lo que dificulta el movimiento de grano y semilla a otras regiones. Ante esta problemática, la industria ha optado por fomentar la siembra de trigo cristalino en las cercanías de los centros de consumo, complementando con el grano producido al Noroeste del país. Por lo anterior, el centro de país se constituye como una importante zona productora para abastecer de grano y semilla, al Bajío, Altiplano y Norte del México (Solís *et al.*, 2011). El otro tipo de trigo que se siembra en el Noroeste del país es de gluten fuerte; sin embargo, la superficie sembrada apenas alcanza para abastecer la demanda de la región. En el Bajío se produce, en cerca del 90% de la superficie, trigo de gluten suave; mientras que, el trigo de temporal es de gluten fuerte. En el Norte del país se produce en su mayoría trigo de gluten fuerte, pero hay producción de trigo cristalino y suave para abastecer la demanda de esa región. En el Cuadro 1 se presentan las características de los tipos de trigo sembrados en México, con ejemplos de variedades y el uso industrial de cada tipo.

**Cuadro 1. Descripción de características generales de los trigos en México, (Solís, 2011).**

Tipos	Características	Variedades	Usos
Suave	Trigo de alto rendimiento con bajo contenido proteico, endospermo suave, gluten débil, se importa en un 22%	Cortazar S94, Salamanca S75, Bárcenas S2002, Urbina S2007 y Maya S2007.	Pastelería, galletas dulces y saladas, panes sin levadura y mezcla de harinas.
Fuerte	Tipo panadero con alto contenido proteico, de endospermo duro y alta absorción de agua, se importa en un 78 %.	Monarca F2007, Nana F2007 y Norteña F2007.	Panes de caja, panes de hamburguesa, masas para pizza y mezclas de harina.
Cristalino	El más duro de todos los trigos, alto contenido proteico, endospermo ambarino, México es excedentario en su producción por lo que no se importa.	Aconchi C89, Gema C2004, Topacio C2007 y Juparé C2001	Pasta para sopa, Spaguetti y couscous.

## 2.7 Variedades de trigo para el Valle Morelia-Queréndaro

En 1997, investigadores de Michoacán liberaron dos variedades de trigo de gluten fuerte denominadas Morelia F97 y Castrejón F-97, propias para la industria de la panificación. Éstas se caracterizan por presentar resistencia a la roya lineal amarilla y por requerir menor cantidad de agua de riego, respecto a otras variedades de trigo que utilizan los agricultores del Valle Morelia-Queréndaro, con lo cual pueden alcanzar un potencial de rendimiento de alrededor de 8 t ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, su disponibilidad en el mercado es limitada y los productores no tienen fácil acceso a ellas. La mayor parte de variedades de trigo que utilizan los productores de esta región han sido liberadas en Guanajuato por el INIFAP en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ).

## 2.8 Labranza de conservación

La preservación de los recursos naturales y la biodiversidad son dos problemas de prioritaria atención, porque de ello depende la seguridad alimentaria de las futuras generaciones. Las prácticas de agricultura conservacionista como: manejo

agroecológico de plagas, labranza de conservación y rotación de cultivos son prácticas agronómicas que pueden contribuir a mejorar la fertilidad de los suelos y aumentar la biodiversidad de los agroecosistemas (FAO, 2002). La labranza de conservación es un sistema de siembra que se fundamenta en la continua adición de los residuos de cosecha en la superficie del suelo, en forma de mantillo, y en la nula o mínima remoción del mismo. Se empieza por aprovechar y mejorar la cobertura del terreno con los cultivos, sus residuos y rastrojos. Se promueve el mejoramiento en las prácticas de manejo, no solamente para mantener más residuos y la cobertura sino también para aumentar la infiltración y el agua disponible para los cultivos. Para lograr mayor infiltración y almacenamiento del agua se adoptan técnicas de manejo que contribuyan además a mejorar otras cualidades del suelo (porosidad, aireación) las cuales, en conjunto, favorecen las condiciones de la recarga de los manantiales y a la vez, posibilitan el desarrollo radicular y la extracción de nutrientes en el cultivo; también al dejar los residuos de cosechas sobre la superficie del suelo se mejorarán las características biológicas del suelo con el incremento de la actividad microbiana del suelo y gran mejoría en la calidad de los mismos.

Lo anterior promueve, a mediano plazo, el aumento de las reservas orgánicas del suelo, especialmente de carbono, que es un elemento clave en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (Lal, 2004); y en la conservación de la humedad, importante para aumentar el potencial de rendimiento de los cultivos y obtener un ahorro en el gasto de agua de riego, ello implica, de manera general, un mayor crecimiento vegetativo y éste a la vez, significa más fotosíntesis por área (posibilidad de mayor producción-interés económico) y más cantidad de biomasa (posibilidad de más cobertura y más infiltración-interés de conservación), reiniciando el ciclo ya en mejores condiciones que el ciclo anterior. Con esta práctica se incrementa la capacidad productiva del suelo, se aumentan los rendimientos y se reducen los costos de producción, con lo que los productores pueden practicar una agricultura sustentable. Sin embargo, la implementación de este sistema de cultivo implica varias adaptaciones en los implementos de trabajo para un correcto

establecimiento de los cultivos. El buen manejo de los residuos de cosecha es importante para asegurar una adecuada siembra y nacencia de las plántulas, de lo que depende la obtención de una buena producción de grano

Haciendo converger los intereses de la producción y de la conservación en un solo proceso tecnológico se pueden promover cambios efectivos y duraderos de uso y manejo de la tierra, adoptando la estrategia de motivar al agricultor por su interés individual: la economía de la producción.

## **2.9 Labranza de conservación en el valle Morelia-Queréndaro**

En la región del Valle Morelia-Queréndaro desde hace varios años se han establecido ensayos en donde se trata de dar impulso al establecimiento del cultivo de trigo bajo el sistema de labranza de conservación, además de cultivos tales como el maíz, sorgo, canola, haba, entre otros. Mediante la adopción de las tecnologías de producción, el agricultor puede usar con eficiencia sus recursos, suelo, mano de obra, capital, y obtener rendimientos más altos en grano de calidad, el cual se vende a mejor precio y obtener mejores ganancias. Este es el camino a la competitividad y, para lograr ésta competencia es necesario que se adopten las medidas necesarias para recuperar y mantener los recursos naturales, por lo que también es importante cuidar el agua al momento del riego y controlar los productos químicos que se aplican, para evitar la contaminación del aire y de los suelos, ya que los alimentos dependen en gran medida de estos recursos.

Existen varios datos reportados en donde se señalan otras ventajas de la labranza de conservación. Los resultados del proyecto del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo y asociación para la Agricultura Sostenible en base a Siembra Directa, A. C. (CIMMYT-ASOSID) de 2010, indican que con la adopción de las prácticas de agricultura de conservación incrementaron la producción de cereales, respecto a lo obtenido con la siembra tradicional, en 10% y se logró un ahorro en los costos de producción de 20 a 30% al omitir las labores de labranza y adicionar los residuos de cosecha en la superficie del suelo en forma de mantillo. Además un ahorro en el gasto de agua de riego de hasta 20%,

lo que equivale a 576 m<sup>3</sup> por hectárea, comparado con el requerimiento promedio que necesita el sistema tradicional. También se señala que los cultivos de maíz y sorgo en agricultura de conservación no mostraron estrés hídrico, mientras que estos cultivos en el sistema de siembra tradicional sí fueron afectados durante el periodo de sequía estival. Por otra parte, los abonos orgánicos representaron un excelente suplemento a la fertilización nitrogenada. Durante el primer año se lograron incrementos en los rendimientos de maíz bajo el sistema de agricultura de conservación de 0.8 a 1.3 t ha<sup>-1</sup>, con 3 t de composta, más 240 y 320 unidades de N respectivamente; con 1 t de humus de lombriz más 320 kg ha<sup>-1</sup> de N el rendimiento se incrementó hasta en 1.7 t ha<sup>-1</sup>. Ahora bien, la importancia de la producción de trigo radica en su contribución para la alimentación básica de la población. Sin embargo, para mejorar su rentabilidad es necesario considerar la productividad y calidad con que se produce en nuestro país de tal forma que pueda posicionarse en condiciones de mercado (Peña *et al.*, 2008). Dentro de los factores determinantes de la baja productividad de trigo destaca el sistema de siembra tradicional que ha prevalecido sin cambios en la mayoría de los casos. Esta desventaja pone de manifiesto la necesidad de evolucionar tecnológicamente hacia otros sistemas de siembra más eficientes en cuanto al uso de los recursos. Así mismo el manejo deficiente de los insumos resulta en un alto nivel de variabilidad en la calidad de grano (Limón *et al.*, 2010).

Por su parte en el Valle Morelia-Queréndaro se tienen incorporadas al menos 400 hectáreas en agricultura de conservación, aunque se pretende en el 2012 alcanzar las 2 mil y consolidar 7 mil en el 2014, que significaría cubrir el 50 por ciento de la superficie dedicada a los granos en esta región que asciende a 14 mil hectáreas.

### **III. OBJETIVOS**

- Evaluar la capacidad productiva de ocho variedades de trigo en otoño-invierno bajo el sistema de labranza de conservación.
- Evaluar la relación costo-beneficio de ocho variedades de trigo en otoño-invierno bajo el sistema de labranza de conservación.

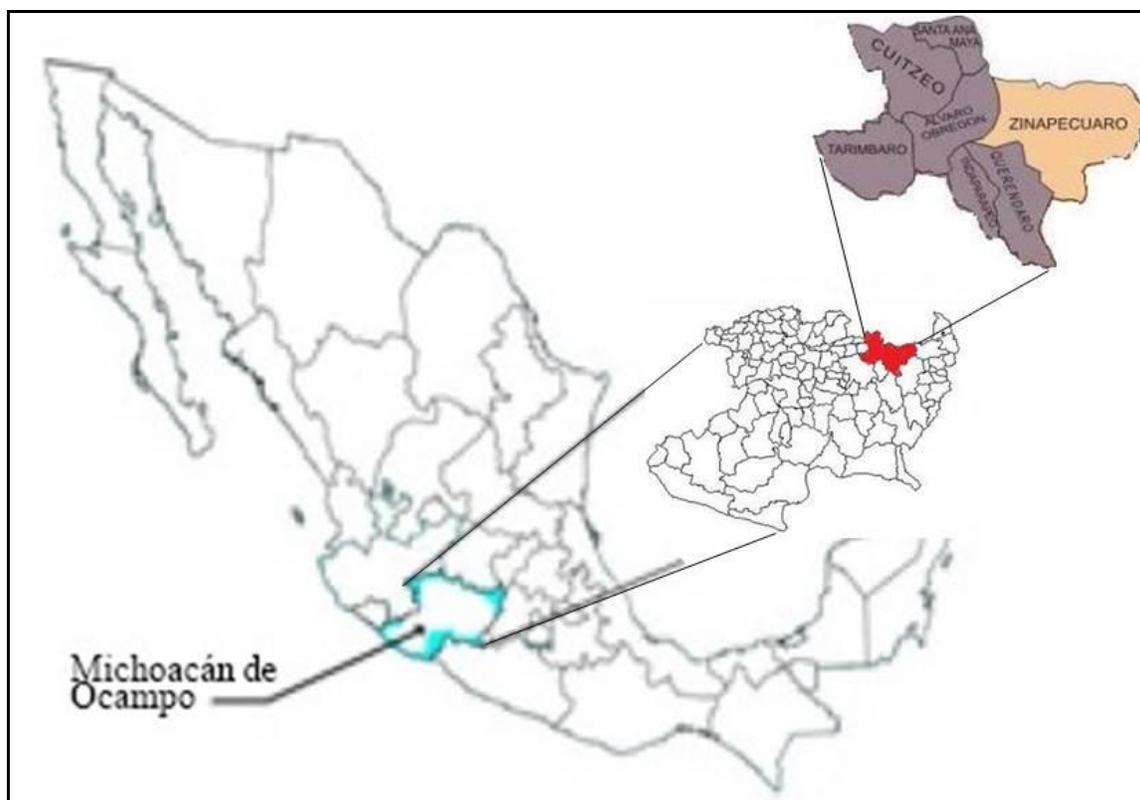
### **IV. HIPÓTESIS**

- Bajo prácticas de agricultura de conservación las variedades de gluten suave son las que tienen mayor potencial de producción de grano.
- Las prácticas de agricultura de conservación reducen la utilización de insumos agrícolas.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Área de estudio

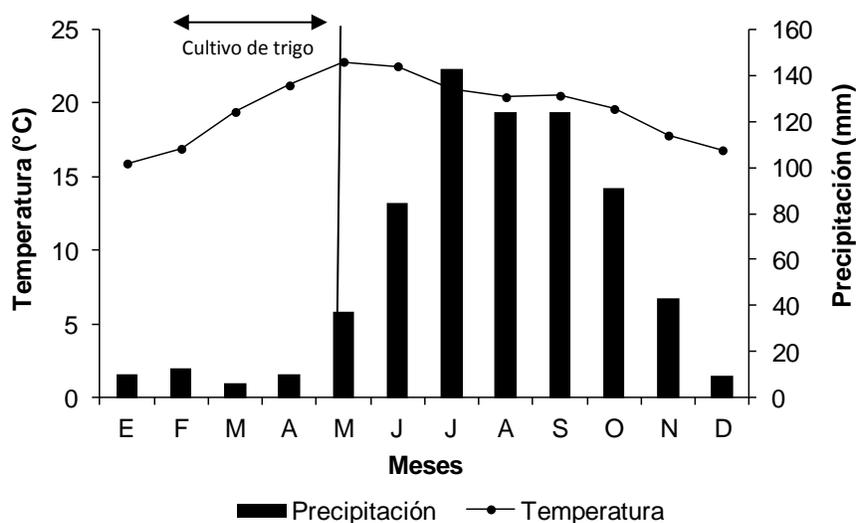
El estudio se llevó a cabo dentro del valle Morelia-Queréndaro en el municipio de Indaparapeo (Figura 1). El sitio se denomina “La Tepacua”, se ubica a los 19° 49' 15" LN y 100° 58' 15" LO, a una altitud de 1884 m. La topografía es plana.



**Figura 1. Ubicación del área de estudio. Valle Morelia-Queréndaro. Michoacán.**

El Valle cuenta con tres corrientes hídricas perennes que son: Río Grande de Morelia, Río Queréndaro y Río San Marcos. Otros caudales de menor magnitud son: Río Zinapécuaro, Río Chiquito de Morelia, Río Los Naranjos, y Río San Lucas Pío. Tiene dos almacenamientos superficiales: La presa de Cointzio y el Lago de Cuitzeo. En gran parte del territorio pasa el Río Grande de Morelia cuyas aguas riegan la mayoría de las zonas de cultivo, pero existe el problema que en las aguas del río se vierten los drenajes de la Ciudad de Morelia (sector urbano) así como de los municipios que recorre.

Posee un clima semicálido y templado subhúmedo, con lluvias en verano. La temperatura media anual de la zona de estudio es de 19.6 °C y la precipitación media anual es de 576.4 mm (García, 1984). La distribución, promedio, de las temperaturas y precipitaciones mensuales se muestran en el diagrama ombrotérmico (Figura 2). Las precipitaciones durante los primeros meses del año son escasas, por lo que el riego es indispensable.



**Figura 2. Distribución mensual de temperatura media y precipitación de la zona de estudio.**

## 5.2. Características físicas y químicas de los suelos

EL tipo de suelo de la comunidad, donde se llevó a cabo el experimento, corresponde a vertisoles, con alrededor de 50% de arcilla. Se efectuó un análisis físico-químico del suelo y del estudio (Cuadro 2) se logró saber que el pH en los primeros 30 cm de profundidad fue de ligeramente alcalino a alcalino, con alta capacidad de intercambio catiónico, aludida principalmente a la naturaleza de las arcillas del tipo esmectitas presentes en el suelo. El contenido de materia orgánica fue alto, con alrededor de 4%, resultado del efecto de la continua incorporación de residuos de cosecha y la mínima remoción del mismo después de 2 a 3 años de implementación del sistema de labranza de conservación. La concentración de fósforo también fue elevada, y se observó una mediana concentración de

nitrógeno inorgánico. Lo anterior sugiere que podría disminuirse la dosis de fertilización química.

**Cuadro 2. Análisis físico-químico de suelos en la localidad de Indaparapeo del valle Morelia-Queréndaro 2011.**

Localidad	Prof.	pH 1:2 H <sub>2</sub> O	CE 1:5 H <sub>2</sub> O dS m <sup>-1</sup>	M.O. %	Carbono		CIC Cmoles kg <sup>-1</sup>	P Olsen	Nitrógeno		Partículas		
					%	t ha <sup>-1</sup>			NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Arena	Limo	Arcilla
									ppm		-----% -----		
	0-5	7.9	0.811	4.1	2.5	15.0	42	43	16	15	26	22	52
Indaparapeo	5-15	8.2	0.683	3.9	2.2	26.4	41	40	9	8	24	22	54
	15-30	8.3	0.341	3.2	2.1	37.8	40	17	9	12	24	22	54

### 5.3. Manejo agronómico

El estudio de validación de las variedades de trigo, se estableció en la parcela del productor Ricardo Vega Ayala, en el predio La Tepacua, Indaparapeo, del valle Morelia-Queréndaro, Michoacán, bajo el sistema de labranza de conservación. Al establecimiento del ensayo en otoño-invierno 2010-2011 la parcela llevaba seis ciclos agrícolas bajo el sistema de labranza de conservación (Cuadro 3), ya que desde el ciclo primavera-verano 2008 el productor adiciona el 100% de los residuos de cosecha, en forma de mantillo, en la superficie del suelo. La siembra se realizó el 17 de diciembre del 2010, se incluyeron las variedades: Triunfo F2004, Josecha F2007, Maya S2007, Monarca F2007, Norteña F2007, Altiplano F2007, Roelfs F2007 y Salamanca S75. La parcela se regó con aguas negras provenientes de la ciudad de Morelia y se realizaron cuatro riegos: uno a la siembra y tres más de auxilio a los 40, 70 y 95 días después del primer riego. Para manejar el agua de riego se trazaron melgas de 1.6 m de ancho, se remarcaron surcos para facilitar su conducción. La densidad de siembra fue de 180 kg ha<sup>-1</sup>, se utilizó una sembradora especializada para labranza de conservación marca Dobladense y se aplicó una dosis de fertilización de N-P-K de 60-30-00. La fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio, la de fósforo fue el superfosfato de calcio triple. El primero se adiciona en dos fracciones: 40 unidades en la siembra y 20 unidades durante el segundo riego; el otro se aplicó todo durante la siembra. El

productor considera que el suelo de su parcela, después de tres años en labranza de conservación y el continuo uso de aguas negras, ha acumulado reservas orgánicas suficientes para disminuir la dosis de fertilización química. Lo anterior se corroboró con los análisis químicos de suelo.

**Cuadro 3. Historia del manejo agronómico del lote donde se estableció la parcela de validación.**

Localidad	Labranza de Conservación	Cultivo	Incorporación de residuos (%)	Condición
Indaparapeo (La Tepacua)	PV 2008	Maíz	100	Punta de riego
	OI 2008-2009	-	-	Descanso
	PV 2009	Sorgo	100	Riego de auxilio
	OI 2009-2010	Cártamo	100	Riego
	PV 2010	Maíz	100	Riego de auxilio
	OI 2010-2011	Trigo	100	Riego

PV: Primavera-verano

OI: Otoño-invierno



**Figura 3. Ensayo de variedades de trigo. Sitio La Tepacua, municipio de Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2010-2011.**

#### 5.4. Diseño Experimental

Los ensayos se establecieron en franjas de 1.60 m por 200 m de longitud. Cada variedad correspondió a un tratamiento, por lo cual se evaluaron un total de ocho tratamientos. Para el análisis de los datos se empleó un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones. El análisis estadístico se efectuó mediante el programa estadístico Statical Analysis Systems (SAS) versión 8.1. Se efectuó un análisis de comparación de medias por el método de Tukey, con un  $\alpha=0.05$ .

#### 5.5. Descripción de variedades incluidas en el estudio

Las características de las diferentes variedades de trigo harinero que se utilizaron en los ensayos establecidos en el Valle Morelia-Queréndaro en Michoacán son las siguientes:

**1. Monarca F2007 (de endospermo fuerte).** Es de hábito de crecimiento de primavera, semienana de 90 a 110 cm de altura, ciclo biológico es de intermedio a tardío, su tallo es hueco, de color crema y moderadamente resistente al acame. La espiga es de color blanco, piramidal, laxa, con barbas, mide de 14 a 16 cm de longitud, generalmente produce tres granos en la base, cuatro en la parte media y tres en el ápice. En el Bajío esta variedad es resistente a roya del tallo, de la hoja y al desgrane, y es susceptible a roya lineal amarilla (en 2010 alcanzó 60% de severidad en el INIFAP-CEBAJ). El rendimiento de grano de Monarca F2007 es superior en 5.1% al de Bárcenas S2002. Esta variedad se caracteriza por su grano de color rojo, endospermo fuerte y alto peso hectolítrico. El contenido de proteína en la harina es de 11.6%, la fuerza del gluten (W)<sup>1</sup> es de  $570 \times 10^{-4}$  J,

---

<sup>1</sup> Las proteínas insolubles de la harina de trigo forman el gluten (gliadina y glutelina), el cual a su vez forma una red que retiene el CO<sub>2</sub> durante el proceso de fermentación, lo cual permite que el pan se expanda al cocerse. La fuerza del gluten se representa por "W" y se expresa en Joules. Trigos con valores W superiores a 300 tienen un gluten fuerte, mientras que aquellos con valores menores a 200 tienen gluten débil; de 200 hasta 300 los trigos son medio fuertes.

con un valor de  $P/L^2$  de 1 en promedio, por lo que puede ser clasificada como variedad de trigo harinero de gluten fuerte balanceado. La harina de esta variedad es adecuada para la elaboración de pan en la industria mecanizada y como mejoradora de harinas de trigo de gluten suave balanceado a extensible.



**Figura 4. Aspecto de la variedad Monarca F2007.**

**2. Josecha F2007 (de endospermo fuerte).** Es de hábito de crecimiento de primavera, semienana, de 83 a 103 cm de altura; su ciclo biológico es de intermedio a tardío, con 73 a 86 días a floración y 114 a 142 días a madurez fisiológica. El tallo es fuerte, hueco, de color crema y moderadamente resistente al acame; esta variedad sembrada a una densidad de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  produce de 304 a

---

<sup>2</sup> La relación entre la Tenacidad  $P$  (resistencia a la expansión) y la Extensibilidad  $L$  o  $G$  (capacidad que tiene la harina para ser estirada cuando se mezcla con agua)  $P/L$  se obtiene mediante el Alveógrafo de Chopin (Alveograma); estos parámetros miden la resistencia de la harina a la deformación; valores de  $P/L$  de 7-10 indican un trigo tenaz; de 4-5 un trigo balanceado y de 1-2; un grano de trigo extensible.

428 espigas  $m^{-2}$ , dependiendo de la fecha de siembra. Es resistente a la roya del tallo, de la hoja y al desgrane, es susceptible a la roya lineal amarilla. Su rendimiento es superior en 7.3% al de Bárcenas S2002 (Solís *et al.*, 2009a). El contenido de proteína (11.1%) de la harina integral, en condiciones de riego, es intermedio y aceptable para su uso en la industria de la panificación. En la harina refinada el contenido de proteína (10.5%) es intermedio y aceptable para su uso en la industria. Josecha presenta una fuerza de gluten (W) de  $387 \times 10^{-4}$  J, a su vez este gluten es tenaz ( $T/L = 2.3$ ). Por ello se recomienda harina de Josecha F2007 en la industria de la panificación mecanizada en mezclas con harinas de gluten extensible en las proporciones adecuadas, a fin de reducir su tenacidad; de otra forma el volumen de pan se verá afectado en el producto final.



**Figura 5. Aspecto de la variedad Josecha F2007.**

**3. Maya S2007 (de endospermo suave).** Variedad de hábito de primavera, semienana, de 83 a 95 cm de altura; su ciclo biológico es precoz, con 66 a 82 a floración y 110 a 137 días a madurez fisiológica. El tallo es fuerte, hueco, de color crema y moderadamente resistente al acame. Se siembra a una densidad de 120 kg ha<sup>-1</sup> produce de 308 a 416 espigas m<sup>-2</sup>, es resistente al desgrane, a la roya del tallo y a la roya de la hoja. Su rendimiento es superior en 3% al de Bárcenas S2002 (Solís *et al.*, 2009b). El grano es de color rojo por su alto contenido del pigmento. De acuerdo con su índice de perlado, que es superior al 60% en promedio el grano de Maya S2007 es suave. La harina de variedades de trigo de gluten suave con alto contenido de proteína (9-10%) se utilizan preferentemente como materia prima para la elaboración de galletas, mientras que las de menor contenido (8.0-8.5%), para la pastelería. El factor galletero de esta variedad corresponde a una buena aptitud galletera. La fuerza de gluten e índice P/L de Maya S2007 son de 200 x 10<sup>-4</sup> J.



**Figura 6. Aspecto de la variedad Maya S2007.**

**4. Salamanca S75 (de endospermo suave).** Variedad de madurez intermedia, con 69 a 85 días a floración y 112 a 138 a madurez fisiológica. Es semienana, con altura de planta de 73 a 94 cm; el grano es de color rojo, forma ovoide y bordes redondeados. Esta variedad es resistente al desgrane, a la roya del tallo, es susceptible a la roya de la hoja y a la roya lineal amarilla. El rendimiento de harina varía de bueno a excelente, y por ser de gluten suave se utiliza en la elaboración de galletas o como mejorador de trigos fuertes (Solís *et al.*, 2010). Su rendimiento potencial de grano en el estado de Guanajuato es de 8.5 t ha<sup>-1</sup>



**Figura 7. Aspecto de la variedad Salamanca S75.**

**5. Triunfo F2004 (de endospermo fuerte).** Esta variedad es de hábito de primavera, de porte intermedio (89 cm de altura). El espigamiento es uniforme y las espigas maduras son de color amarillo claro, de forma fusiforme, laxas, curvadas y de 11.7 cm de longitud en promedio. El grano es de tamaño mediano de color rojo y textura semidura. La altura de planta y el ciclo de cultivo son caracteres fenotípicos fuertemente influenciados sobre todo por la temperatura

(altitud) y la cantidad y distribución de la lluvia. El ciclo de cultivo es intermedio, con 110 a madurez fisiológica en promedio. Triunfo F2004 muestra inmunidad a la roya del tallo, moderada resistencia a roya de la hoja y roya lineal amarilla y moderada tolerancia al complejo de enfermedades foliares y de la espiga que inciden en ambientes lluviosos y que son causadas por la mancha foliar, tizón foliar, mancha bronceada, mancha de la hoja, tizón de la gluma y roña de la espiga. El rendimiento promedio general de Triunfo F2004 fue superior al de todas las variedades testigo, desde 3.4% a Rebeca F2000 hasta 22.3% a Gálvez M87. La calidad industrial es adecuada para la producción de pan de caja y para mezclarse y mejorar la harina elaborada a partir de los trigos de gluten suave, porque cuenta con las siguientes características: peso hectolítrico de  $77.2 \text{ kg hL}^{-1}$ , proteína de grano de  $116.0 \text{ g kg}^{-1}$ , proteína de harina de  $106.0 \text{ g kg}^{-1}$ , fuerza del gluten (W)  $474 \times 10^{-4} \text{ J}$ , extensibilidad (Alv.-P/L) de 3.80, extensibilidad (Alv.-P/G) de 0.70, tiempo de mezclado de 3.80 min. y finalmente el volumen de pan de  $915 \text{ cm}^3$  (Villaseñor *et al.*, 2009).



**Figura 8. Aspecto de la variedad Triunfo F2004.**

**6. Altiplano F2007 (de endospermo fuerte).** Esta variedad de trigo harinero es de hábito de primavera, con 97 y 147 días a espigamiento y madurez fisiológica respectivamente (ciclo tardío), con una altura media 113 cm, resistente al acame, de gluten fuerte. Su rendimiento es superior en 5.4% al de Bárcenas S2002 cuando prevalece un ambiente favorable para la roya lineal. Esta variedad es moderadamente resistente a la roya de la hoja y moderadamente susceptible a la roya amarilla, y es tolerante al complejo de enfermedades foliares. El grano es de color ámbar, de consistencia dura a semidura, con alto peso hectolítrico y 12.4% de proteína. La fuerza de gluten de la harina (W) es de  $355 \cdot 10^{-4}$  J (Solís *et al.*, 2009c).



**Figura 9. Aspecto de la variedad Altiplano F2007.**

**7. Norteña F2007 (de endospermo fuerte).** Variedad de madurez tardía, con 79 a 94 días a floración y 124 a 149 a madurez fisiológica. Es semienana, con altura de planta de 85 a 97 cm; el grano es de color blanco, forma ovoide y bordes redondeados. Esta variedad es resistente al desgrane, a la roya del tallo, es moderadamente resistente a la roya de la hoja y a la roya lineal amarilla. El

rendimiento de harina varía de bueno a excelente, y por ser de gluten fuerte se utiliza en la elaboración de pan de caja o como mejorador de trigos débiles. El rendimiento de grano de esta variedad en el estado de Guanajuato es superior al de Salamanca S75 en 8.2% e inferior al de Bárcenas S2002 en 6.7%.



**Figura 10. Aspecto de la variedad Norteña F2007.**

**8. Roelfs F2007 (de endospermo fuerte).** Variedad de madurez tardía, con 95 días a floración y 137 a madurez fisiológica. Es semienana, con altura de planta de 95 cm; el grano es de color blanco, forma ovoide y bordes redondeados. Esta variedad es resistente al desgrane, a la roya del tallo, es moderadamente resistente a la roya de la hoja y moderadamente susceptible a la roya lineal amarilla. El rendimiento de harina varía de bueno a excelente, y por ser de gluten fuerte se utiliza en la elaboración de pan de caja o como mejorador de trigos débiles. El rendimiento de grano de esta variedad en el estado de Guanajuato es superior al de Urbina S2007 en 2%.



**Figura 11. Aspecto de la variedad Roelfs F2007**

## **5.6 Componentes de rendimiento**

Las evaluaciones de los componentes de rendimiento se efectuaron en cinco muestras de 1.6 m de ancho por 1 m de longitud (1.6 m<sup>2</sup>) en cada unidad experimental. Se contabilizó el número de plantas y el número de tallos. Su altura se evaluó mediante la medición, en centímetros, de 20 plantas desde suelo hasta la base de la espiga. Para la determinación del rendimiento de grano se ajustó el peso al 12% de humedad. A partir de las muestras de grano, después de haber sido homogenizadas, se contabilizaron 300 granos y se pesaron en una balanza analítica. El material vegetal (paja) se secó en una estufa a 72 °C durante 72 horas y después se registró su peso. Para determinar la biomasa aérea se consideró el peso de paja más el peso de grano. El índice de cosecha se calculó a partir de la relación existente entre rendimiento económico (biomasa que se cosecha) y el rendimiento biológico (biomasa aérea total del cultivo).

## **5.7 Componentes de productividad.**

Como ya se mencionó, la productividad considera todos factores involucrados en el proceso y se define como el cociente entre el producto obtenido y el total de insumos utilizados en el proceso productivo. En nuestro caso, la productividad agrícola se calculó a partir del cociente entre el valor de la producción y el costo de producción (Cuadro 5), su valor nos proporciona una idea aproximada de la eficiencia de los recursos utilizados, sobre todo si consideramos que las prácticas de agricultura de conservación reducen el uso de labores e insumos agrícolas.

## **5.8 Estudio socioeconómico**

Se recabó información, a través de técnicos y productores participantes en la producción de trigo durante el ciclo otoño-invierno 2010-2011 sobre: rendimientos, uso de insumos, cantidades aplicadas de cada uno de éstos, precios de productos, subproductos, salarios, costos de transporte de insumos y costos de todas las actividades que se requirieron en el proceso productivo, tipo de cambio, precio internacional del producto, de acuerdo con Schaefer (1981), Loza (1998) y Monke y Pearson (1989) y Gittinger (1987). También se obtuvo este tipo de información de productores vecinos que se dedicaron a la misma actividad con el sistema de labranza tradicional, que sirvió como otro punto de referencia de la tecnología evaluada. Así mismo se consideró el costo de la renta de la tierra y apoyos gubernamentales como PROCAMPO (Anexos 9 al 17).

## VI. RESULTADOS

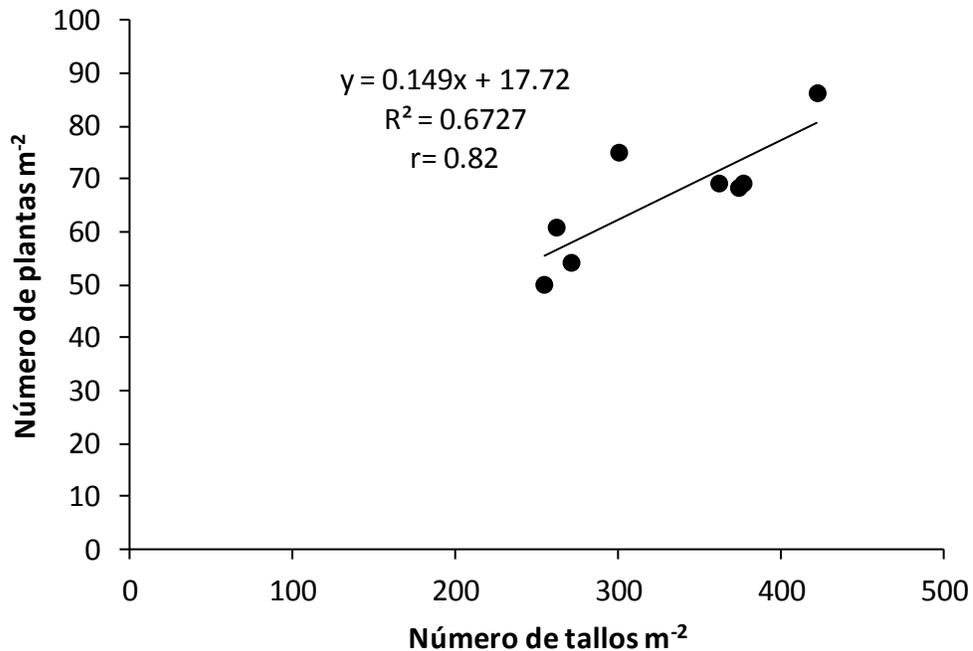
En el Cuadro 4 se presentan los resultados de los componentes de rendimiento de las ocho variedades de trigo que se evaluaron en el ensayo (anexos 1 al 8). La población promedio de plantas fluctuó entre 50 y 86 plantas m<sup>-2</sup>, lo cual muestra cierto grado de heterogeneidad en la siembra. Sin embargo, el índice de amacollamiento, relación que hay entre plantas y tallos, tuvo un efecto compensatorio del número de tallos por metro cuadrado. Se observó que en esta última variable la heterogeneidad disminuyó considerablemente, respecto a la población de plantas. Esta es una ventaja que ofrecen los cereales con semillas de grano pequeño como: trigo, cebada y avena, donde el número de tallos es compensado por el índice de amacollamiento. Ello es determinante en la emisión de espigas, y por lo tanto en producción de grano.

**Cuadro 4. Componentes de rendimiento del ensayo de 8 variedades de trigo en La Tepacua, Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2010-2011.**

Variedad	No. Plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso Grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
Triunfo F2004	50.0d	254.6b	75.2e	5.4d	18.0a	11.2c	16.5dc	0.32bc
Josecha F2007	69.2bc	377.1ba	79.5ba	9.1a	22.0a	14.6ba	23.7a	0.39ba
Maya S2007	68.3bc	374.3ba	80.9a	9.1a	22.0a	17.5a	26.6a	0.34bc
Monarca F2007	69.2bc	362.1ba	78.7bdc	9.5a	22.0a	14.1ba	23.5a	0.40ba
Norteña F2007	60.8dc	262.2b	79.1bac	6.6c	18.0a	12.1c	18.8c	0.35a
Altiplano F2007	86.3a	422.6a	77.5bdc	4.0e	18.0a	12.3c	16.3d	0.25d
Roelfs F2007	54.2d	271.3ba	77.0dec	5.9d	23.0a	12.9c	18.8c	0.31c
Salamanca S75	75.0ba	300.6b	76.7de	8.3b	20.0a	10.0b	18.3b	0.45ba

a, b, c, etc. son grupos diferentes, letras semejantes son estadísticamente iguales, según prueba de comparación de medias de Tukey con  $\alpha=0.05$ .

A pesar de lo anterior es evidente que hubo una relación directamente proporcional entre el número de plantas y el número de tallos (Figura 12).



**Figura 12. Relación entre número de plantas m<sup>-2</sup> y número de tallos m<sup>-2</sup> en ocho variedades de trigo en Indaparapeo, Michoacán.**

La altura promedio de planta en las variedades de trigo fluctuó entre 75 y 81 cm. La variedad Triunfo F2004 (Figura 13), la cual puede alcanzar una altura cercana a 90 cm (Solís, 2008), mostró el menor porte en el presente ensayo, al igual que Salamanca S75 (Figura 14); las variedades Monarca F2007 (Figura 15), Altiplano F2007 (Figura 16) y Roelfs F2007 (Figura 17), tuvieron alturas intermedias; mientras que las variedades Maya S2007 (Figura 18), Josecha F2007 (Figura 19) y Norteña 2007 (Figura 20), presentaron la mayor altura. Hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre variedades en la evaluación de esta variable. Algunas variedades que se evaluaron en este ensayo se siembran también en otras regiones del país durante el verano como: Altiplano F2007 y Triunfo F2004.



**Figura 13. Aspecto de la variedad Triunfo F2004 en la etapa de llenado de grano.**



**Figura 14. Aspecto de la variedad Salamanca S75 en la etapa de llenado de grano.**



**Figura 15. Aspecto de la variedad Monarca F2007 en la etapa de llenado de grano.**



**Figura 16. Aspecto de la variedad Altiplano F2007 en la etapa de llenado de grano.**



**Figura 17. Aspecto de la variedad Roelfs F2007 en la etapa de llenado de grano.**



**Figura 18. Aspecto de la variedad Maya F2007 en la etapa de llenado de grano.**



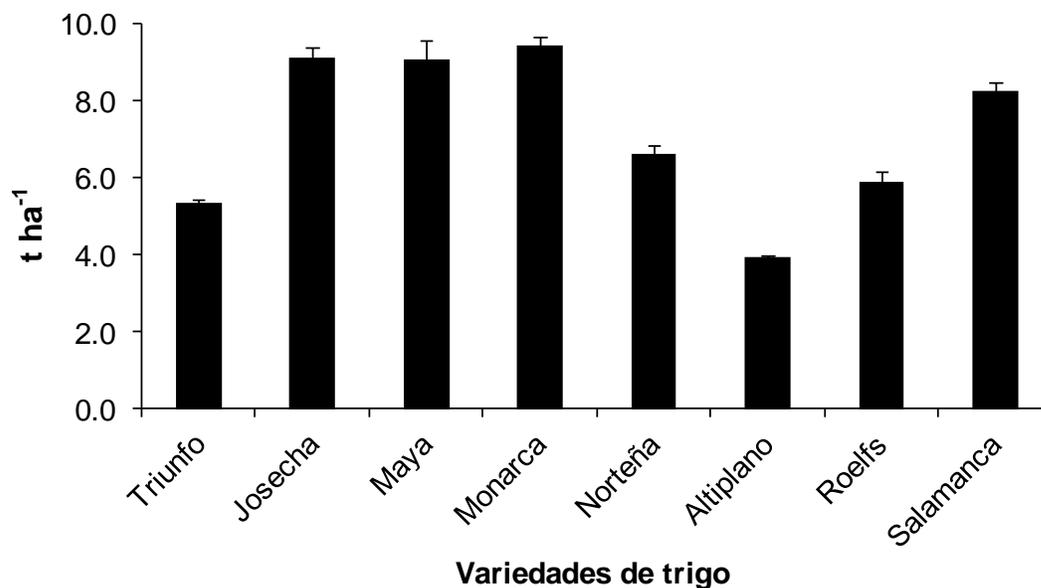
**Figura 19. Aspecto de la variedad Josecha F2007 en la etapa de llenado de grano.**



**Figura 20. Aspecto de la variedad Norteña F2007 en la etapa de llenado de grano.**

El peso de 300 granos es un parámetro que indica las condiciones de desarrollo del periodo de llenado de grano. Si bien no hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre variedades en esta evaluación, se observó que, en promedio, los granos más densos los produjeron Monarca F2007, Roelfs F2007, Josecha F2007 y Maya S2007. Esto explica el alto rendimiento que tuvieron estos genotipos (Cuadro 4).

La menor producción de trigo se obtuvo con las variedades propias para áreas de temporal, Atilplano F2007 y Triunfo F2004, con  $4.0 \text{ t ha}^{-1}$  y  $5.4 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente (Figura 21). La primera, aunque tuvo la mayor emisión de tallos  $\text{m}^{-2}$  respecto a los demás tratamientos (Cuadro 4), también tuvo los granos más ligeros. Eso explica su bajo rendimiento. Es importante destacar el comportamiento de Monarca F2007, Maya S2007 y Josecha F2007 que alcanzaron un rendimiento superior a las  $9 \text{ t ha}^{-1}$  (Figura 21). Esta última variedad, antes de ser liberada para las zonas de riego, destacó a nivel nacional, por lo que estos resultados confirman su alto potencial de rendimiento.



**Figura 21. Rendimiento de grano en ensayo de variedades de trigo en “La Tepacua”, Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2010-2011.**

En la producción de paja y biomasa aérea, las variedades Maya S2007, Monarca F2007 y Josecha F2007 tuvieron los mayores rendimientos, hasta 17 t ha<sup>-1</sup> la primera y más de 23 t ha<sup>-1</sup> la segunda. Mientras que las variedades Altiplano y Triunfo tuvieron la menor producción (Cuadro 4). Esto se relacionó estrechamente ( $r=0.85$ ) con el comportamiento que mostraron las variedades de trigo en la producción de grano.

## VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En el caso del sistema de siembra en labranza de conservación, los residuos de cosecha influyen sobre la germinación de la semilla, si éstas no quedan bien enterradas en el suelo. El amacollamiento, entonces, compensa en cierto grado la población de tallos y espigas por  $m^2$ . Durante la siembra, es necesario que los residuos de cosecha se encuentren lo más seco posible, para que los discos de la sembradora especializada en labranza de conservación corten eficientemente el material vegetal, y la semilla quede depositada de manera correcta en el suelo. Por lo cual es necesario considerar efectuar la siembra en estos sistemas de cultivo después del mediodía, cuando el rocío de la mañana ha sido evaporado por su exposición al sol. Lo anterior ofrece una mayor posibilidad de éxito en esta labor. Una buena parte de las malas experiencias que tienen los productores con el manejo de los residuos de cosecha, es la deficiente germinación de la semilla, por efectuar la labor de siembra cuando los residuos de cosecha están húmedos. La distribución del residuo en la superficie del suelo, el desmenuzamiento y el grado de descomposición también influyen en la germinación de la semilla.

El potencial de rendimiento de trigo en el Bajío en otoño-invierno, bajo condiciones de labranza tradicional es de alrededor de  $9 t ha^{-1}$ . En condiciones de labranza de conservación fue posible alcanzar esa producción con las variedades Josecha F2007 y Maya S2007 (Figura 22). La variedad Monarca F2007, la cual tuvo en promedio  $362 tallos m^{-2}$ , condición media respecto a los demás tratamientos, también tuvo los granos más pesados, por lo cual alcanzó un rendimiento de  $9.5 t ha^{-1}$ , la producción más alta (Cuadro 4).

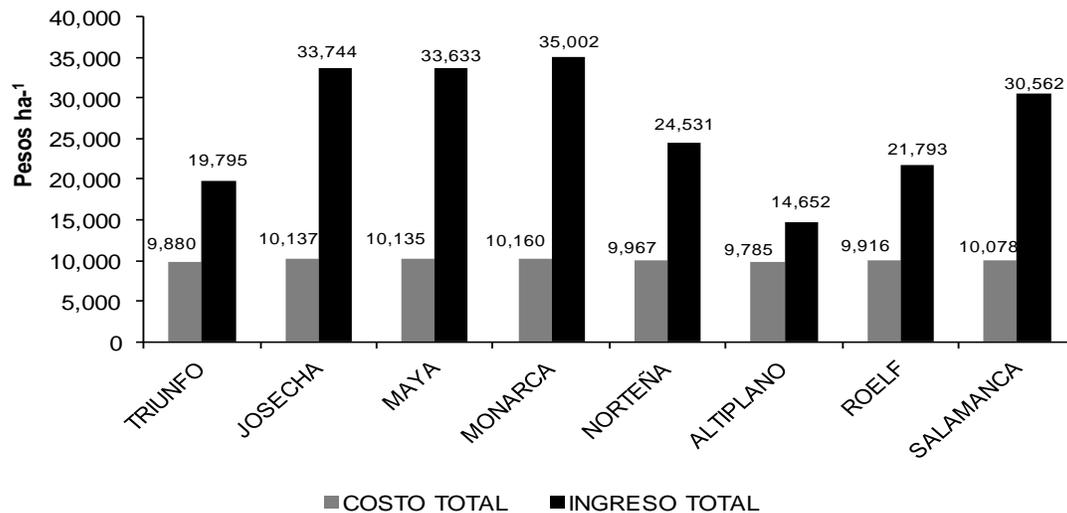
La utilidad para el productor con el uso de estas variedades puede incrementarse significativamente, porque el costo de producción en el sistema de labranza de conservación es al menos 30% menor, respecto a la inversión que requiere el sistema de labranza convencional. En Cuadro 5 se muestran los costos de

producción e ingreso total de las 8 variedades de trigo evaluadas bajo el sistema de labranza de conservación. El costo de producción, en general, fue de alrededor de 10,000 pesos ha<sup>-1</sup> (Cuadro 5). Considerando que el precio promedio de mercado de este cereal durante 2011 fue de 3,700 pesos la tonelada, el mayor ingreso se obtuvo con Josecha F2007, Maya S2007 y Monarca F2007 con más de 33,000 pesos ha<sup>-1</sup> (Cuadro 5). Lo anterior indica: que por cada peso invertido se obtuvieron 2.7, 2.3 y 2.4 pesos de ganancia con estas variedades. La tecnología usada por los productores de manera convencional, que no participaron directamente en este estudio, siembran la variedad Salamanca S75 y en promedio obtienen un rendimiento de 6 t ha<sup>-1</sup>, que multiplicado por su precio de comercialización, el cual fue de 3,700 pesos la tonelada, generó un ingreso total de 22,200 pesos ha<sup>-1</sup>. El costo de producción, bajo el esquema de labranza tradicional fue de 14,500 pesos ha<sup>-1</sup> (Anexo 17). Lo anterior significa que por cada peso invertido los productores obtuvieron una ganancia de poco más de 50 centavos.

**Cuadro 5. Costos de producción e ingreso total de ocho variedades de trigo en labranza de conservación en la localidad La Tepacua, municipio de Indaparapeo, Michoacán, del ciclo otoño-invierno 2010-2011.**

Variedad	Valor de la Producción (\$)	Costo de producción (\$/ha)	Productividad económica <sup>1</sup>
Triunfo F2004	19,795	9,980	2.0
Josecha F2007	37,744	10,137	3.7
Maya S2007	33,633	10,135	3.3
Monarca F2007	35,002	10,160	3.4
Norteña F2007	24,531	9,967	2.5
Altiplano F2007	14,652	9,785	1.5
Roelfs F2007	21,793	9,916	2.2
Salamanca S75	30,562	10,078	3.0
<b>Promedio de las variedades</b>	<b>27,214</b>	<b>10,020</b>	<b>2.7</b>

<sup>1</sup> Valor de la producción/Costo de producción



**Figura 22. Costos de producción e ingreso total de ocho variedades de trigo en labranza de conservación en la localidad La Tepacua, municipio de Indaparapeo, Michoacán, del ciclo otoño-invierno 2010-2011.**

En el presente ensayo, el productor tuvo una utilidad mayor, ya que solamente aplicó 60 unidades de nitrógeno en los tratamientos, es decir, 25% de la dosis de fertilización que se emplea comúnmente en la región para el cultivo de trigo. Esto fue posible por el alto contenido de materia orgánica que tenía el suelo (>4%), lo cual asegura una buena disponibilidad de nutrimentos para el cultivo. Esto es lo que se pretende con la implementación del sistema de labranza de conservación; sin embargo, en el presente caso, el empleo de aguas negras provenientes de la ciudad de Morelia también contribuyó con el aporte de materia orgánica al suelo, aunque esto trae consigo otros problemas de contaminación

La variedad Salamanca S75 (Figura 18), que es la que los agricultores del valle Morelia-Queréndaro siembran con mayor frecuencia, también tuvo una buena producción; sin embargo, es importante considerar que variedades como Monarca F2007 y Maya F2007, que se encuentran disponibles en el mercado, tienen un mayor potencial de rendimiento, lo cual puede aumentar la utilidad del productor.

Es importante señalar que durante el desarrollo del cultivo no se presentaron condiciones para el desarrollo de la roya lineal amarilla, enfermedad que se encuentra latente en la región. Durante el ciclo otoño-invierno de 2009-2010 ésta causó estragos en la producción de trigo en varias partes del Bajío, debido a la aparición de una raza nueva que hizo susceptibles a algunas de las variedades liberadas en 2007 como Josecha F2007, Monarca F2007 y Altiplano F2007, esta nueva raza además mantuvo su virulencia en variedades como Salamanca S75, Saturno S86 y Bárcenas S2002. De las variedades de 2007, Maya S2007 presenta alta resistencia a esta enfermedad al igual que Urbina S2007, que no se evaluó en el presente ensayo, mantiene la resistencia a la roya lineal amarilla, y también tiene un alto potencial de rendimiento (Solís *et al.*, 2007).

Con base en lo expuesto, la tecnología de labranza de conservación tuvo un ingreso bruto de alrededor de 50% mayor respecto a la producción de trigo bajo el sistema de labranza tradicional Cabe señalar que los insumos que encarecen más el costo de producción son los fertilizantes químicos y otros agroquímicos. En este estudio el productor usó una dosis baja de fertilización, como se explicó anteriormente y, no tuvo necesidad de emplear herbicidas para el control de malezas.

## VIII. CONCLUSIONES

El potencial de producción de las variedades de trigo presentes en el mercado para la región Bajío, en condiciones de labranza de conservación, es hasta de 9 t ha<sup>-1</sup>, que es similar al obtenido en condiciones de labranza convencional. Esto representa una mayor utilidad para el productor, ya que hay un ahorro en el costo de producción de al menos 30% con la labranza de conservación, al disminuir el uso de agroquímicos, además del ahorro de agua y el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

Josecha F2007, Maya S2007 y Monarca F2007 tuvieron la mayor producción de grano bajo condiciones de labranza de conservación. Lo anterior ofrece una mejor opción para mejorar la utilidad de los productores del Valle Morelia-Queréndaro, quienes utilizan con más frecuencia Salamanca S75, la cual bajo las mismas condiciones produjo de 0.7 a 1.2 t ha<sup>-1</sup> menos, respecto a las variedades mencionadas.

La variedad de trigo Maya S2007 presenta mayor resistencia a la incidencia de la roya lineal amarilla (*Puccinis striiformis f.sp. tritici*), enfermedad que ha ocasionado estragos en ciclos agrícolas anteriores. Este es un aspecto importante a considerarse, porque durante este ciclo de cultivo, prácticamente no hubo condiciones para que se presentara esta enfermedad. Este genotipo, aunado a su alto rendimiento en condiciones de agricultura de conservación, representa una mejor alternativa para el productor comparado con las variedades Salamanca S75, Saturno S86 y Cortázar S94, que son ampliamente cultivadas en la región del Bajío y son susceptibles a la roya lineal amarilla.

La rentabilidad en la producción de trigo bajo el sistema de labranza de conservación con Josecha F2007, Monarca F2007, Maya S2007 fue de 25 a 50% mayor respecto a la producción de trigo en condiciones de labranza tradicional, lo

que demuestra los beneficios que se pueden obtener al orientar los intereses de la producción y de la conservación en un solo proceso tecnológico, para hacer posible un cambio efectivo y duradero de uso y manejo de la tierra, motivando a su vez al productor por su interés individual, que es la economía de la producción.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Arana, F. 1982. Ecología para Principiantes. Edit. Trillas. México, D.F. 57 – 83 p.
- Arreola-Tostado, J.M., M. Hernández-Martínez, R. García-Silva, J.L. Pons-Hernández y L.E. Fregoso-Tirado. 2006. Labranza de conservación: alternativa tecnológica para darle sostenibilidad al sistema de producción de granos de Guanajuato. Ideas CONCYTEG 15. Guanajuato., Guanajuato. p. 1-15.
- Blevins, R.L., Thomas, G.W., Corneluis, P.L. 1977. Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after five years of continuous corn. *Agronomy Journal* 69:383-386.
- Chambers, R. G. (1988). "Applied production analysis. A dual approach" University of Maryland. Cambridge University Press
- Chávez, A.M. y F. Guevara-Féter. 2003. Flora arvense asociada al cultivo de maíz de temporal en el valle de Morelia, Michoacán, México. En: Flora del Bajío y regiones adyacentes. Fascículo complementario no. 19. Morelia, Michoacán. p. 4.
- Christopherson, R.W. 1994. *Geosystems: An Introduction to Physical Geography*. Prentice Hall Inc.
- Cordero-Elizalde, J. M.L. Hernández-Rodríguez, A.E. Navarro-Frómata, J.J. Castellón-Gómez y D. Navarrete-Rosas. 2011. Medio ambiente, ecosistemas y agroecosistemas rurales: deterioro y conservación. In: Problemas del campo y propuesta para su desarrollo. Rappo-Miguez, S. y R. Pérez-Avilés. (eds.). Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla, Puebla. 253-258 p.
- Duarte, R. 1990. Contribución del representante y jefe de la misión diplomática de la FAO en México al Primer Simposio Nacional sobre Degradación de Suelos.. In: Memorias del Simposio. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Pp 97-103

- FAO. 2002. Agricultura de conservación, estudios de caso en América Latina y África. Boletín de suelos de la FAO número 78. Roma, Italia. p. 4-50.
- Fernandez, R. y J. Leiva. 2002. Ecología para la Agricultura. Madrid España, Ediciones Mundi – Prensa. 15 - 18 p.
- Fuentes, J. L. 2001. Iniciación a la botánica. Madrid España, Ediciones Mundi – Prensa. 15 – 18 p.
- Gittinger, J. P. 1987. Análisis económico de proyectos agrícolas. Editorial Tecnos S.A, Segunda edición. Madrid, España.531p.
- Grageda-Cabrera, O. A., F. Esparza-García, F. Zapata and J. J. Peña-Cabriales. 2000. Influence of sorghum crop residue management on the recovery of 15N labelled fertilizer by wheat in Mexico. Journal of Sustainable Agricultural 16:75-91.
- Gregorich, E. G. and M. R. Carter. 1997. Soil quality for crop production and ecosystem health. Development in Soil Science 25:125-165.
- Hart, R.D. 1980. Agroecosistemas conceptos básicos. CATIE. Serie de Materiales de Enseñanza no. 1. 211 p.
- Huerta, E. J., H. E. Villaseñor M., E. Solís M., R. Sánchez de la C., P. Pérez H., E. Espitia R. y A. Ramírez R. 2009. Monarca F2007 variedad de trigo harinero para El Bajío y zonas de riego del Norte de México. Folleto Técnico No. 3. INIFAP, CIRCE, CEBAJ, CELAYA GTO. México. Marzo 2009. p. 27.
- Lal, R. 2000. Physical management of soils of the tropics: Priorities for the 21st century. Soil Science. 165:192-207.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304:1624-1627.
- Limón, O. A., H. E. Villaseñor y P. P. Herrera. 2010. Sistemas de siembra para trigo y manejo de n para la calidad de grano. Folleto técnico no. 44. INIFAP Tlaxcala. p. 2-14.

- Loza, P. A. 1998. Metodología para el análisis de rentabilidad en explotaciones agrícolas. Folleto técnico número 7. INIFAP-Fundación Produce, Tlaxcala A. C. 23 p.
- Loomis, R. S., and J. S. Amthor. 1999. Yield potential, plant assimilatory capacity, and metabolic efficiencies. *Crop Science* 39:1584-1596.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Proyecto MAG/FAO GCP/012/NET. (1996). *Agricultura Conservacionista: Un enfoque para producir y conservar*. San José.
- Monke, E.A., S.R. Pearson. 1989. The policy analysis matrix for agricultural development. Cornell University. Ithaca, NY (USA).
- Mora-Gutiérrez, M. V. Ordaz, J.Z. Castellanos, A. Aguilar-Satelises, F. Gavi y V. Volke. 1999. Sistemas de labranza y sus efectos en algunas propiedades físicas en un vertisol, después de cuatro años de manejo. *Terra* 19: 67-74.
- Navarro, G. 2003. *Química Agrícola*. España. Editoriales Mundi – Prensa. 15 – 77 p.
- Ortíz, S.C.A. 1999. Evaluación taxonómica de sistemas locales de clasificación de tierras. *Terra Latinoamericana* 12:277-286.
- Peña-Cabriales, J. J., O. A. Grageda-Cabrera, J. A. Vera-Núñez. 2002. Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas (15n). *Terra Latinoamericana* 20:51-56.
- Peña, B., R. J., N. Hernández E., P. Pérez H., E. Villaseñor M., M. M. Gómez V. y M. A. Mendoza L. 2008. Calidad de la cosecha de trigo en México. Ciclo otoño-invierno 2006-2007. Publicación Especial del CONASIST-CONATRIGO. México. p. 28.
- Robert, D. 1979. *Agroecosistemas Conceptos Básicos*. Costa Rica, IICA. 17– 32 p.

- Salazar, Z. A. 2000. Calidad industrial de trigo para su comercialización. En: El trigo de temporal en México. Libro técnico no. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F. p. 289-313.
- SIAP. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estadísticas anuales sobre producción agrícola. <http://www.siap.gob.mx/>.
- Schaefer, K., W. 1981. Metodología de análisis de las inversiones en explotaciones agrícolas. Nota de curso 030/031. Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial. 40 p.
- Soil Taxonomy. 2006. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA – NRCS. By Soil Survey Staff, USA. 332 p.
- Solís, M. E., J. Huerta E., P. Pérez H., A. Ramírez R., E. Villaseñor M. y E. Espitia R. 2007. Urbina S2007. Nueva variedad de trigo harinero para riego en El Bajío. Folleto Técnico No. 2. INIFAP, CIRCE, CEBAJ, Celaya Guanajuato, México. p. 20.
- Solís, M. E., J. Huerta E., H. E. Villaseñor M., A. Ramírez R. y P. Pérez H. 2008. Maya S2007 nueva variedad de trigo para riego en El Bajío. Folleto Técnico No. 3. INIFAP, CIRCE, CEBAJ, Celaya, Guanajuato. México. p. 24.
- Solís, M. E., J. Huerta E., J. Ireta M., R. Sánchez de la C., H. E. Villaseñor M., E. Espitia R. y A. Ramírez R. 2009a. Josecha F2007, nueva variedad de trigo harinero para la región del bajío y zonas de riego del norte de México. Agricultura Técnica en México 35:470-474.
- Solís, M. E., J. Huerta E., H. E. Villaseñor M., P. Pérez H., A. Ramírez R., M. F. Rodríguez G., E. Espinosa T. y R. H. Santa R. 2009b. Triunfo F2004: Nueva variedad de trigo harinero para zonas de temporal en Guanajuato. Desplegable Técnica Núm. 3 INIFAP, CIRCE, CEBAJ, Celaya Guanajuato, México. p. 10-15.
- Solís, M. E., J. Huerta E., H. E. Villaseñor M., P. Pérez H., A. Ramírez R., M. F. Rodríguez G., E. Espinosa T. y R. H. Santa R. 2009c. Altiplano F2007 Nueva

- variedad de trigo para siembras de temporal en Guanajuato. Desplegable Técnica Núm. 3 INIFAP, CIRCE, CEBAJ, Celaya Guanajuato, México. p. 12-26.
- Solis, M. E. y A Ramírez R. 2010. Variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) para el Bajío. Folleto técnico Núm. 7. INIFAP, CIRCE, CEBAJ, CELAYA GTO. p. 38.
- Solís, M. E., J. Huerta E., H. E. Villaseñor M., P. Pérez H., A. Ramírez R., M. L. de la C. González. 2011. Anatoly C2011 Nueva variedad de trigo cristalino para riego en el Bajío y el Norte de México. Folleto Técnico No. 11 INIFAP, CIRCE, CEBAJ, Celaya Guanajuato, México. Septiembre 2011. p. 40.
- Vega, M. L. 1956. Hacia la sostenibilidad ambiental del desarrollo. Bogota, Ediciones. Ecoe. 21 – 30 p.
- Vera-Núñez, J. A. y J. J. Peña-Cabriales. 2002. Informe técnico final del proyecto “Evaluación de bioinoculantes (Micorriza, Azospirillum y Rhizobium) sobre el apore nutrimental y rendimiento de los cultivos agrícolas del Bajío (maíz, sorgo, frijol y trigo)”, clave no. 84/99. Fundación Guanajuato Produce A.C.
- Villaseñor, M.H.E. 2007, Reporte Anual de Investigación e Innovación Tecnológica INIFAP.
- Villaseñor, M.H.E., E. Espitia R, J. Huerta E. E. Solís M.,L. Osorio A. y P. Pérez H. 2009. Triunfo F2004. Nueva variedad de trigo para siembras de temporal en México. INIFAP, CIRCE, CEVAMEX, Chapingo Edo. de México, México. P. 23.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1. Componentes de rendimiento para variedad Triunfo F2004. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.

Trat.	Muestra	No. plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
1	1	47.5	250.0	75.23	5.25	18	11.25	16.50	0.32
1	2	50.0	253.8	76.45	5.46	18	10.64	16.10	0.34
1	3	52.5	260.0	73.78	5.35	18	11.63	16.98	0.32
<b>Promedio</b>		<b>50.0</b>	<b>254.6</b>	<b>75.2</b>	<b>5.4</b>	<b>18.0</b>	<b>11.2</b>	<b>16.5</b>	<b>0.3</b>
<b>D. estándar</b>		<b>2.5</b>	<b>5.1</b>	<b>1.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.0</b>
<b>Error Estándar</b>		<b>1.4</b>	<b>2.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>
<b>C. variación</b>		<b>5.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.8</b>	<b>2.0</b>	<b>0.0</b>	<b>4.5</b>	<b>2.7</b>	<b>4.1</b>

### Anexo 2. Componentes de rendimiento para variedad Josecha F2007. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.

Trat.	Muestra	No. plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
2	1	57.5	304.8	80.30	9.40	18	16.50	25.90	0.36
2	2	67.5	364.5	79.80	8.90	18	14.00	22.90	0.39
2	3	82.5	462.0	78.50	9.06	15	13.28	22.34	0.41
<b>Promedio</b>		<b>69.2</b>	<b>377.1</b>	<b>79.5</b>	<b>9.1</b>	<b>17.0</b>	<b>14.6</b>	<b>23.7</b>	<b>0.4</b>
<b>D. estándar</b>		<b>12.6</b>	<b>79.4</b>	<b>0.9</b>	<b>0.3</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.9</b>	<b>0.0</b>
<b>Error Estándar</b>		<b>7.3</b>	<b>45.8</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.1</b>	<b>0.0</b>
<b>C. variación</b>		<b>18.2</b>	<b>21.1</b>	<b>1.2</b>	<b>2.8</b>	<b>10.2</b>	<b>11.6</b>	<b>8.1</b>	<b>5.6</b>

### Anexo 3. Componentes de rendimiento para variedad Maya S2007. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.

Trat.	Muestra	No. plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
3	1	60.0	303.0	80.50	8.78	12	17.63	26.40	0.33
3	2	67.5	378.0	80.70	9.68	24	15.38	25.05	0.39
3	3	77.5	441.8	81.40	8.83	12	19.50	28.33	0.31
<b>Promedio</b>		<b>68.3</b>	<b>374.3</b>	<b>80.9</b>	<b>9.1</b>	<b>16.0</b>	<b>17.5</b>	<b>26.6</b>	<b>0.3</b>
<b>D. estándar</b>		<b>8.8</b>	<b>69.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>6.9</b>	<b>2.1</b>	<b>1.6</b>	<b>0.0</b>
<b>Error Estándar</b>		<b>5.1</b>	<b>40.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>4.0</b>	<b>1.2</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>
<b>C. variación</b>		<b>12.8</b>	<b>18.6</b>	<b>0.6</b>	<b>5.6</b>	<b>43.3</b>	<b>11.8</b>	<b>6.2</b>	<b>11.2</b>

**Anexo 4. Componentes de rendimiento para variedad Monarca F2007 Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Trat.	Muestra	No. plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
Monarca									
4	1	60.0	312.0	79.20	9.63	24	15.25	24.88	0.39
4	2	70.0	367.5	79.20	9.55	24	11.75	21.30	0.45
4	3	77.5	406.9	77.77	9.20	18	15.25	24.45	0.38
	<b>Promedio</b>	<b>69.2</b>	<b>362.1</b>	<b>78.7</b>	<b>9.5</b>	<b>22.0</b>	<b>14.1</b>	<b>23.5</b>	<b>0.4</b>
	<b>D. estándar</b>	<b>8.8</b>	<b>47.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.2</b>	<b>3.5</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>	<b>0.0</b>
	<b>Error Estándar</b>	<b>5.1</b>	<b>27.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>	<b>2.0</b>	<b>1.2</b>	<b>1.1</b>	<b>0.0</b>
	<b>C. variación</b>	<b>12.7</b>	<b>13.2</b>	<b>1.0</b>	<b>2.4</b>	<b>15.7</b>	<b>14.3</b>	<b>8.3</b>	<b>9.6</b>

**Anexo 5. Componentes de rendimiento para variedad Norteña F2007 Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Trat.	Muestra	No. plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
5	1	56.3	225.6	78.60	6.75	12	11.50	18.25	0.37
5	2	60.0	236.3	79.40	6.75	12	12.25	19.00	0.36
5	3	66.3	324.6	79.15	6.38	30	12.63	19.00	0.34
	<b>Promedio</b>	<b>60.8</b>	<b>262.2</b>	<b>79.1</b>	<b>6.6</b>	<b>18.0</b>	<b>12.1</b>	<b>18.8</b>	<b>0.4</b>
	<b>D. estándar</b>	<b>5.1</b>	<b>54.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>10.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.4</b>	<b>0.0</b>
	<b>Error Estándar</b>	<b>2.9</b>	<b>31.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>6.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>
	<b>C. variación</b>	<b>8.3</b>	<b>20.7</b>	<b>0.5</b>	<b>3.3</b>	<b>57.7</b>	<b>4.7</b>	<b>2.3</b>	<b>4.9</b>

**Anexo 6. Componentes de rendimiento para variedad Altiplano F2007 Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Trat.	Muestra	No. plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
6	1	86.3	435.6	76.84	3.98	24	14.25	18.23	0.22
6	2	86.3	405.4	78.95	3.90	24	9.63	13.53	0.29
6	3	86.3	426.9	76.60	4.00	18	13.00	17.00	0.24
	<b>Promedio</b>	<b>86.3</b>	<b>422.6</b>	<b>77.5</b>	<b>4.0</b>	<b>22.0</b>	<b>12.3</b>	<b>16.3</b>	<b>0.2</b>
	<b>D. estándar</b>	<b>0.0</b>	<b>15.5</b>	<b>1.3</b>	<b>0.1</b>	<b>3.5</b>	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>0.0</b>
	<b>Error Estándar</b>	<b>0.0</b>	<b>9.0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	<b>0.0</b>
	<b>C. variación</b>	<b>0.0</b>	<b>3.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.3</b>	<b>15.7</b>	<b>19.5</b>	<b>15.0</b>	<b>14.8</b>

**Anexo 7. Componentes de rendimiento para variedad Roelfs F2007 Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Trat.	Muestra	No. plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
7	1	52.5	249.4	76.65	5.88	24	13.13	19.00	0.31
7	2	56.3	295.3	76.65	6.18	24	13.00	19.18	0.32
7	3	53.8	269.2	77.80	5.63	21	12.69	18.32	0.31
<b>Promedio</b>		<b>54.2</b>	<b>271.3</b>	<b>77.0</b>	<b>5.9</b>	<b>23.0</b>	<b>12.9</b>	<b>18.8</b>	<b>0.3</b>
<b>D. estándar</b>		<b>1.9</b>	<b>23.0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.3</b>	<b>1.7</b>	<b>0.2</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>
<b>Error Estándar</b>		<b>1.1</b>	<b>13.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>1.0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>
<b>C. variación</b>		<b>3.5</b>	<b>8.5</b>	<b>0.9</b>	<b>4.7</b>	<b>7.5</b>	<b>1.7</b>	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>

**Anexo 8. Componentes de rendimiento para variedad Salamanca S75 Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Trat.	Muestra	No. plantas m <sup>2</sup>	No. tallos m <sup>2</sup>	Altura Planta cm	Peso grano t ha <sup>-1</sup>	Peso 300 granos g	Peso paja t ha <sup>-1</sup>	Biomasa aérea t ha <sup>-1</sup>	IC
8	1	72.5	358.9	76.50	8.20	18	10.00	18.20	0.45
8	2	72.5	230.4	77.20	8.50	30	10.25	18.75	0.45
8	3	80.0	312.5	76.25	8.08	12	9.88	17.95	0.45
<b>Promedio</b>		<b>75.0</b>	<b>300.6</b>	<b>76.7</b>	<b>8.3</b>	<b>20.0</b>	<b>10.0</b>	<b>18.3</b>	<b>0.5</b>
<b>D. estándar</b>		<b>4.3</b>	<b>65.1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	<b>9.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.0</b>
<b>Error Estándar</b>		<b>2.5</b>	<b>37.6</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>	<b>5.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>
<b>C. variación</b>		<b>5.8</b>	<b>21.6</b>	<b>0.6</b>	<b>2.6</b>	<b>45.8</b>	<b>1.9</b>	<b>2.2</b>	<b>0.4</b>

**Anexo 9. Costos de producción para variedad Triunfo F2004. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Concepto	Cantidad/ha o Coeficientes técnicos	Precios unitarios (\$)	Total (\$/ha)
<b>Insumos</b>			<b>2,240</b>
Fertilizantes	100-60-00 <sup>1</sup>	3.2 Kg. Sulfato de Amonio y 6.3 Kg. S.F.C.T	0
Herbicidas	60-30-00 <sup>2</sup>	250/20 gr	1,366
Insecticidas	20 gr	165/lt	0
Semilla	1 lt	4.6 kg	0
<b>Servicios contratados</b>			<b>4,240</b>
Incorporación de residuos al suelo	190 Kg	600/ha	600
Trazo de melgas	1	550/ha	550
Remarcado de surcos	1	350/ha	350
Siembra	1	800/ha	800
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			640
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>3,400</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida		0	0
Aplicación insecticidas		0	0
Riegos	4	150/ha	600
Renta de la tierra (ha)	1	2500/ha	2,500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>9,880</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada

<sup>2</sup> Dosis aplicada

**Anexo 10. Costos de producción para variedad Josecha F2007. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Concepto	Cantidad/ha o Coeficientes técnicos	Precios unitarios (\$)	Total (\$/ha)
<b>Insumos</b>			<b>2,497</b>
Fertilizantes	100-60-00 <sup>1</sup>	3.2 Kg. Sulfato de Amonio y 6.3 Kg. S.F.C.T	0
Herbicidas	60-30-00 <sup>2</sup>	250/20 gr	1,366
Insecticidas	20 gr	165/lt	0
Semilla (Kg/ha)	1 lt	5.954 Kg	0
<b>Servicios contratados</b>			<b>4,240</b>
Incorporación de residuos al suelo	190 Kg	600/ha	600
Trazo de melgas	1	550/ha	550
Remarcado de surcos	1	350/ha	350
Siembra	1	800/ha	800
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			640
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>3,400</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida		0	0
Aplicación insecticidas		0	0
Riegos	4	150/ha	600
Renta de la tierra (ha)	1	2500/ha	2,500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>10,137</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada

<sup>2</sup> Dosis aplicada

**Anexo 11. Costos de producción para variedad Maya S2007. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Concepto	Cantidad/ha o Coeficientes técnicos	Precios unitarios (\$)	Total (\$/ha)
<b>Insumos</b>			<b>2,495</b>
Fertilizantes	100-60-00 <sup>1</sup>	3.2 Kg. Sulfato de Amonio y 6.3 Kg. S.F.C.T	0
Herbicidas	60-30-00 <sup>2</sup>	250/20 gr	1,366
Insecticidas	20 gr	165/lt	0
Semilla (Kg/ha)	1 lt	5.945 Kg	0
<b>Servicios contratados</b>			<b>4,240</b>
Incorporación de residuos al suelo	1	600/ha	600
Trazo de melgas	1	550/ha	550
Remarcado de surcos	1	350/ha	350
Siembra	1	800/ha	800
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			640
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>3,400</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida		0	0
Aplicación insecticidas		0	0
Riegos	4	150/ha	600
Renta de la tierra (ha)	1	2500/ha	2,500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>10,135</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada

<sup>2</sup> Dosis aplicada

**Anexo 12. Costos de producción para variedad Monarca F2007. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Concepto	Cantidad/ha o Coeficientes técnicos	Precios unitarios (\$)	Total (\$/ha)
<b>Insumos</b>			<b>2,520</b>
Fertilizantes	100-60-00 <sup>1</sup>	3.2 Kg. Sulfato de Amonio y 6.3 Kg. S.F.C.T	0
Herbicidas	60-30-00 <sup>2</sup>	250/20 gr	1,366
Insecticidas	20 gr	165/lt	0
Semilla (Kg/ha)	1 lt	6.074 Kg	0
<b>Servicios contratados</b>			<b>4,240</b>
Incorporación de residuos al suelo	1	600/ha	600
Trazo de melgas	1	550/ha	550
Remarcado de surcos	1	350/ha	350
Siembra	1	800/ha	800
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			640
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>3,400</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida		0	0
Aplicación insecticidas		0	0
Riegos	4	150/ha	600
Renta de la tierra (ha)	1	2500/ha	2,500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>10,160</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada

<sup>2</sup> Dosis aplicada

**Anexo 13. Costos de producción para variedad Norteña F2007. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Concepto	Cantidad/ha o Coeficientes técnicos	Precios unitarios (\$)	Total (\$/ha)
<b>Insumos</b>			<b>2,327</b>
Fertilizantes	100-60-00 <sup>1</sup>	3.2 Kg. Sulfato de Amonio y 6.3 Kg. S.F.C.T	0
	60-30-00 <sup>2</sup>		1,366
Herbicidas	20 gr	250/20 gr	0
Insecticidas	1 lt	165/lt	0
Semilla (Kg/ha)	190 Kg	5.06 Kg	961
<b>Servicios contratados</b>			<b>4,240</b>
Incorporación de residuos al suelo	1	600/ha	600
Trazo de melgas	1	550/ha	550
Remarcado de surcos	1	350/ha	350
Siembra	1	800/ha	800
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			640
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>3,400</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida		0	0
Aplicación insecticidas		0	0
Riegos	4	150/ha	600
Renta de la tierra (ha)	1	2500/ha	2,500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>9,967</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada

<sup>2</sup> Dosis aplicada

**Anexo 14. Costos de producción para variedad Altiplano F2007. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Concepto	Cantidad/ha o Coeficientes técnicos	Precios unitarios (\$)	Total (\$/ha)
<b>Insumos</b>			<b>2,145</b>
Fertilizantes	100-60-00 <sup>1</sup>	3.2 Kg. Sulfato de Amonio y 6.3 Kg. S.F.C.T	0
	60-30-00 <sup>2</sup>		1,366
Herbicidas	20 gr	250/20 gr	0
Insecticidas	1 lt	165/lt	0
Semilla (Kg/ha)	190 Kg	4.1 Kg	779
<b>Servicios contratados</b>			<b>4,240</b>
Incorporación de residuos al suelo	1	600/ha	600
Trazo de melgas	1	550/ha	550
Remarcado de surcos	1	350/ha	350
Siembra	1	800/ha	800
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			640
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>3,400</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida		0	0
Aplicación insecticidas		0	0
Riegos	4	150/ha	600
Renta de la tierra (ha)	1	2500/ha	2,500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>9,785</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada

<sup>2</sup> Dosis aplicada

**Anexo 15. Costos de producción para variedad Roelfs F2007. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Concepto	Cantidad/ha o Coeficientes técnicos	Precios unitarios (\$)	Total (\$/ha)
<b>Insumos</b>			<b>2276</b>
Fertilizantes	100-60-00 <sup>1</sup>	3.2 Kg. Sulfato de Amonio y 6.3 Kg. S.F.C.T	0
	60-30-00 <sup>2</sup>		1366
Herbicidas	20 gr	250/20 gr	0
Insecticidas	1 lt	165/lt	0
Semilla (Kg/ha)	190 Kg	4.79 Kg	910
<b>Servicios contratados</b>			<b>4240</b>
Incorporación de residuos al suelo	1	600/ha	600
Trazo de melgas	1	550/ha	550
Remarcado de surcos	1	350/ha	350
Siembra	1	800/ha	800
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			640
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>3400</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida		0	0
Aplicación insecticidas		0	0
Riegos	4	150/ha	600
Renta de la tierra (ha)	1	2500/ha	2500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>9916</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada

<sup>2</sup> Dosis aplicada

**Anexo 16. Costos de producción para variedad Salamanca S75, Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

Concepto	Cantidad/ha o Coeficientes técnicos	Precios unitarios (\$)	Total (\$/ha)
<b>Insumos</b>			<b>2,438</b>
Fertilizantes	100-60-00 <sup>1</sup>	3.2 Kg. Sulfato de Amonio y 6.3 Kg. S.F.C.T	0
	60-30-00 <sup>2</sup>		1,366
Herbicidas	20 gr	250/20 gr	0
Insecticidas	1 lt	165/lt	0
Semilla (Kg/ha)	190 Kg	5.643 Kg	1,072
<b>Servicios contratados</b>			<b>4,240</b>
Incorporación de residuos al suelo	1	600/ha	600
Trazo de melgas	1	550/ha	550
Remarcado de surcos	1	350/ha	350
Siembra	1	800/ha	800
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			640
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>3,400</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida		0	0
Aplicación insecticidas		0	0
Riegos	4	150/ha	600
Renta de la tierra (ha)	1	2500/ha	2,500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>10,078</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada

<sup>2</sup> Dosis aplicada

**Anexo 17. Costos de producción para variedad Salamanca S75 producida con el sistema de labranza tradicional. Indaparapeo, Michoacán. Ciclo otoño-invierno 2011.**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad/ha o Coeficientes técnicos</b>	<b>Precios unitarios (\$)</b>	<b>Total (\$/ha)</b>
<b>Insumos</b>			<b>5,003</b>
Fertilizantes	220-100-100 <sup>1</sup>	6.2 kg. Urea y 6.3 Kg. SFCT	3,685
Herbicidas	20 gr	250/20 gr	250
Insecticidas	1 lt	165/lt	165
Semilla	160 Kg	5.643 Kg	903
<b>Servicios contratados</b>			<b>5,350</b>
Barbecho	1	650/ha	650
Rastreo	2	350/ha	700
Emparejado	1	500/ha	500
Marca para siembra	1	350/ha	350
Canalización	1	350/ha	350
Siembra	1	350/ha	350
Trilla	1	700/ha	700
Acarreo (Ton)	1	600	600
Gastos diversos			1,150
<b>Labores manuales (Jor/ha)</b>			<b>4,150</b>
Aplicación fertilizante	2	150	300
Aplicación herbicida	1	300	300
Aplicación insecticidas	1	300	300
Riegos	5	150/ha	750
Renta de la tierra (ha)		2500/ha	2,500
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>14,503</b>

<sup>1</sup> Dosis recomendada